



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD
INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO
DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**

TESIS PRESENTADA POR:
Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

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

**EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD
INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO
DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

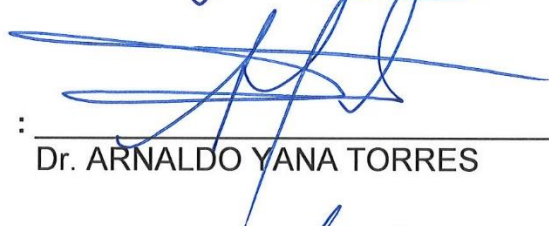
PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

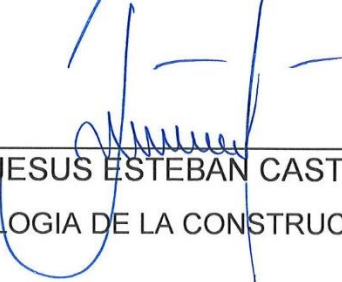
SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:


M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1380-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 28 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 10368 presentado por el (la) Bachiller: **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 06 de noviembre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

Dr. OSCAR VIVIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP 32720



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 1010-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 10 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 6948 por el señor (a): **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 800 - 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 095- 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): **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 095- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

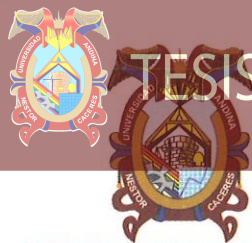
ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), M.Sc. **JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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. OSCAR V. VIAMONTE CALLA**
DECANO (e)
CIP 39730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**Dr. Fritz Willy Mamani Apaza**
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo
interesado (a)



TESIS UANCV

UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"



VICERRECTORADO DE
INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 678-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU- 4952, presentado por el señor (a) **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 503-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 046 -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): **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 046 -2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025**.

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

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en 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): **HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**.

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.

cc.
Archivo 2025
Interesado (a)



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

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



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



HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNA...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:542021396

Fecha de entrega

18 dic 2025, 16:44 GMT-5

Fecha de descarga

18 dic 2025, 17:22 GMT-5

Nombre del archivo

T036_70415012_T.docx

Tamaño del archivo

63.6 MB

135 páginas

21.823 palabras

110.403 caracteres



TESIS UANCV

21% 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

- 9%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 20%  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 UANCV



Título de la tesis	
EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70415012
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-4123-932X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	01323821
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4595-7589
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
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 - Latitud: S 15° 29' 27'' - Longitud: O 70° 07' 37''  https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1D_RUYkiLwZsJRRlwp8047yVCqAfwD3A&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTROR CACERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS EXACTAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA, identificado con DNI
Nro. 70415012, en mi condición de egresado de:

- ☒ **Escuela Profesional**
☐ **Programa de Segunda Especialidad,**
☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación**, ☐ **Trabajo Académico**
denominada:
EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE
REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

Asesorado por: M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

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 _____ de NOVIEMBRE del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mi padre Felipe y a mi madre Maruja, por ser mi mayor inspiración y ejemplo de esfuerzo, perseverancia y amor incondicional. Gracias por apoyarme en cada etapa de mi vida, por creer en mí incluso cuando las dificultades parecían imposibles y por enseñarme el valor del trabajo y la honestidad. Este logro es tan suyo como mío, y lo dedico con todo mi cariño y gratitud.



AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a mis docentes por su dedicación, paciencia y compromiso en mi formación como ingeniero civil, por compartir sus conocimientos y motivarme a superar cada desafío. De igual manera, expreso mi sincero reconocimiento a mis compañeros de carrera, quienes con su apoyo, colaboración y amistad hicieron de este camino una experiencia enriquecedora y memorable, llena de aprendizajes tanto académicos como personales.



ÍNDICE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación	2
1.3.1. Justificación técnica	2
1.3.2. Justificación económica.....	3
1.3.3. Justificación Social	4
1.3.4. Justificación ambiental	4
1.4. Objetivos de la investigación	5
1.4.1. Objetivo general	5



1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general.....	5
1.5.2. Hipótesis específicas.....	6
1.6. Variables e indicadores.....	6
1.7. Operacionalización de las variables.....	8

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales	9
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.1.3. Antecedentes locales	10
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Pavimento flexible	12
2.2.2. Regularidad superficial de los pavimentos.....	12
2.2.3. Índice de Regularidad Internacional (IRI)	14
2.2.4. Evaluación funcional del pavimento.....	14
2.2.5. Mantenimiento vial	15
2.2.6. Condición del pavimento	15
2.2.7. Pavimento	16
2.2.8. conservación y Mantenimiento vial	17
2.2.9. Vida útil de los pavimentos.....	17
2.2.10. El pavimento y sus funciones	18



2.2.11. Pavimento Flexible	19
2.2.12. Capa de rodadura en pavimentos	20
2.2.13. Ciclo de vida de un pavimento.....	21
2.2.14. Superficial regularidad.....	23
2.2.15. Los pavimentos y su vida útil.....	23
2.2.16. Elementos que integran un pavimento flexible	24
2.2.17. Pavimento y su comportamiento.	26
2.2.18. Fallas en los pavimentos.	27
2.2.19. superficial	27
2.2.20. Evaluación Funcional de Pavimentos	28
2.2.21. Regularidad superficial del pavimento	29
2.2.22. Nivel de servicio de un pavimento	29
2.2.23. Razones y causas de degradación de los pavimentos	30
2.2.24. Índice de Rugosidad Internacional (IRI).....	32
2.2.25. Rugosímetro MERLIN	34
2.3. Marco conceptual	38

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño	40
3.2. Enfoque	41
3.3. Nivel	41
3.4. Tipo	41
3.5. Población y muestra	42



3.5.1. Población	42
3.5.2. Muestra	42
3.6. Técnicas e instrumentos	42
3.6.1. Técnicas.....	42
3.6.2. Instrumentos	43
3.6.3. Procedimiento de campo.....	45
3.7. Procedimiento técnico para rugosímetro.....	46
3.7.1. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI).....	47
3.7.2. Cálculo del Índice de Serviciabilidad del Pavimento	47
3.7.3. Procedimiento técnico para ensayo de rugosímetro merlín	48
3.7.4. Cálculo del Rango "D"	50

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados del IRI y nivel de servicio Jr Progreso margen derecho.....	52
4.1.1. Resultados del IRI margen derecho PROG 0+000 AL 0+200	52
4.1.2. Resultados del IRI margen derecho PROG 0+200 AL 0+400	56
4.1.3. resultados del IRI margen derecho PROG 0+400 AL 0+600	59
4.1.4. Resultados del IRI margen derecho prog 0+600 AL 0+800	63
4.1.5. Resultados del IRI margen derecho Prog 0+800 AL 1+000	66
4.2. Resultados del iri y nivel de servicio jr progreso margen derecho.....	68
4.2.1. Resultados del IRI margen izquierdo PROG 0+000 AL 0+200	68
4.2.2. Resultados del IRI margen izquierdo prog 0+200 AL 0+400.....	71
4.2.3. Resultados del IRI margen izquierdo Prog 0+400 AL 0+600	75



4.2.4. Resultados del IRI margen izquierdo PROG 0+600 AL 0+800	78
4.2.5. Resultados del IRI margen izquierdo Prog 0+800 AL 1+000	81
4.3. Análisis de resultados rugosidad margen derecho e izquierdo Jr Progreso	85
4.4. Análisis de resultados del nivel de servicio Jr Progreso	87
4.5. Plan de mantenimiento	88
4.5.1. Estrategias de Intervención	88
4.5.2. Acciones recomendadas:	88
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXOS	99
Anexo 1. Matriz de consistencia	99
Anexo 2. Panel fotográfico	100
Anexo 3. Certificados de laboratorio	103



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 El pavimento y sus partes	16
Figura 2 Propiedades generales de los pavimentos.....	18
Figura 3 partes de un pavimento flexible.....	20
Figura 4 Evaluación de un pavimento	27
Figura 5 Situaciones de degradación del pavimento	30
Figura 6 IRI en pavimentos.....	32
Figura 7 medida del IRI.....	33
Figura 8 Perfil de una carretera	34
Figura 9 Esquema de merlín.....	35
Figura 10 Medición rugosímetro merlín	36
Figura 11 desplazamientos promedio	37
Figura 12 Histograma de distribución de frecuencias.....	37
Figura 14 Inicio de trabajos prog 0+000 al 0+200	48
Figura 15 Gráfico de conteo prog 0+000 al 0+200	54
Figura 16 Gráfico de conteo prog 0+200 al 0+400	57
Figura 17 Gráfico de conteo prog 0+400+600.....	60
Figura 18 Gráfico de conteo de datos	64
Figura 19 Grafico de conteo de datos	69
Figura 20 Gráfico de conteo de ensayos.....	73
Figura 21 Grafico de conteo de datos	76
Figura 22 Gráfico de conteo de datos	83
Figura 23 ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) MARGEN DERECHO...	86
Figura 24 ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) MARGEN IZQUIERDO.	86



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las variables	8
Tabla 2 Causas de falla de un pavimento	31
Tabla 3 valores de PSI.....	38
Tabla 4 Conteo de ensayos PROG 0+000 AL 0+200.....	52
Tabla 5 Conteo de intervalos prog 0+000 al pro 0+200.....	53
Tabla 6 Resultados del nivel de servicio prog 0+000 al 0+200.....	54
Tabla 7 Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI prog 0+000 al 0+200	55
Tabla 8 Conteo de datos PROG 0+200 AL 0+400	56
Tabla 9 Conteo de itnervalos prog 0+200 al 0+400.....	57
Tabla 10 Resultados del nivel de servicio prog 0+020 al 0+400.....	58
Tabla 11 Conteo de ensayos PROG 0+400 AL 0+600.....	59
Tabla 12 Conteo de intervalos	60
Tabla 13 Resultado del nivel de servicio	61
Tabla 14 Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI	61
Tabla 15 Conteo de ensayos PROG 0+600 AL 0+800.....	63
Tabla 16 Conteo de intervalos	64
Tabla 17 Resultados del nivel de servicio	65
Tabla 18 Resultados del nivel de servicio prog 0+600 al prog 0+800.....	65
Tabla 19 Conteo de ensayo PROG 0+800 AL 1+000	66
Tabla 20 Conteo de intervalos margen izquierdo PROG 0+000 AL 0+200.....	68
Tabla 21 Conteo de intervalos margen izquierdo PROG 0+000 AL 0+200.....	69
Tabla 22 Resultado del nivel de servicio JR PROGRESO TRAMO 1 - MARGEN IZQUIERDO.....	70
Tabla 23 Conteo de ensayos	71
Tabla 24 Conteo de intervalos	72
Tabla 25 Resultados del nivel de servicio margen izquierdo prog 0+200 al 0+400	73



Tabla 26 Calificación del nivel de servicio según PSI Y PCI	74
Tabla 27 Conteo de ensayos MARGEN IZQUIERDO PROG 0+400 AL 0+600.....	75
Tabla 28 Conteo de intervalos	76
Tabla 29 Resultado del nivel de servicio margen izquierdo prog 0+400 al 0+600	77
Tabla 30 Resultado del nivel de servicio margen izquierdo prog 0+400 al 0+600	77
Tabla 31 Conteo de ensayos MARGEN IZQUIERDO PROG 0+600 AL 0+800.....	78
Tabla 32 Conteo de intervalos	79
Tabla 33 Resultados del nivel de servicio	79
Tabla 34 Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI	80
Tabla 35 Conteo de ensayos MARGEN IZQUIERDO PROG 0+800 AL 1+000.....	81
Tabla 36 Conteo de intervalos	82
Tabla 37 Resultado del nivel de servicio	83
Tabla 38 Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI	84
Tabla 39 Resultados del nivel de servicio	87
Tabla 40 Prioridad de mantenimiento general.....	89



RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca durante el año 2025, utilizando como parámetro técnico el Índice de Regularidad Internacional (IRI) para determinar la rugosidad y el nivel de servicio de la vía. El estudio se sustentó en la necesidad de disponer de herramientas objetivas que permitan diagnosticar el estado de las vías urbanas y proponer estrategias de mantenimiento adecuadas, contribuyendo así a la mejora de la infraestructura vial y al bienestar de la población.

La metodología aplicada fue de tipo cuantitativo, descriptivo y aplicativo, con un diseño no experimental y transversal, empleando como instrumentos el rugosímetro MERLIN, fichas de campo y normas ASTM D6433. Se evaluaron tramos de 200 m por márgenes derecho e izquierdo, calculándose los índices IRI, PCI y PSI. Los resultados evidenciaron valores promedio de IRI de 3.15 m/km en el margen derecho y 3.99 m/km en el izquierdo, clasificando la vía en estado regular con tramos malos. En cuanto al nivel de servicio, los valores de PSI (1.93–2.72) y PCI (38.53–54.33) confirmaron un desempeño funcional regular, con deterioros superficiales moderados.

Como resultado, se propuso un plan de mantenimiento vial integral enfocado en la mejora de la rugosidad y el nivel de servicio, priorizando acciones correctivas (bacheo, sellado de fisuras y microaglomerado) en los sectores más deteriorados, y acciones preventivas (sellos superficiales, limpieza y drenaje) en los tramos regulares. Con su ejecución, se espera optimizar la transitabilidad, seguridad y confort de los usuarios, prolongando la vida útil del pavimento y reduciendo los costos futuros de mantenimiento.

Palabras clave: Pavimento flexible, Índice de Regularidad Internacional, Nivel de servicio.



ABSTRACT

The research aimed to evaluate the functionality of the flexible pavement of Jirón Progreso in the city of Juliaca during the year 2025, using the International Roughness Index (IRI) as a technical parameter to determine the roughness and service level of the road. The study was based on the need for objective tools that allow diagnosing the condition of urban roads and proposing appropriate maintenance strategies, thus contributing to the improvement of road infrastructure and the well-being of the population.

The applied methodology was quantitative, descriptive, and applicative, with a non-experimental and cross-sectional design, using instruments such as the MERLIN roughness meter, field sheets, and ASTM D6433 standards. Sections of 200 meters were evaluated on the right and left margins, calculating the IRI, PCI, and PSI indices. The results showed average IRI values of 3.15 m/km on the right margin and 3.99 m/km on the left margin, classifying the road as regular with some poor sections. Regarding the service level, PSI values (1.93–2.72) and PCI values (38.53–54.33) confirmed a regular functional performance with moderate surface deterioration.

As a result, a comprehensive road maintenance plan was proposed, focused on improving roughness and service level, prioritizing corrective actions (pothole patching, crack sealing, and micro-surfacing) in the most deteriorated sections, and preventive actions (surface sealing, cleaning, and drainage maintenance) in the regular sections. Its implementation is expected to optimize traffic flow, safety, and user comfort, while extending the pavement's service life and reducing future maintenance costs.

Keywords: Flexible pavement, International Roughness Index, Service level.



INTRODUCCIÓN

Debido a su adaptabilidad y bajos costos de construcción, el pavimento flexible se ha convertido en uno de los sistemas viales más populares en las redes urbanas del Perú, lo cual es crucial para el crecimiento económico y social de las ciudades. Lamentablemente, la degradación gradual de estas superficies por el tráfico motorizado, las inclemencias del tiempo y la falta de mantenimiento causan problemas de tráfico. Estos problemas tienen un impacto directo en la calidad de vida de los usuarios, los costos operativos del transporte y la seguridad vial. Es necesario realizar un examen técnico exhaustivo para describir de forma objetiva el estado actual del Jirón Progreso, una vía de alto tráfico tanto para peatones como para automóviles, en la ciudad de Juliaca, que es un importante centro económico de la región de Puno.

Para medir la regularidad o suavidad de la superficie de una carretera, el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) es actualmente el estándar de referencia. En particular, destaca por su capacidad para medir los baches y desniveles que sienten los conductores cuando circulan por la carretera. Este indicador, que se mide en metros por kilómetro (m/km), permite determinar el estado de funcionamiento del pavimento y priorizar las reparaciones de acuerdo con normas técnicas preestablecidas. La información clave para la gestión del pavimento la proporciona un equipo especializado que mide el IRI. Esta información prolonga la vida útil de la infraestructura vial, ayuda a planificar los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo, y maximiza el uso de los recursos disponibles.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar la funcionalidad del pavimento flexible del Jirón Progreso mediante la medición de su Índice



Internacional de Rugosidad. El objetivo es diagnosticar el estado actual del pavimento y proporcionar información técnica fiable para las acciones de mantenimiento. A través de este estudio se busca contribuir al conocimiento del comportamiento de los pavimentos urbanos en condiciones climáticas propias de la zona altoandina y generar un referente metodológico aplicable a otras vías de características similares en la región. Los resultados obtenidos permitirán a las autoridades competentes contar con evidencia científica para priorizar inversiones en infraestructura vial y mejorar las condiciones de transitabilidad en beneficio de la población juliaqueña.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática

La infraestructura vial urbana es una parte importante del crecimiento social y económico de una ciudad. En América Latina, el pavimento flexible es el tipo de superficie más común, ya que puede adaptarse a distintos tipos de tráfico y condiciones climáticas. uno de los principales problemas para los gobiernos municipales es que estas estructuras se deterioran prematuramente, lo que genera efectos negativos en varios ámbitos: mayores tiempos de viaje, incremento de los costos operativos de los vehículos, disminución de la calidad de vida de los usuarios, aumento de la contaminación y mayores riesgos para la seguridad vial.

En Perú, hay varios factores que contribuyen al agravamiento del problema del deterioro del pavimento urbano. Entre ellos se incluyen el aumento del número de vehículos en las carreteras, los vehículos con cargas que superan los límites legales, los procesos de construcción defectuosos, la insuficiencia de fondos para el mantenimiento preventivo y las condiciones meteorológicas adversas específicas de cada región. La mayoría de las carreteras urbanas del país se encuentran en un estado de conservación cada vez peor, lo que afecta a su funcionalidad. Esto es especialmente cierto en las ciudades medianas, donde se carece de sistemas técnicos de evaluación y supervisión para la gestión de las carreteras.



Las irregularidades de la superficie del pavimento pueden evaluarse objetivamente y su estado funcional puede clasificarse utilizando la evaluación del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que proporciona un enfoque reconocido a nivel mundial. La administración local tiene dificultades para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento y la mejora de la red de carreteras de Juliaca, ya que este tipo de evaluación técnica no se ha realizado de forma sistemática en las carreteras de Juliaca.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, determinada mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI) en el año 2025?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuál es el nivel de rugosidad actual del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, 2025?
2. ¿Cuál es el nivel de servicio que actualmente ofrece el pavimento flexible en el Jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, 2025?
3. ¿Qué plan de mantenimiento en la rugosidad y el nivel de servicio del pavimento en el Jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, 2025?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación técnica

El uso del Índice de Regularidad Internacional (IRI) para evaluar el desempeño del pavimento flexible se basa en la necesidad de aplicar métodos científicos estandarizados que vayan más allá de los enfoques subjetivos basados únicamente en la observación



visual. El IRI es la medida más ampliamente aceptada a nivel mundial para determinar la regularidad superficial de los pavimentos, y es utilizada por organismos como el Banco Mundial y la ASTM para garantizar que los resultados sean comparables con los estándares técnicos internacionales. Su aplicación en el Jirón Progreso permitirá establecer un diagnóstico objetivo del estado funcional de la vía, proporcionando información cuantificable que facilite la priorización de intervenciones, la optimización de recursos destinados al mantenimiento y la implementación de estrategias preventivas que pueden reducir hasta un 60% los costos de mantenimiento a largo plazo. Adicionalmente, existe una correlación demostrada entre los valores del IRI y los costos operativos vehiculares, donde mejoras en la regularidad superficial se traducen en ahorros significativos en consumo de combustible y desgaste mecánico para los cientos de vehículos que circulan diariamente por esta arteria vial.

1.3.2. Justificación económica

La importancia de esta investigación se sustenta en la necesidad de dar un mejor uso a los recursos económicos que se destinan al mantenimiento de las vías urbanas. Cuando una calle se encuentra en buen estado, no solo se reducen los gastos de la municipalidad en reparaciones constantes, sino que también se alivian los costos que asumen diariamente los transportistas y vecinos por el deterioro de sus vehículos. Evaluar de manera técnica y objetiva el estado del pavimento permite priorizar las zonas más críticas, planificar intervenciones oportunas y evitar que pequeñas fallas se conviertan en problemas costosos a largo plazo. Más allá de los números, lo que se busca es que la población pueda transitar con seguridad, que el comercio local fluya sin interrupciones y que la ciudad disponga de una infraestructura que acompañe su crecimiento. De esta manera, la investigación no solo representa un beneficio económico directo, sino también una contribución al bienestar de la comunidad y al desarrollo sostenible de Juliaca.



1.3.3. Justificación Social

La justificación social de esta investigación parte de la necesidad de ofrecer a los vecinos de Juliaca una vía en condiciones óptimas que garantice seguridad, accesibilidad y calidad de vida. Una calle con un pavimento funcional no solo facilita la movilidad diaria de miles de personas, sino que también contribuye a reducir accidentes, molestias y riesgos asociados a baches, irregularidades y deterioro de la superficie. Al asegurar un tránsito más cómodo y seguro, se fortalece la confianza de la población en las instituciones encargadas de la gestión urbana y se promueve una ciudad más ordenada y habitable.

Además, contar con buenas vías tiene un impacto directo en la vida social y económica de la comunidad. Las carreteras bien mantenidas facilitan el desplazamiento a pie, en bicicleta o en vehículo, y también mejoran el acceso a escuelas, hospitales y centros comerciales. Esto crea un entorno más acogedor, donde las personas pueden realizar sus actividades diarias sin dificultades ni costos adicionales ocasionados por una infraestructura deficiente, en este sentido, la investigación tiene como objetivo proponer estrategias para aprovechar de la mejor manera los recursos disponibles, mejorar el bienestar de las personas y apoyar el crecimiento y desarrollo integral de la ciudad.

1.3.4. Justificación ambiental

La base ambiental de este estudio destaca la importancia de mantener la integridad del pavimento para reducir los efectos negativos sobre el medio ambiente. Cuando las carreteras se encuentran en mal estado, los vehículos deben detenerse, acelerar y cambiar de carril con mayor frecuencia, lo que aumenta el consumo de combustible y la contaminación del aire, verificar y asegurar que el pavimento esté en buenas condiciones mejora el flujo y la eficiencia del tránsito, lo que disminuye el impacto ambiental del transporte urbano y fomenta una movilidad más sostenible en la ciudad.

Asimismo, un adecuado mantenimiento del pavimento previene la acumulación de polvo, el deterioro de materiales y el arrastre de partículas contaminantes hacia el sistema

de drenaje pluvial, que podrían afectar su funcionamiento y generar daños en el ecosistema urbano. Al prolongar la vida útil de la vía y reducir la necesidad de intervenciones frecuentes, también se minimiza el uso de recursos naturales y la generación de residuos propios de las obras de rehabilitación. De esta manera, la investigación no solo se orienta a mejorar la infraestructura vial, sino también a aportar en la protección del medio ambiente y en la construcción de una ciudad más limpia y saludable.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), en el año 2025.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el nivel de rugosidad actual del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025.
2. Identificar el nivel de servicio que actualmente ofrece el pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025.
3. Proponer un plan de mantenimiento orientado a mejorar la rugosidad y el nivel de servicio del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, evaluada mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), presenta un nivel de

servicio regular a deficiente, debido a la presencia de una alta rugosidad superficial generada por el desgaste y falta de mantenimiento periódico.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. El nivel de rugosidad actual del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025, supera los valores óptimos establecidos por el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), indicando una condición funcional deficiente.
2. El nivel de servicio que ofrece actualmente el pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025, se clasifica como regular o bajo, en función de los valores de IRI obtenidos.
3. La implementación de un plan de mantenimiento adecuado permitirá reducir la rugosidad y mejorar el nivel de servicio del pavimento flexible del jirón Progreso, optimizando su funcionalidad y confort de rodadura.

1.6. Variables e indicadores

VARIABLE INDEPENDIENTE:

ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI).

Representa el parámetro técnico que se mide en la investigación. Es la herramienta o factor externo que permite evaluar el estado del pavimento flexible, expresando la regularidad superficial de la vía.

VARIABLE DEPENDIENTE:

FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



Se refiere al nivel de servicio y desempeño que ofrece el pavimento en el jirón Progreso, considerando aspectos como comodidad, seguridad y transitabilidad. Esta variable depende de los resultados obtenidos a través del IRI.

Variable Independiente: Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Indicadores:

Valor promedio del IRI en metros/km.

Clasificación de la regularidad del pavimento (Excelente, Bueno, Regular, Malo) según rangos del IRI.

Variación del IRI por tramo evaluado.

Porcentaje de tramos que cumplen con los estándares de servicio establecidos.

Variable Dependiente: Funcionalidad del pavimento flexible

Indicadores:

- Nivel de confort de los usuarios (según parámetros del IRI).
- Seguridad en la circulación (menor riesgo de accidentes por irregularidades).
- Continuidad y fluidez del tránsito vehicular.
- Estado superficial del pavimento (presencia de baches, fisuras o deformaciones).
- Vida útil estimada de la vía según su condición funcional.



1.7. Operacionalización de las variables

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Nombre de la variable	Dimensiones	Indicadores	Índices o Escalas	Instrumentos
VARIABLE INDEPENDIENTE Índice de Regularidad Internacional (IRI)	- Rugosidad superficial- Condición del tramo	- Valor del IRI (m/km)- Clasificación del IRI según estándares MTC (Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo)	Escala cuantitativa (m/km)	Rugosímetro merlin
VARIABLE DEPENDIENTE Funcionalidad del pavimento flexible	- Nivel de rugosidad- Nivel de servicio- Confort de rodadura	- Clasificación funcional del pavimento- Valor del IRI asociado al nivel de servicio- Recomendación de mantenimiento	Escala cualitativa (Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo)	- Ficha técnica de evaluación funcional- Software de procesamiento de datos (Excel o similar)



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En 2023, Álvarez Burgos investigó la utilidad del pavimento en un tramo de carretera que conduce a Noboa, en la entrada este de la ciudad de Jipijapa, en la provincia de Manabí, entre las coordenadas 0+000 y 1+000. La investigación se llevó a cabo en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, más concretamente en la Facultad de Ciencias Técnicas del Departamento de Ingeniería Civil. Para ello, el autor realizó una evaluación técnica del pavimento utilizando métodos como inspecciones visuales, estudios de campo y pruebas de laboratorio. Estos procedimientos permitieron determinar el índice de condición y el nivel de deterioro del pavimento. Mediante el procesamiento de los datos se determinaron los tipos de fallas más comunes, sus posibles causas y el grado en que afectaban al tráfico de vehículos. La investigación dio lugar a recomendaciones para mejorar y preservar la red de carreteras con el fin de hacerla más eficiente y duradera (Álvarez Burgos, 2023).

Ahmat, M. (2019). Monitoreo eficiente de la rugosidad de carreteras utilizando sistemas móviles (Tesis doctoral).

Resumen: En esta tesis doctoral se exploraron métodos móviles para monitorear la rugosidad vial con sensores a bordo, comparando diferentes índices de rugosidad como el IRI, y evaluando su viabilidad frente a tecnologías tradicionales. Se examinaron distintos



sensores y modelos de simulación del perfil de pavimento para estimar la medición de la rugosidad, buscando alternativas más económicas y eficaces.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Utilizando la tecnología Merlin para medir el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), Sangay Cusquisibán (2019) pretende establecer el nivel de servicio en la avenida Hoyos Rubio, Cajamarca. Se utilizaron inspección visual, levantamiento topográfico y medición de anomalías cada 2 metros en muestras de 400 metros para estudiar la carretera, que forma parte de la Red Nacional (Ruta 3N) y tiene un recuento medio anual de tráfico diario (AADT) de 7218 vehículos. También se midió el tráfico según las normas establecidas por el MTC. Por último, se determinaron los IRI de los cuatro carriles.

Acosta Cachique, E., & Rivera Tello, G. (2025). Evaluación de la rugosidad del pavimento flexible de la vía a Santo Tomás desde la carretera Iquitos-Nauta, San Juan Bautista, Maynas 2023 (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú.

Utilizando el medidor de rugosidad MERLIN y calculando el IRI, junto con el PSI para determinar los grados de gravedad del deterioro, este estudio analizó la rugosidad del pavimento flexible de la carretera de Santo Tomás (autopista Iquitos-Nauta) durante 2023. Se determinó que el pavimento se encontraba en condiciones «aceptables» en general, según los valores del IRI, y que la parte más deteriorada se clasificaba como deficiente. Para mejorar el estado del pavimento, se sugirieron medidas de mantenimiento basadas en la gravedad de los problemas observados.

2.1.3. Antecedentes locales

Ramos Vilca, W. (2017). Evaluación del estado del pavimento por deflectometría e índice de rugosidad internacional de la carretera: Puno – Vilque – Mañazo – 4 km críticos (2015). Universidad Nacional del Altiplano.

Resumen: Este estudio se centró en los 4 kilómetros más críticos del tramo vial Puno – Vilque – Mañazo en el departamento de Puno, aplicando ensayos estructurales (Viga Benkelman) para determinar las deflexiones características y mediciones con rugosímetro MERLIN para estimar el Índice de Regularidad Internacional (IRI). Los resultados mostraron que las deflexiones no superaron los límites máximos permisibles y que la regularidad característica no debía exceder 4.00 m/km para ese rango de tránsito. Asimismo, se identificaron variaciones del IRI a lo largo del tramo, lo que permitió establecer niveles de intervención específicos.

Enlace: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/5094>.

Camacho Pampamallco, S. Y. (2019). Evaluación y análisis de la rugosidad en pavimentos de la ciudad de Puno aplicando el método Roadroid y el rugosímetro de Merlín (Tesis de grado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Resumen: En esta investigación se evaluó la rugosidad de una vía urbana de Puno (Avenida Floral, carril derecho e izquierdo), aplicando dos metodologías: el método tradicional con rugosímetro MERLIN y un método alternativo basado en el uso de smartphones (Roadroid). Se compararon los valores obtenidos por ambos métodos y se concluyó que Roadroid entregó resultados similares al MERLIN, lo que sugiere su viabilidad como alternativa de medición de rugosidad en el contexto local, especialmente para mediciones masivas o de bajo costo.

Mamani Nina, J. R. Torres Salas, J. A., & Saldaña Díaz, S. D. (2021). Evaluación del pavimento flexible para plantear el mejoramiento de la serviciabilidad utilizando parámetros de rugosidad – deflectometría, carretera Puno – Mañazo 2021. Universidad César Vallejo.

Resumen: Este estudio aplicó ensayos no destructivos, incluyendo mediciones con rugosímetro MERLIN para estimar la rugosidad y con Viga Benkelman para evaluar deflexiones, en el tramo del corredor Puno – Mañazo. El objetivo fue diagnosticar la

condición del pavimento y proponer mejoras para incrementar su nivel de serviciabilidad.

Se obtuvo información precisa del estado estructural y funcional del pavimento, que permitió plantear intervenciones técnico-económicas para optimizar su uso.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento flexible

Estructura vial conformada por capas de materiales granulares y una carpeta asfáltica que distribuye las cargas del tránsito hacia la subrasante. Su comportamiento depende de la elasticidad de los materiales y de la correcta compactación de las capas.

Para (Montejo Fonseca, 2002), El pavimento flexible se definió como una estructura multicapa conformada principalmente por una mezcla asfáltica en su capa superficial, que descansaba sobre capas de base y subbase granular, las cuales a su vez se apoyaban sobre la subrasante o suelo natural preparado. Esta tipología de pavimento se caracterizó por su capacidad de distribuir las cargas vehiculares hacia las capas inferiores mediante un mecanismo de flexión, absorbiendo y disipando las tensiones generadas por el tránsito a través de la deformación elástica de sus componentes. Su diseño estructural se fundamentó en la teoría de capas elásticas, donde cada estrato cumplió una función específica: la carpeta asfáltica proporcionó impermeabilidad y resistencia al desgaste superficial, la base ofreció soporte estructural y distribución de cargas, la subbase contribuyó al drenaje y protección contra heladas, y la subrasante actuó como cimiento del sistema.

2.2.2. Regularidad superficial de los pavimentos

La uniformidad o el grado de lisura de la superficie de rodadura de una carretera determina la lisura de la superficie de los pavimentos, lo que a su vez afecta al confort, la seguridad y los gastos de funcionamiento de los automóviles. Desde un punto de vista

técnico, la lisura de la superficie del pavimento es un reflejo de las diferencias verticales en el perfil longitudinal del pavimento con respecto a una línea de referencia perfecta.

Una superficie con alta regularidad permite una conducción confortable, segura y eficiente, mientras que una superficie irregular genera incomodidad al usuario, mayores esfuerzos dinámicos sobre el vehículo y la estructura del pavimento, así como un incremento en el consumo de combustible y desgaste prematuro de los componentes vehiculares.

De acuerdo con el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), la regularidad superficial es un indicador fundamental dentro de la evaluación funcional de los pavimentos, ya que describe el comportamiento del pavimento en servicio, sin necesidad de realizar ensayos destructivos. Este parámetro se mide comúnmente mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), expresado en metros por kilómetro (m/km), el cual cuantifica las irregularidades longitudinales registradas en el perfil del pavimento.

El valor del IRI se obtiene a través de equipos o sistemas de medición, como perfilómetros láser, vehículos de auscultación, o aplicaciones móviles de registro de rugosidad, que capturan la respuesta dinámica de un vehículo al desplazarse sobre la vía. Los resultados se clasifican en rangos que determinan el nivel de servicio del pavimento:

Excelente ($IRI < 2.0$ m/km)

Bueno ($2.0 - 3.0$ m/km)

Regular ($3.0 - 4.0$ m/km)

Malo ($4.0 - 5.0$ m/km)

Muy malo (> 5.0 m/km)

2.2.3. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Parámetro estandarizado a nivel mundial para evaluar la regularidad superficial de un pavimento. Se mide en metros por kilómetro (m/km) y se obtiene a partir del perfil longitudinal de la superficie de rodadura.

2.2.4. Evaluación funcional del pavimento

La evaluación funcional del pavimento es el proceso mediante el cual se determina la capacidad de una superficie vial para brindar comodidad, seguridad y eficiencia al tránsito vehicular, considerando su interacción directa con el usuario y las condiciones de rodadura. A diferencia de la evaluación estructural —que analiza la resistencia interna del pavimento—, la evaluación funcional se centra en el desempeño superficial, es decir, en las condiciones que afectan la experiencia de conducción y el nivel de servicio de la vía.

Según el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), la evaluación funcional tiene como propósito identificar los defectos o deterioros visibles y medibles que influyen en el comportamiento del pavimento durante su uso, tales como la regularidad superficial, la fricción o textura, y el nivel de deterioro superficial. Estos factores determinan la capacidad del pavimento para cumplir su función de manera adecuada frente al tránsito y las condiciones ambientales.

Entre los parámetros más utilizados para la evaluación funcional destacan:

El Índice de Regularidad Internacional (IRI), que mide la rugosidad longitudinal de la superficie.

El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), que estima la percepción del confort del usuario. Y la inspección visual de deterioros, que permite identificar fallas como grietas, baches, deformaciones o desprendimientos del material.



2.2.5. Mantenimiento vial

Conjunto de actividades destinadas a preservar y restaurar la funcionalidad y seguridad de las carreteras. Incluye el mantenimiento rutinario y periódico y la rehabilitación, dependiendo del grado de deterioro del pavimento.

2.2.6. Condición del pavimento

La condición de un pavimento se define como el estado físico y funcional en que se encuentra una estructura vial en un momento determinado, en relación con su capacidad para ofrecer un servicio seguro, cómodo y eficiente al tránsito vehicular. Representa el resultado acumulado del tránsito, las cargas aplicadas, las condiciones climáticas, los materiales empleados y el mantenimiento ejecutado a lo largo del tiempo.

Evaluar la condición del pavimento permite conocer su grado de deterioro y determinar si requiere mantenimiento rutinario, preventivo o rehabilitación estructural. De acuerdo con el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), la condición del pavimento se analiza desde dos perspectivas complementarias:

Condición funcional:

El pavimento debe tener la capacidad necesaria de ofrecer una superficie de rodadura cómoda y segura, libre de irregularidades que afecten el tránsito. Principalmente, este aspecto se analiza mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), que clasifica el pavimento como excelente, bueno, regular, malo o muy malo según cuantifica la rugosidad superficial.

Condición estructural:

Se relaciona con la resistencia interna del pavimento para soportar las cargas del tránsito sin presentar deformaciones excesivas o fallas en sus capas. Se evalúa mediante

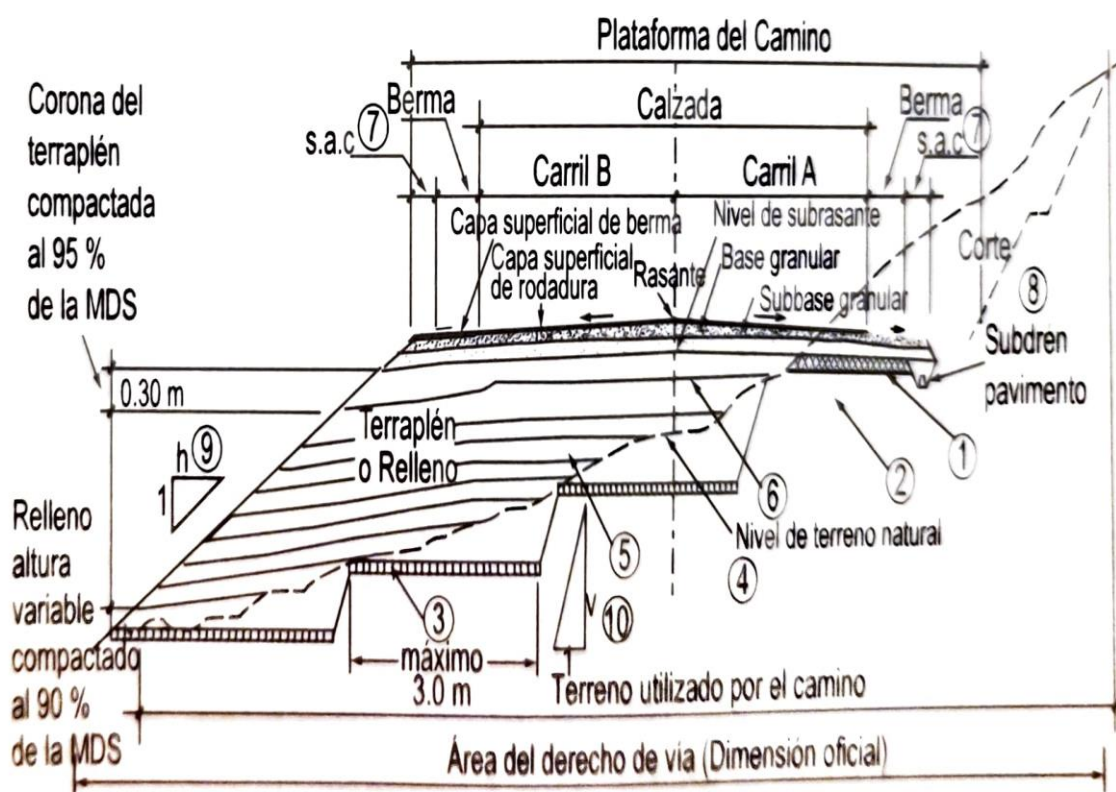
ensayos como la deflexión con viga Benkelman o el Falling Weight Deflectometer (FWD), que permiten estimar la capacidad de soporte del pavimento.

2.2.7. Pavimento

Según Montejo (2022), para transmitir eficazmente las cargas producidas por el tráfico de vehículos, el pavimento se compone de múltiples capas que se colocan de manera uniforme, están fabricadas con materiales adecuados y se compactan correctamente. Su objetivo era proporcionar una estructura resistente y duradera, proteger la base de los impactos del clima y los elementos, y optimizar la superficie añadiendo una segunda capa de material.

Figura 1

EL PAVIMENTO Y SUS PARTES



Nota: manual de la construcción ICG

Las carreteras con menos tráfico y superficies más irregulares podrían soportar hasta 300 000 AE (equivalentes de eje), según el MTC (2014), tras una década de pruebas. Los investigadores llegaron a esta conclusión. Entre los muchos tipos de carreteras que se clasificaron se encontraban las carreteras de grava mejoradas con tierra, las carreteras sin asfaltar cubiertas con materiales recogidos en canteras, las carreteras de grava recubiertas con materiales naturales derivados del petróleo y las carreteras tratadas con materiales industriales.

2.2.8. conservación y Mantenimiento vial

La conservación y mantenimiento vial se entendieron como el conjunto de actividades planificadas y ejecutadas con el propósito de preservar la infraestructura de las carreteras en condiciones óptimas de servicio y seguridad. Estas labores incluyeron acciones preventivas, rutinarias y correctivas que permitieron prolongar la vida útil del pavimento, minimizar los costos de rehabilitación y garantizar la continuidad del tránsito. Asimismo, se consideró que la conservación abarcaba la limpieza, señalización, bacheo, control de drenaje y demás trabajos necesarios para evitar el deterioro acelerado, mientras que el mantenimiento se orientó a corregir daños ya presentes en la vía. De este modo, se afirmó que una adecuada gestión vial contribuyó al desarrollo económico y social al asegurar una movilidad eficiente y segura para los usuarios.

2.2.9. Vida útil de los pavimentos

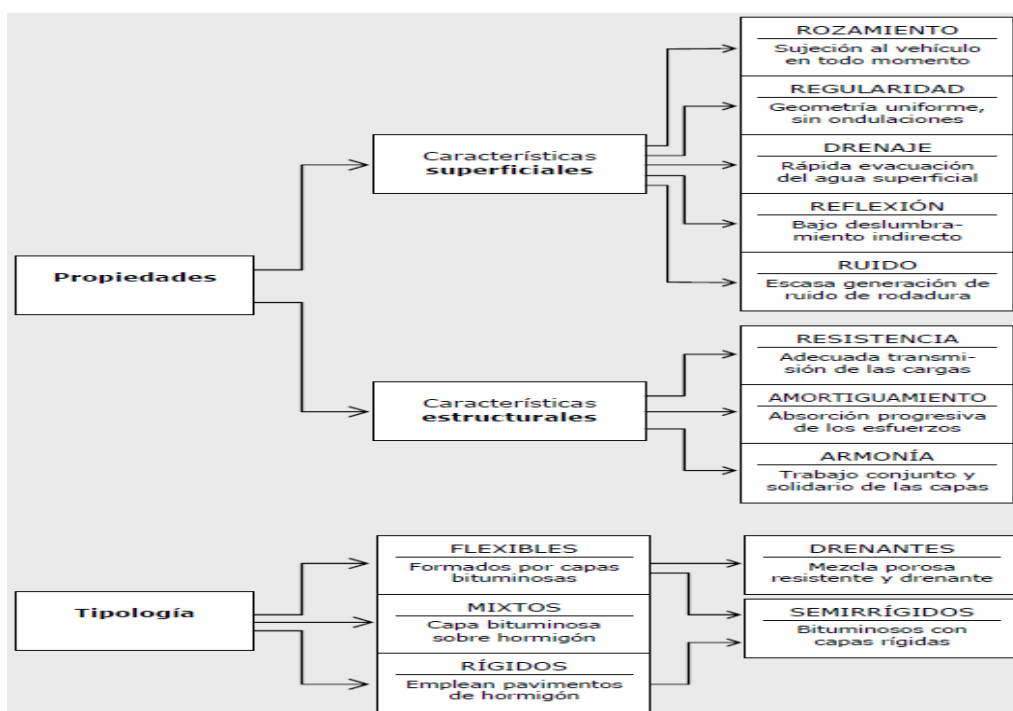
El tipo de estructura utilizada, las condiciones climáticas de la zona, la cantidad de tráfico en las vías y las labores de mantenimiento realizadas influyeron directamente en la duración de los pavimentos. Los pavimentos flexibles, elaborados con mezclas asfálticas, tuvieron una vida útil promedio de entre 15 y 30 años, mientras que los pavimentos de concreto pudieron superar los 30 años de servicio cuando recibieron un mantenimiento adecuado. El tránsito pesado, el clima adverso y la calidad de los materiales empleados en su construcción tuvieron un impacto significativo en su durabilidad.

2.2.10. El pavimento y sus funciones

Como resultado, estas características ayudaron a disminuir los costos de mantenimiento vial y, al mismo tiempo, garantizaron la eficiencia y durabilidad de la red de carreteras. Gracias a ello, las vías se mantuvieron más seguras, confiables y adaptadas a las demandas del tránsito moderno. En conjunto, el pavimento flexible no solo mejoró la calidad de la infraestructura, sino que también contribuyó al desarrollo económico y social, facilitando el transporte de personas y bienes, y fortaleciendo la conexión entre las comunidades. según Montejo (2022) al ofrecer a los usuarios una conducción segura y confortable se lograron disminuir los costos de operación vehicular los tiempos de viaje y la incidencia de accidentes al mismo tiempo que se redujeron los gastos de mantenimiento además se fortaleció el entorno del transporte y de las actividades relacionadas gracias a la disponibilidad de una superficie adecuada para el movimiento almacenamiento y traslado eficiente de bienes resaltándose que fue fundamental asegurar que el pavimento se mantuviera apto para el tránsito vehicular en todo tipo de condiciones climáticas

Figura 2

Propiedades generales de los pavimentos



Nota: (Bañon Blazquez, 2018)

2.2.11. Pavimento Flexible

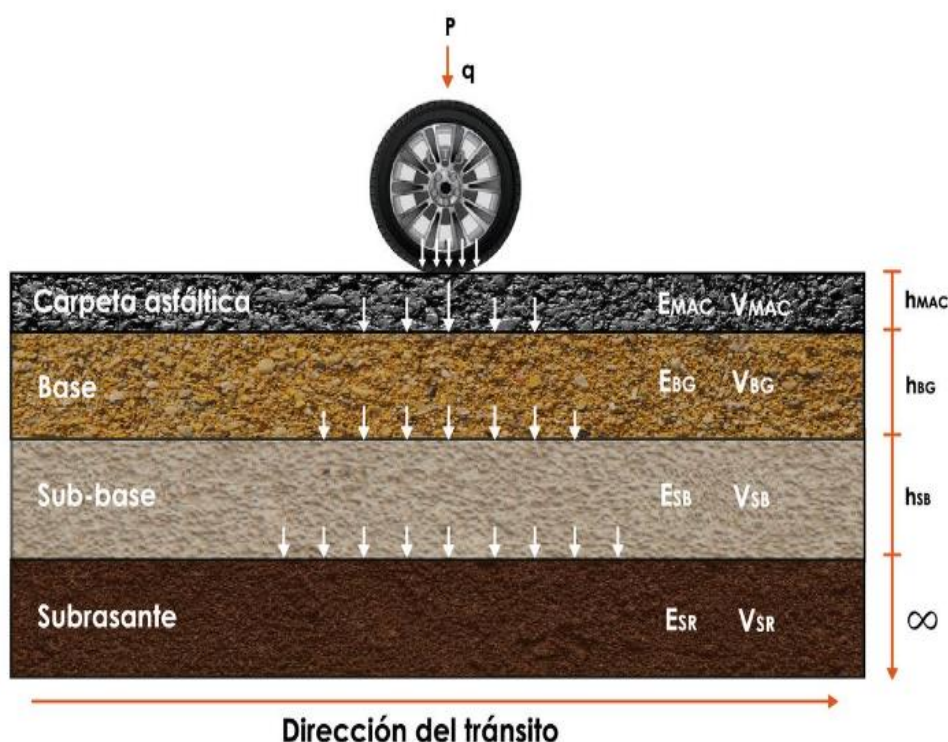
Según Montejo (2002), Un pavimento flexible se entiende como una estructura compuesta por varias capas de materiales granulares, unidas mediante mezclas asfálticas que actúan como ligantes. Su principal ventaja radica en la capacidad de adaptarse y deformarse sin fracturarse, lo que le permite distribuir de manera uniforme las cargas generadas por el tránsito vehicular hacia el terreno natural.

La subbase, la base y la carpeta asfáltica cumplen cada una una función específica, y trabajan en conjunto para evitar la acumulación de tensiones, lo que reduce el desgaste y prolonga la vida útil del pavimento, gracias a su flexibilidad, este tipo de estructura puede soportar el tráfico constante y las variaciones climáticas, adaptándose incluso a pequeñas irregularidades del terreno, lo que brinda una superficie de rodadura más suave, segura y duradera.

Desde una perspectiva teórica, los pavimentos flexibles demostraron ofrecer ventajas notables en carreteras sometidas a tránsito variado, gracias a su capacidad para absorber y distribuir las cargas vehiculares sin generar daños estructurales significativos y su comparación con los pavimentos rígidos, este tipo de pavimento resultó más fácil de reparar y mantener a lo largo de su vida útil. Para su construcción se emplearon materiales como áridos y mezclas asfálticas, reconocidos por su resistencia y durabilidad, aunque la composición de las capas se ajustó según las condiciones específicas de cada vía, debido a su flexibilidad y capacidad de adaptación frente a distintos climas y niveles de tránsito, los pavimentos flexibles se consolidaron como una alternativa versátil y ampliamente utilizada en la infraestructura vial moderna.

Figura 3

partes de un pavimento flexible



Nota: Soria Salazar 2019

2.2.12. Capa de rodadura en pavimentos

Un análisis económico de la capa de rodadura tuvo en cuenta la relación entre la inversión inicial y el coste total de mantenimiento a lo largo de su vida útil; un pavimento bien diseñado requería menos intervenciones y estas eran menos costosas, lo que mejoraba su rentabilidad. Del mismo modo, esta capa contribuyó a mejorar la calidad de vida en las zonas residenciales y urbanas al reducir el ruido de los vehículos. Para ello, se utilizaron texturas superficiales que amortiguaban el sonido de los neumáticos al entrar en contacto con la superficie. La supervisión constante de la mezcla de asfalto, la temperatura de aplicación y los procedimientos de compactación permitió un estricto control de calidad durante la construcción para garantizar un rendimiento óptimo. La capa de rodadura también tenía que ser resistente a la intemperie, por lo que se utilizaron materiales que pudieran mantener su forma incluso cuando se sometían a temperaturas muy altas o muy

bajas. Por último, esta capa necesitaba inspecciones y reparaciones periódicas para mantenerla en buen estado. Estas incluían el sellado de grietas, el repavimentado de secciones dañadas y la aplicación de tratamientos superficiales para hacer el pavimento más resbaladizo y menos permeable. De este modo, se aumentó considerablemente la vida útil del pavimento.

2.2.13. Ciclo de vida de un pavimento

Según Menéndez (2003), existen varias fases en el ciclo de vida de un pavimento, que comienza con la planificación y termina con la rehabilitación o sustitución. Cada fase es crucial para la longevidad y el rendimiento de la infraestructura.

Planificación y diseño

El proceso comenzó con la fase de planificación y diseño, en la cual se realizaron estudios de tránsito, investigaciones de suelos y evaluaciones ambientales para determinar el tipo de pavimento más adecuado; en esta etapa se definieron las capas estructurales, considerando la capacidad de carga, la durabilidad y los costos; además, se garantizó que los materiales seleccionados cumplieran con los estándares técnicos necesarios para asegurar un desempeño óptimo durante toda la vida útil del pavimento.

Operación y uso

Una vez finalizada la construcción, el pavimento entró en su fase de operación, soportando el tránsito vehicular diario durante varios años; en este periodo se monitorearon aspectos como la resistencia al deslizamiento, la deformación y el desgaste, con el objetivo de determinar cuándo era necesaria una intervención; la duración de esta etapa dependió principalmente de la calidad estructural del pavimento y de los materiales empleados en su construcción.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo fue fundamental para prolongar la vida útil del pavimento; incluyó actividades como el sellado de grietas, la impermeabilización y reparaciones menores, todas orientadas a evitar que los pequeños daños se convirtieran



en problemas mayores; la aplicación periódica de estos tratamientos permitió preservar el buen estado de la vía y reducir la necesidad de intervenciones costosas.

Mantenimiento correctivo

Cuando el pavimento presentó deterioros más avanzados, se implementaron acciones de mantenimiento correctivo, tales como repavimentaciones o reparación de deformaciones significativas; esta etapa, más costosa y disruptiva que la preventiva, tuvo como finalidad restablecer el nivel de servicio y la seguridad de la vía; su ejecución resultó indispensable conforme el envejecimiento estructural se hizo más evidente.

Rehabilitación

La rehabilitación se llevó a cabo cuando el deterioro alcanzó niveles severos y el mantenimiento correctivo dejó de ser suficiente; este proceso incluyó técnicas como el fresado y reemplazo de la capa superficial, o incluso la reconstrucción parcial de las capas inferiores, con el propósito de extender la vida útil del pavimento y mejorar su rendimiento general.

Reemplazo

Finalmente, cuando la rehabilitación ya no resultó viable, se recurrió al reemplazo total del pavimento; esta etapa implicó la remoción completa de la estructura existente y la construcción de una nueva, representando la fase más costosa y compleja, pero necesaria para mantener la red vial en condiciones óptimas; con ello, se dio inicio a un nuevo ciclo de vida del pavimento.

Evaluación y retroalimentación

La última etapa correspondió a la evaluación del desempeño del pavimento y la retroalimentación del proceso; la información recopilada a lo largo de todas las fases permitió ajustar los diseños, las técnicas constructivas y las estrategias de mantenimiento, optimizando así la durabilidad, la eficiencia y el desempeño futuro de las infraestructuras viales.

2.2.14. Superficial regularidad

La regularidad superficial de un pavimento se entiende como el grado de uniformidad y continuidad que presenta la capa de rodadura a lo largo de toda su extensión; este aspecto refleja directamente la calidad del proceso constructivo y el estado de conservación de la vía. Su importancia radica en que influye de manera directa tanto en la comodidad y seguridad de los usuarios, como en los costos de operación de los vehículos; una superficie con alta regularidad permite una circulación más fluida, reduce las vibraciones y esfuerzos mecánicos sobre los vehículos y disminuye el desgaste prematuro de neumáticos y sistemas de suspensión. En cambio, una superficie irregular genera incomodidad al conducir, incrementa el riesgo de accidentes y eleva los costos de mantenimiento, tanto para los usuarios como para la propia infraestructura vial. Desde el punto de vista técnico, la regularidad superficial se evalúa mediante parámetros estandarizados, siendo el Índice de Regularidad Internacional (IRI) uno de los indicadores más importantes, ya que permite medir de manera objetiva el desempeño funcional del pavimento y determinar su nivel de servicio.

2.2.15. Los pavimentos y su vida útil

Menéndez (2003) Se señaló que, para que un pavimento alcanzara un ciclo de vida óptimo, debía pasar inicialmente por una fase de planificación y diseño detallada; posteriormente, era necesario ejecutar la construcción con altos estándares de calidad; durante su periodo de servicio, se debía realizar un mantenimiento preventivo periódico con el fin de evitar un deterioro prematuro; conforme el pavimento envejecía, se requería aplicar trabajos de mantenimiento correctivo para atender daños de mayor magnitud; en ciertos casos, resultaba indispensable llevar a cabo una rehabilitación profunda que permitiera restablecer sus condiciones funcionales; finalmente, cuando la vía llegaba al final de su vida útil, debía ser reemplazada por completo, lo que posibilitaba reiniciar el

ciclo y asegurar que la infraestructura vial se mantuviera resistente y eficiente a lo largo del tiempo. (p.46).

2.2.16. Elementos que integran un pavimento flexible

Coronado (2002) explicó que la construcción de un pavimento flexible requirió el empleo de diversas capas de materiales que trabajaron en conjunto para dispersar de manera adecuada las cargas generadas por el tránsito hacia la subrasante, garantizando así su utilidad y durabilidad. La capa de rodadura, compuesta por una mezcla asfáltica de agregados y ligante bituminoso, fue la encargada de proporcionar una superficie segura y uniforme, resistir el desgaste, proteger las capas inferiores de la infiltración de agua, mejorar la tracción y reducir el ruido debajo de esta se ubicó la capa intermedia o binder, conformada por mezclas asfálticas con agregados medianos, cuya función fue distribuir las cargas hacia las capas inferiores, reducir el riesgo de fisuras y servir como barrera contra el agua. La capa base, elaborada con agregados granulares o estabilizados con cemento o asfalto, constituyó el principal soporte estructural, ya que distribuyó uniformemente las cargas, mejoró la capacidad de soporte y facilitó el drenaje interno.

A continuación, se dispuso la subbase, hecha de agregados de menor calidad, que aportó resistencia adicional, ayudó al drenaje y transmitió las cargas hacia la subrasante. Finalmente, la subrasante, conformada por el suelo natural compactado, sirvió de fundamento para todas las capas, brindó soporte estructural, distribuyó las cargas hacia el terreno y evitó deformaciones gracias a una adecuada preparación y compactación.

2.2.16.1. Sub-rasante:

Según Coronado (2002), la subbase es la capa de suelo natural que actúa como base para la construcción del pavimento. Cumple una doble función: sirve de soporte estructural para la carretera y transmite la carga a las capas inferiores. Era fundamental garantizar una capacidad de carga y una estabilidad suficientes, ya



que esto tenía un impacto directo en la durabilidad y el rendimiento del pavimento.

La aplicación de tratamientos de compactación y estabilización mejoró sus características y proporcionó una base sólida y uniforme sobre la que construir las capas superiores del pavimento (p. 77).

2.2.16.2. Subbase:

Como lo indicó Coronado (2002), la subbase del pavimento se definió como una capa intermedia ubicada entre la subrasante —compuesta por el suelo natural— y la base del pavimento. Desde una perspectiva de ingeniería vial, esta capa desempeñó un papel esencial al proporcionar un soporte estructural adicional y al mejorar la capacidad de carga de la vía, distribuyendo de manera más uniforme las cargas del tránsito hacia la subrasante. Para su conformación se utilizaron comúnmente materiales granulares, como grava o piedra triturada, que fueron compactados hasta alcanzar una estructura sólida y resistente. Además de su función estructural, la subbase contribuyó de manera significativa al drenaje del agua, lo que permitió proteger las capas superiores del pavimento y extender la vida útil de toda la infraestructura (p. 77).

2.2.16.3. Base granular:

Según Coronado (2002), la base de un pavimento se localizó entre la subbase y la capa de rodadura, cumpliendo un rol esencial dentro de la estructura. Su función principal fue aportar soporte y asegurar una adecuada distribución de las cargas del tránsito hacia las capas vecinas. Estuvo conformada por materiales granulares compactados, como grava triturada, o por mezclas estabilizadas con asfalto o cemento, lo que le proporcionó la resistencia requerida. Esta capa fue considerada un componente crucial para la estabilidad y durabilidad del pavimento, pues debía mantener la solidez y uniformidad necesarias para resistir los esfuerzos

aplicados y evitar deformaciones que afectaran el desempeño estructural y disminuyeran la vida útil de la vía. (p. 78).

2.2.17. Pavimento y su comportamiento.

En primer lugar, la distribución de cargas representó un factor fundamental en el comportamiento del pavimento; este fue diseñado para que el peso de los vehículos se transmitiera de manera uniforme a través de sus diferentes capas hasta llegar a la subrasante; dicha transferencia equilibrada permitió evitar deformaciones excesivas y fallas estructurales. Las capas superiores, como la del ligante asfáltico, se encargaron de absorber el impacto directo del tránsito y distribuir progresivamente las cargas hacia las capas inferiores, lo que redujo las tensiones en la superficie y prolongó la vida útil del pavimento.

Por otro lado, la resistencia y durabilidad fueron aspectos igualmente esenciales; la capacidad del pavimento para soportar las cargas y resistir los efectos del medio ambiente dependió en gran medida de la calidad de los materiales empleados y de la correcta ejecución de cada capa durante la construcción. Mientras la capa asfáltica debía resistir el desgaste y la deformación plástica, las capas inferiores proporcionaron el soporte estructural necesario para mantener la integridad del sistema; además, la resistencia frente a heladas y la impermeabilidad frente a la infiltración de agua fueron factores determinantes para preservar el rendimiento y la durabilidad del pavimento a lo largo del tiempo.

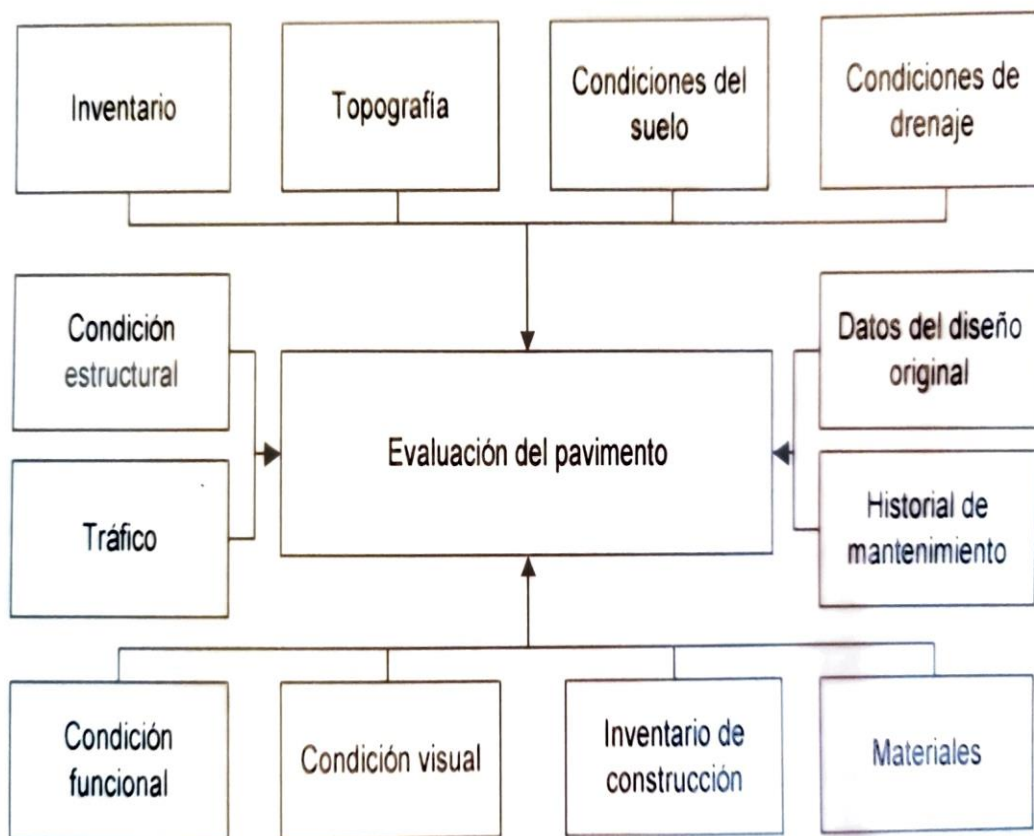
Finalmente, la deformación y la fatiga fueron procesos inevitables como consecuencia de los ciclos repetitivos de carga y descarga producidos por el tránsito. Dichos ciclos generaron deformaciones permanentes, como la formación de huellas de rodadura, y provocaron fatiga en los materiales, lo que derivó en fisuras y defectos visibles en la superficie, esta degradación progresiva acumulada, conocida como fatiga, comprometió la estructura del pavimento; cuando no se atendió adecuadamente, llegó incluso a causar fallas críticas y la ruptura prematura de la vía.

2.2.18. Fallas en los pavimentos.

Con un patrón semejante a "piel de cocodrilo" producto de cargas repetitivas. De manera frecuente se observaron ahuellamientos, es decir, surcos formados por la deformación plástica bajo tránsito constante, así como desgaste superficial, que redujo la fricción y elevó el riesgo de accidentes. La desintegración, expresada en baches y agujeros generados por tránsito pesado e infiltración de agua, representó un peligro considerable para la seguridad vial.

Figura 4

Evaluación de un pavimento



Nota: (Menendez Acurio, 2016)

2.2.19. superficial

Montejo (2002) expuso que el estado de la superficie de una carretera, así como las condiciones del entorno asociado al pavimento, influyeron de manera directa en la

seguridad y comodidad tanto de los conductores como de los peatones. Para evaluar estas condiciones, se recurrió a la inspección visual apoyada en dispositivos como cámaras, drones y equipos especializados de medición, lo que permitió realizar diagnósticos indispensables para planificar tareas de mantenimiento, reparación o rehabilitación. Durante este proceso se identificaron defectos característicos, tales como fracturas, perforaciones y deformaciones, que afectaron el desempeño funcional del pavimento.

Las inspecciones proporcionaron suficiente información para determinar la magnitud de los problemas y programar adecuadamente los trabajos de mantenimiento necesarios. El Método de Evaluación Visual de Pavimentos (MEVP) y las nuevas técnicas, como las evaluaciones con tecnología láser, fueron las más destacadas, ya que ofrecieron una visión completa de la superficie del pavimento. Esto permitió evaluar las condiciones de la vía de manera precisa y objetiva, facilitando un mantenimiento más eficaz de la infraestructura vial.

2.2.20. Evaluación Funcional de Pavimentos

La evaluación funcional de pavimentos se entendió como un proceso técnico destinado a determinar la capacidad de una vía para ofrecer condiciones adecuadas de seguridad, comodidad y eficiencia en la circulación vehicular; este tipo de análisis no se centró únicamente en la resistencia estructural del pavimento, sino que puso énfasis en la calidad del servicio que este proporcionó a los usuarios a lo largo de su vida útil. Para ello, se tomaron en cuenta aspectos como la regularidad superficial, la fricción, la suavidad de rodadura y la velocidad de operación segura, factores determinantes en la experiencia de conducción y en la conservación de la infraestructura.

Durante su ejecución, se llevaron a cabo inspecciones visuales detalladas, el levantamiento de defectos superficiales y la medición de índices de condición como el PCI (Pavement Condition Index) y el IRI (International Roughness Index); estas técnicas fueron complementadas con encuestas de percepción aplicadas a conductores, lo que permitió

obtener una visión más completa del comportamiento funcional del pavimento desde el punto de vista técnico y del usuario.

En conjunto, la evaluación funcional se consolidó como una herramienta clave para la gestión vial, ya que facilita la planificación eficiente del mantenimiento y la rehabilitación, optimiza el uso de los recursos disponibles y contribuye a garantizar un tránsito más seguro, cómodo y sostenible para los usuarios y la comunidad en general.

2.2.21. Regularidad superficial del pavimento

La regularidad de un pavimento se interpretó como el grado de uniformidad que presentaba su superficie en comparación con un perfil ideal; este aspecto fue un factor determinante para garantizar la comodidad, seguridad y eficiencia del tránsito vehicular. Dicho parámetro reflejaba las irregularidades longitudinales y transversales de la vía, las cuales influían directamente en la suavidad del recorrido, la adherencia entre los neumáticos y el pavimento y el desgaste de los vehículos. Una superficie bien nivelada y regular permitió una conducción más segura y confortable, redujo las vibraciones y los costos de operación; en cambio, la falta de uniformidad provocó incomodidad al conducir, mayor riesgo de accidentes y un acelerado deterioro de la infraestructura vial.

2.2.22. Nivel de servicio de un pavimento

El nivel de servicio de un pavimento se define como el grado de comodidad, seguridad y eficiencia que la superficie de rodadura proporciona al usuario durante la circulación vehicular. Representa una medida del desempeño funcional del pavimento y está directamente relacionado con la regularidad superficial, el confort de manejo, la velocidad de operación y el estado general de la vía.

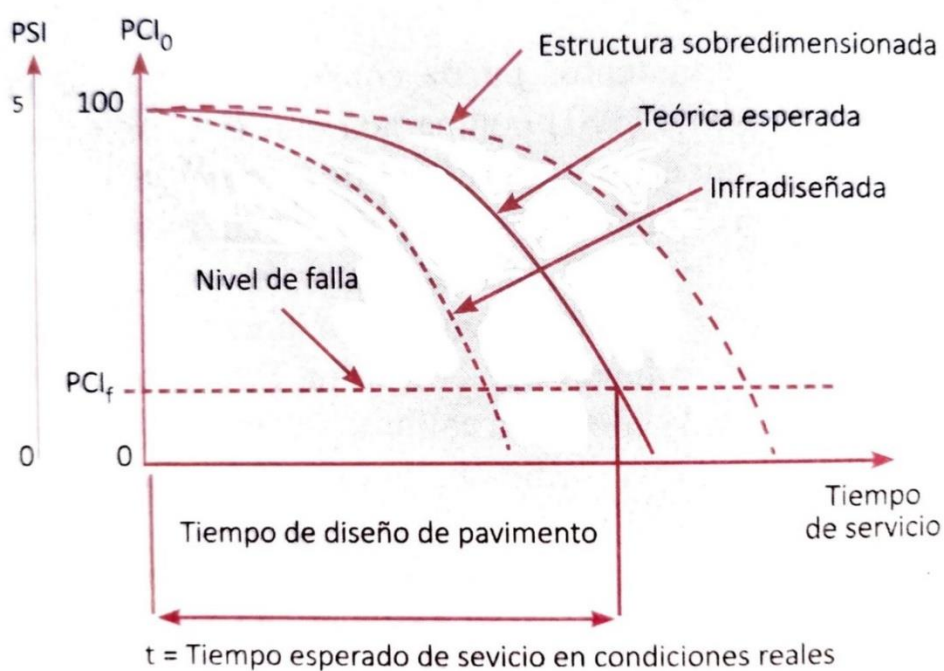
De acuerdo con el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013) y la metodología del Banco Mundial (1986), el nivel de servicio se cuantifica principalmente mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), el cual expresa la rugosidad

longitudinal del pavimento en metros por kilómetro (m/km). A menor valor del IRI, mayor es el nivel de servicio, ya que la vía ofrece una rodadura más uniforme y confortable; por el contrario, valores altos indican un pavimento irregular, con deficiencias que afectan la comodidad del usuario y la eficiencia vehicular.

El nivel de servicio también puede considerarse como una percepción combinada del usuario y de la condición física del pavimento. Este parámetro es fundamental para la toma de decisiones en mantenimiento y rehabilitación vial, ya que refleja cómo la infraestructura cumple su función de movilidad en condiciones reales de operación.

Figura 5

Situaciones de degradación del pavimento



Nota: (Gutiérrez Lázares, 2018)

2.2.23. Razones y causas de degradación de los pavimentos

Según Gutiérrez (2018), hay una serie de factores que influyen en la estructura de los pavimentos desde el momento en que se construyen hasta que dejan de utilizarse. Su longevidad se ve directamente afectada por factores como la calidad del diseño original, la

elección de los materiales adecuados, las condiciones meteorológicas, el tipo y el volumen de tráfico y el mantenimiento regular, afirma. Una gestión inadecuada de estos elementos acelera el desgaste del pavimento, acortando su vida útil y reduciendo drásticamente su rendimiento.

Tabla 2

Causas de falla de un pavimento

Categoría Causas principales Efectos en el pavimento

Diseño y construcción	- Diseño estructural inadecuado - Espesor insuficiente de capas - Mala compactación	Aparición temprana de grietas, deformaciones y pérdida de capacidad estructural.
Materiales	- Uso de materiales de baja calidad - Selección inadecuada de agregados - Ligante asfáltico deficiente	Baja resistencia, desprendimiento de partículas, fisuras prematuras y deterioro acelerado.
Tránsito vehicular	- Alto volumen de tráfico - Sobrecarga de vehículos pesados - Tráfico repetitivo	Ahuellamientos, fisuras por fatiga, deformaciones plásticas y desgaste superficial.
Condiciones climáticas	- Variaciones extremas de temperatura - Congelamiento y deshielo - Exposición prolongada al agua	Fisuras térmicas, baches, pérdida de adherencia y disminución de la capacidad estructural.
Mantenimiento	- Falta de mantenimiento preventivo - Intervenciones tardías o inadecuadas	Avance acelerado de daños menores hacia fallas graves, reducción drástica de la vida útil.
Drenaje	- Ausencia de drenaje adecuado - Filtración de agua en capas inferiores	Baches, hundimientos, pérdida de soporte y desintegración del pavimento.
Factores ambientales	- Acción de agentes químicos (sal, combustibles, aceites) - Contaminación ambiental	Daños superficiales, pérdida de cohesión en el ligante y reducción de la resistencia.

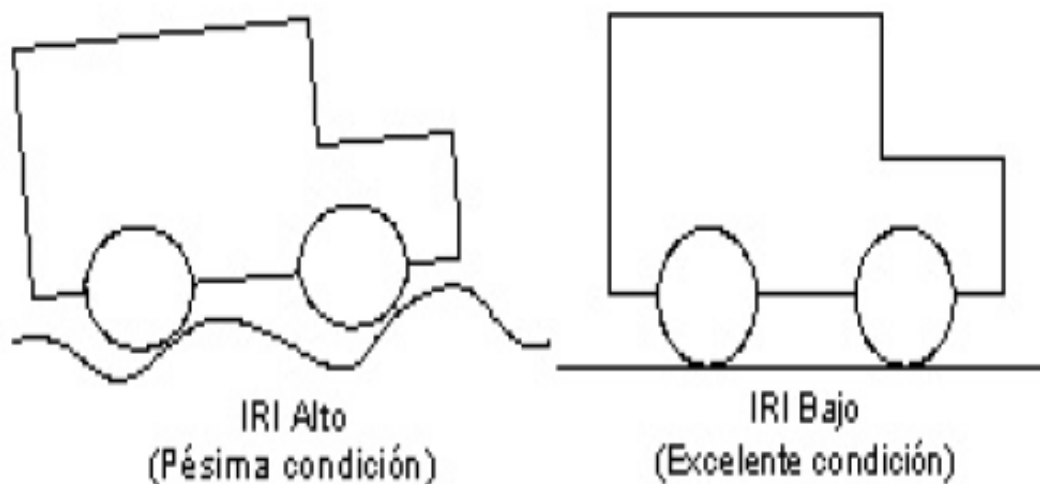
Nota: (Gutierrez Lázares, 2018, pág. 47)

2.2.24. Índice de Rugosidad Internacional (IRI)

La rugosidad de un pavimento se entendió como la medida de las irregularidades presentes en su superficie, las cuales influyeron directamente en la comodidad, seguridad y eficiencia del tránsito vehicular. Según Corros B. (2017), este parámetro pudo evaluarse mediante el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), considerado un estándar universal para valorar la calidad funcional de las vías. Dicho índice se calculó a partir de registros obtenidos con equipos especializados que capturaron las variaciones del perfil longitudinal del pavimento a lo largo de un tramo determinado. Con esta información fue posible establecer un valor cuantitativo que permitió diagnosticar el estado superficial, identificar la necesidad de intervenciones de mantenimiento y comparar de manera objetiva la condición de diferentes carreteras a nivel nacional e internacional.

Figura 6

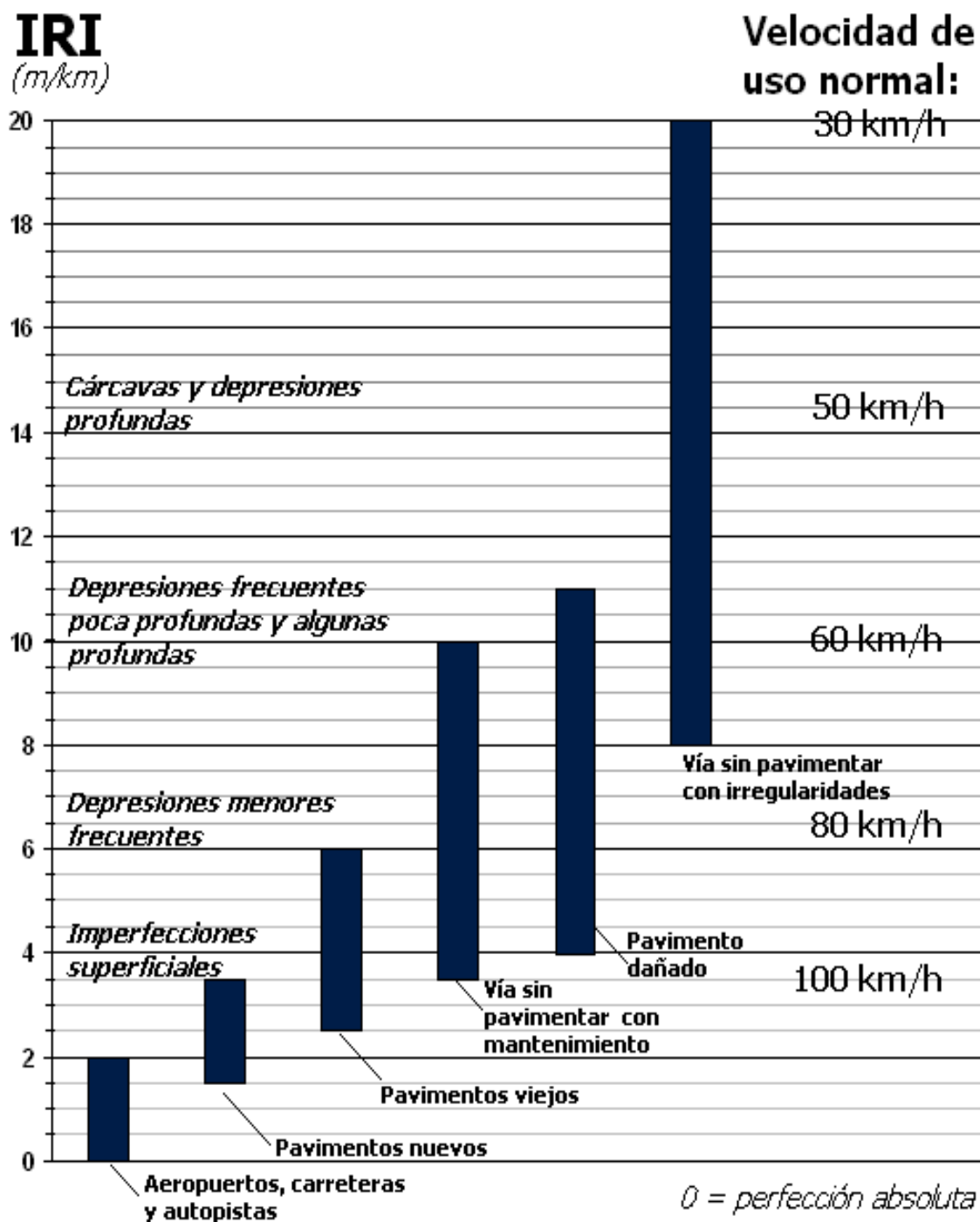
IRI en pavimentos



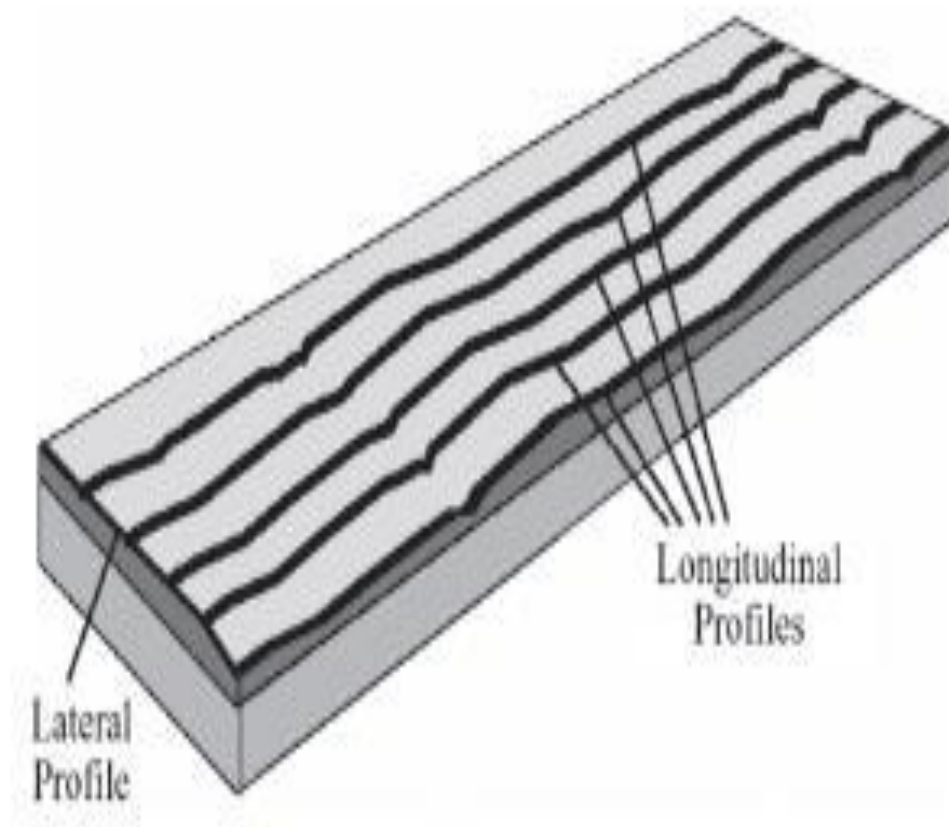
Nota: (Corros B., 2017)

Figura 7

medida del IRI



Nota: Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI.

Figura 8*Perfil de una carretera**Nota: elaboración propia*

2.2.25. Rugosímetro MERLIN

El rugosímetro MERLIN (Machine for Evaluating Roughness using Low-cost INstrumentation) es un dispositivo mecánico desarrollado por la TRRL (Transport and Road Research Laboratory) para medir la irregularidad superficial de pavimentos. Funciona mediante un brazo con rueda y puntero que registra las variaciones verticales del perfil longitudinal de la vía. Es portátil, económico y fácil de operar, por lo que resulta ideal para estudios en zonas donde no se dispone de equipos automatizados, permitiendo estimar el Índice de Regularidad Internacional (IRI).

Figura 9

Esquema de merlín

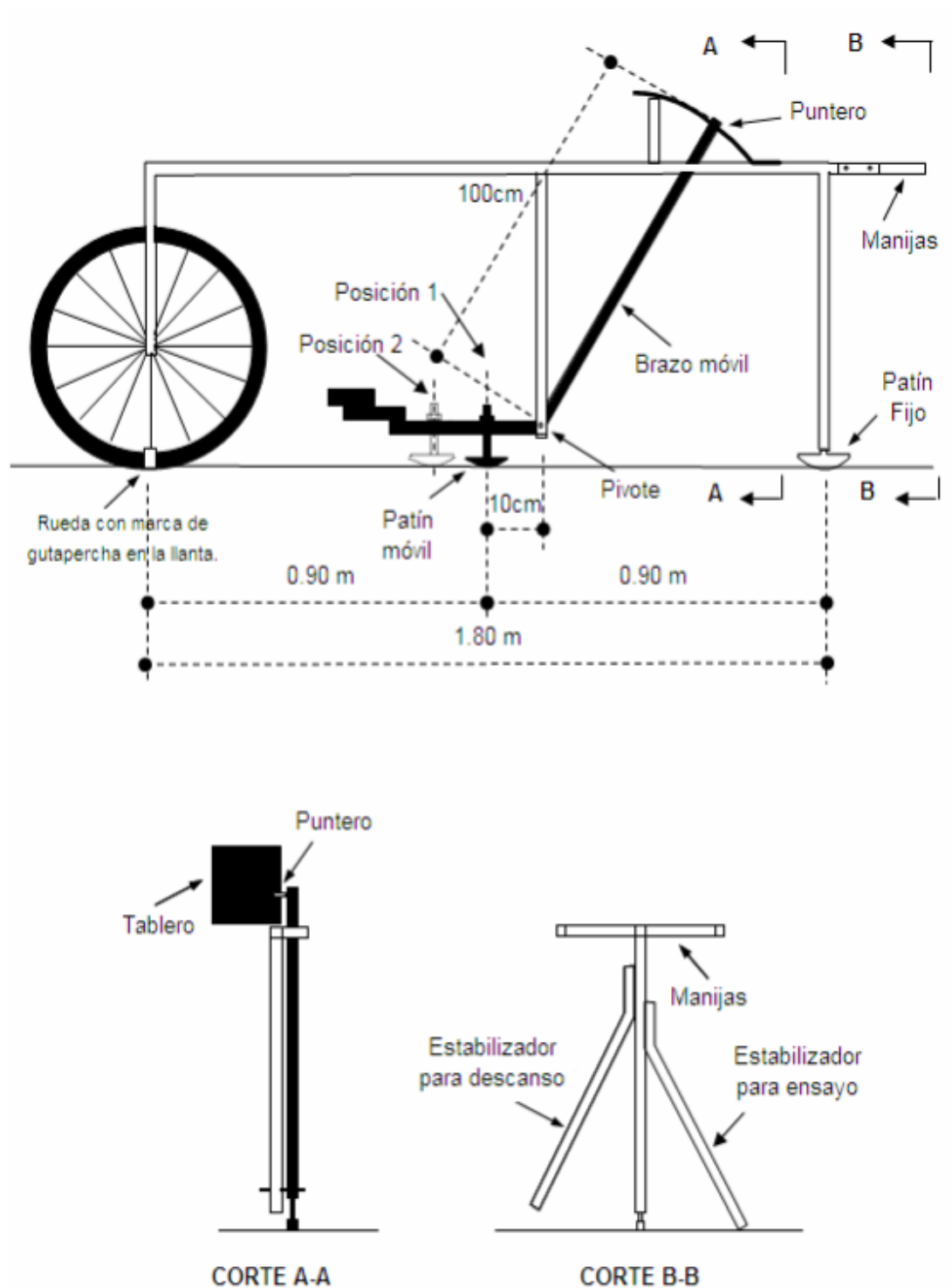




Figura 10

Medición rugosímetro merlin

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

Figura 11

desplazamientos promedio

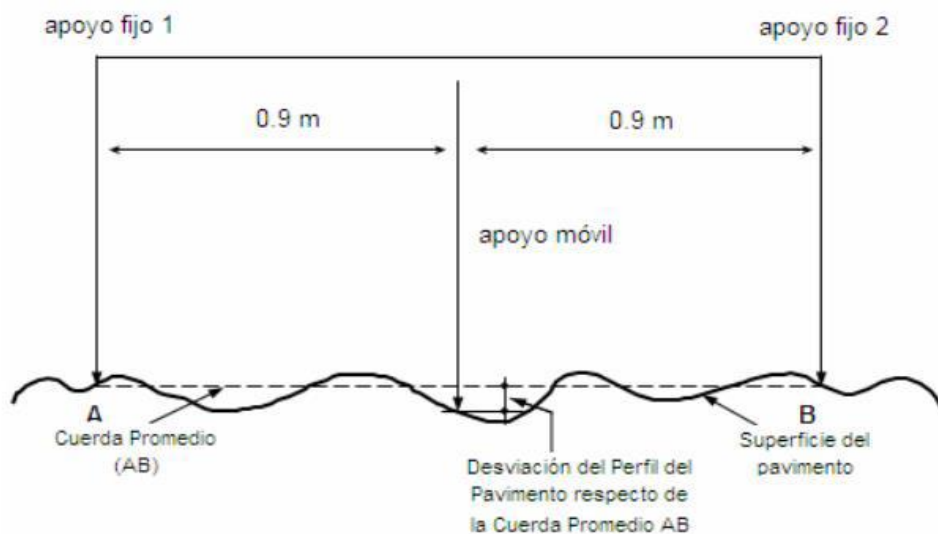
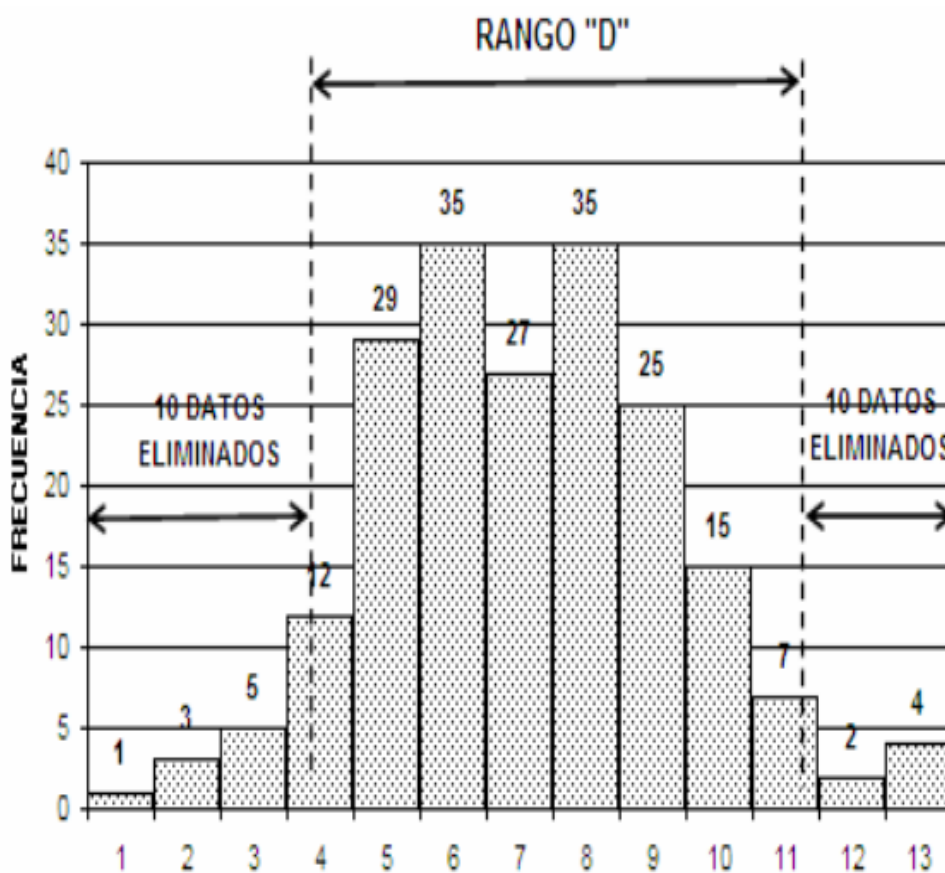


Figura 12

Histograma de distribución de frecuencias



Nota: manual de rugosímetro

$$R=5.5\ln (5.0/PSI) \pm 25\%, \text{ para } R<12$$

Donde:

R = Rugosidad (IRI) PSI = Índice de Serviciabilidad Presente

Tabla 3

valores de PSI

PSI	Transitabilidad
0-1	Muy Mala
1-2	Mala
2-3	Regular
3-4	Buena
4-5	Muy Buena

Nota: PSI=Índice de Serviciabilidad Presente

2.3. Marco conceptual

Pavimento flexible

Built with multiple layers of granular materials and a top layer of asphalt, this structure ensures a comfortable ride by distributing traffic loads equally to the subgrade.

Regularidad superficial

Grado de lisura o uniformidad que presenta la superficie de rodadura de un pavimento; influye directamente en la comodidad, seguridad y costos de operación de los vehículos.

Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Parámetro estandarizado mundialmente que mide la rugosidad longitudinal del pavimento en metros por kilómetro (m/km). Permite clasificar el nivel de servicio del pavimento.

Evaluación funcional del pavimento

Proceso técnico que determina la capacidad de una vía para ofrecer comodidad, seguridad y eficiencia al tránsito vehicular, considerando la regularidad superficial y la condición de la superficie.

Condición del pavimento

Estado físico y funcional de la estructura vial, determinado por su capacidad para soportar las cargas de tránsito y ofrecer una rodadura segura y confortable.

Nivel de servicio del pavimento

Medida del desempeño funcional de una vía en términos de comodidad, seguridad y eficiencia de la rodadura, directamente relacionada con los valores del IRI.

Mantenimiento vial

Conjunto de actividades rutinarias, preventivas y correctivas destinadas a conservar la funcionalidad y prolongar la vida útil del pavimento, reduciendo costos de rehabilitación.

Rugosímetro MERLIN

Dispositivo mecánico diseñado por la TRRL que permite medir la irregularidad superficial de los pavimentos mediante un sistema de registro manual del perfil longitudinal, correlacionado con el IRI.

Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Indicador que expresa el grado de comodidad y transitabilidad que perciben los usuarios, con valores de 0 (muy mala) a 5 (muy buena) según la condición funcional del pavimento.

Funcionalidad del pavimento flexible

Capacidad del pavimento para brindar una rodadura segura, cómoda y eficiente, determinada por la rugosidad superficial, el nivel de servicio y el confort de manejo.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Utilizando un diseño transversal no experimental y una metodología descriptiva-aplicativa, el estudio se llevó a cabo utilizando una técnica cuantitativa. En 2025, esta técnica se utilizó para evaluar el funcionamiento del pavimento flexible del Jirón Progreso en Juliaca. Para llevar a cabo el estudio, los investigadores utilizaron el medidor de rugosidad MERLIN para medir la rugosidad de la superficie del pavimento y estimar el Índice Internacional de Regularidad (IRI). Estos datos se recopilaban de forma objetiva sobre el terreno. Además de estas métricas, se calcularon el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Serviciabilidad Actual (PSI).

3.1. Diseño

El estudio adoptó un diseño de investigación no experimental, debido a que las variables no fueron manipuladas de manera deliberada, sino observadas y analizadas en su entorno natural. La investigación se centró en evaluar el estado funcional del pavimento flexible del jirón Progreso, en la ciudad de Juliaca, durante el año 2025. Para ello, se consideró el Índice de Regularidad Internacional (IRI) como variable independiente y la funcionalidad del pavimento como variable dependiente. El investigador se limitó a medir, describir y analizar la relación entre ambas variables sin intervenir en ellas, con el fin de determinar el nivel de servicio del pavimento y plantear acciones de mantenimiento vial adecuadas.

3.2. Enfoque

El estudio presentó un **enfoque mixto**, al combinar métodos cuantitativos y cualitativos para evaluar la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso en la ciudad de Juliaca durante el año 2025. Desde el enfoque cuantitativo, se analizaron los valores obtenidos del Índice de Regularidad Internacional (IRI), el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI), con el propósito de determinar objetivamente el nivel de servicio. Paralelamente, desde el enfoque cualitativo, se interpretaron los resultados y calificaciones obtenidas, relacionándolos con la percepción del estado del pavimento y la comodidad del tránsito vehicular. La integración de ambos enfoques permitió comprender de manera integral el comportamiento funcional del pavimento y sustentar las recomendaciones de mantenimiento vial.

3.3. Nivel

El estudio se desarrolló con un nivel descriptivo, ya que tuvo como propósito detallar las características y condiciones funcionales del pavimento flexible del jirón Progreso en la ciudad de Juliaca durante el año 2025, sin manipular las variables de estudio. A través de la aplicación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) y del Índice de Condición del Pavimento (PCI), se describieron los valores obtenidos en cada tramo evaluado, identificando el nivel de servicio y el grado de deterioro existente. Este nivel permitió representar con precisión el estado actual del pavimento, facilitando la comprensión de su comportamiento y la formulación de propuestas de mantenimiento adecuadas.

3.4. Tipo

La investigación fue de tipo aplicada, porque se orientó a utilizar los conocimientos teóricos y técnicos sobre evaluación de pavimentos para resolver un problema concreto relacionado con la funcionalidad vial del jirón Progreso en la ciudad de Juliaca durante el año 2025. Su propósito fue analizar la condición del pavimento flexible mediante el uso del Índice de Regularidad Internacional (IRI), el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) y el

Índice de Condición del Pavimento (PCI), con el fin de generar información útil para la toma de decisiones en materia de mantenimiento y rehabilitación. De esta manera, la investigación no solo describió la realidad existente, sino que también propuso soluciones prácticas orientadas a mejorar el nivel de servicio de la vía.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por la totalidad de los pavimentos flexibles existentes en la ciudad de Juliaca, abarcando todas las vías urbanas pavimentadas con este tipo de estructura

3.5.2. Muestra

JR PROGRESO MARGEN DERECHO

- 05 ENSAYOS (200 metros lineales cada ensayo)

JR PROGRESO MARGEN DERECHO

- 05 ENSAYOS (200 metros lineales cada ensayo)

3.6. Técnicas e instrumentos

3.6.1. Técnicas

La aplicación de la norma ASTM D6433, que se elaboró en tres pasos metodológicos claramente definidos, y el estudio del Índice de Regularidad Internacional (IRI) y el Índice de Condición del Pavimento (PCI) constituyeron la base de los enfoques de investigación utilizados.

1. Reconocimiento de la vía en estudio:

En la primera etapa se efectuó un levantamiento detallado del jirón Progreso, con el propósito de identificar sus características geométricas, estructurales y de tránsito más relevantes. Esta inspección directa permitió evaluar el estado real de la infraestructura, localizar zonas críticas con daños visibles y delimitar los tramos representativos para la ejecución de las mediciones y ensayos.

2. Toma y procesamiento de datos de campo:

En la segunda fase se llevó a cabo una inspección visual y técnica de los tramos seleccionados, aplicando los lineamientos de la norma ASTM D6433, lo que permitió registrar los tipos y niveles de deterioro superficial. Luego, en gabinete, se efectuaron los cálculos del PCI (Pavement Condition Index) y se emplearon equipos especializados para determinar el IRI (International Roughness Index), obteniendo así información cuantitativa precisa sobre la condición funcional del pavimento.

3.6.2. Instrumentos

Recolección de información bibliográfica:

En primer lugar, recopilamos y organizamos datos relativos a la evaluación del nivel de servicio de las carreteras procedentes de diversas fuentes, entre ellas artículos académicos, tesis, manuales técnicos y normativas y reglamentos vigentes. Para sentar las bases del marco teórico y normativo del estudio, incorporamos protocolos de ensayo, técnicas de procesamiento de datos y normas para la construcción y el mantenimiento de carreteras.

3.6.2.1. Procedimiento técnico

. Procedimiento técnico del ensayo con Rugosímetro MERLIN

1. Preparación previa

Verificar que el equipo MERLIN se encuentre calibrado y en buen estado operativo.

Revisar que el lugar de ensayo esté libre de obstáculos que interfieran con el recorrido del equipo.

Definir la longitud de la muestra a evaluar (generalmente tramos de 200 m a 400 m, según norma o proyecto).

Marcar los puntos inicial y final del tramo de medición en la vía.

2. Instalación del equipo

Colocar el MERLIN en el punto inicial del tramo seleccionado.



Asegurar que las ruedas del equipo estén en contacto firme con la superficie del pavimento.

Verificar la correcta alineación del brazo del sensor y la fijación del papel de registro en el tablero de trazado.

3. Medición

Desplazar el equipo a lo largo del tramo en línea recta, manteniendo una velocidad uniforme y estable (aprox. 3 a 5 km/h de desplazamiento manual).

Registrar la trayectoria de la pluma sobre el papel milimetrado, la cual representará las irregularidades del perfil longitudinal del pavimento.

Repetir el proceso al menos dos veces por tramo para asegurar la confiabilidad de los datos.

4. Registro de datos

Finalizado el recorrido, retirar el papel milimetrado del tablero de registro.

Identificar en la gráfica las desviaciones verticales registradas por el rugosímetro.

Procesar los valores conforme al procedimiento estandarizado para el cálculo del Índice de Rugosidad MERLIN (IMR).

5. Cálculo del IRI

Convertir el IMR obtenido en el ensayo al valor equivalente del IRI (m/km) mediante la ecuación de correlación establecida por la norma:

$$IRI=a+b \cdot IMR$$

$$IRI=a+b \cdot IMR$$

(donde a y b son coeficientes definidos según calibración o normativa aplicada, por ejemplo, el TRRL).

6. Análisis y validación

Comparar los valores de IRI con los rangos establecidos para clasificar la calidad de la superficie:

Excelente: $IRI < 2.0$ m/km

Bueno: 2.0 – 4.0 m/km

Regular: 4.0 – 6.0 m/km

Malo: > 6.0 m/km

3.6.3. Procedimiento de campo

1. Preparación del tramo de ensayo

Seleccionar el tramo representativo de la vía (200 a 400 m, según normativa o proyecto).

Limpiar la superficie de obstáculos como piedras, escombros o materiales sueltos que puedan alterar la medición.

Marcar los puntos de inicio y final del tramo con pintura o estacas visibles.

2. Instalación y verificación del equipo

Colocar el rugosímetro MERLIN en el punto inicial de la sección.

Revisar que las ruedas estén bien apoyadas sobre el pavimento y que el brazo de medición se encuentre libre de obstrucciones.

Confirmar la correcta colocación del papel milimetrado en el tablero de registro.

3. Ejecución del ensayo

Desplazar el MERLIN de forma manual a lo largo del eje del carril, manteniendo un movimiento recto, uniforme y sin interrupciones.

Asegurar que la pluma registre las variaciones verticales de la superficie sobre el papel milimetrado.

Repetir el recorrido en al menos dos pasadas por el mismo tramo para garantizar la confiabilidad de los datos.

4. Registro de observaciones

Anotar en una libreta de campo:

Condiciones ambientales (temperatura, humedad, clima).

Estado general del pavimento (fisuras, baches, deformaciones).

Número de muestras tomadas y ubicación georreferenciada del tramo.

Retirar el papel con el registro gráfico para su posterior análisis en gabinete.

5. Validación en campo

Revisar rápidamente que la gráfica obtenida sea clara y continua, sin errores de registro mecánico.

3.7. Procedimiento técnico para rugosímetro

La metodología aplicada para la evaluación del pavimento flexible mediante el uso del rugosímetro MERLIN se desarrolló en varias etapas. En primer lugar, se seleccionó el tramo de estudio considerando sus características geométricas, el nivel de tránsito vehicular y el estado de conservación de la vía. Luego, se procedió a la calibración del equipo conforme a las especificaciones del fabricante y las instrucciones del manual técnico. Una vez listo, el dispositivo fue colocado sobre la superficie del pavimento, verificando que el patín móvil estuviera en contacto directo con la vía y que el puntero se ajustara a cero antes de iniciar la medición.

El desplazamiento del MERLIN se realizó a lo largo del tramo seleccionado manteniendo una velocidad uniforme, con observaciones cada 20 metros. En cada punto se registraron las lecturas del puntero, las cuales reflejaron las irregularidades superficiales presentes. Con esta información se calcularon los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) como indicador de la condición funcional del pavimento.

En aquellos casos donde se empleó una técnica de muestreo, el procedimiento varió: cuando las unidades fueron seleccionadas de forma aleatoria, sistemática o por representatividad, el PCI se obtuvo a partir del promedio de los valores registrados en las muestras inspeccionadas; mientras que, si existieron unidades adicionales, se aplicó un promedio ponderado para obtener el valor representativo del tramo evaluado.

3.7.1. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

La antigüedad, las consideraciones medioambientales y el volumen de tráfico fueron los principales factores que contribuyeron al deterioro de la pavimentación. Los valores PSI estimados, que se definieron dentro de límites específicos, se utilizaron para evaluar la transitabilidad de la carretera.

3.7.2. Cálculo del Índice de Serviciabilidad del Pavimento

El cálculo del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) en pavimento flexible se basó en la determinación de parámetros que reflejaron la condición funcional de la vía y su capacidad para brindar comodidad y seguridad a los usuarios. Este índice se construyó a partir de la relación entre el estado físico del pavimento y la percepción del confort en la conducción, integrando variables como el ahuellamiento, el agrietamiento, la presencia de baches y, especialmente, la rugosidad superficial, que fue el factor con mayor peso en la estimación.

Para su cálculo se utilizaron modelos matemáticos desarrollados en estudios de la AASHTO Road Test (1962), los cuales expresaron al PSI como una función de mediciones objetivas del pavimento. El procedimiento consistió en recolectar datos de campo sobre deformaciones permanentes, fisuras y nivel de rugosidad (medido a través del IRI con equipos especializados). Posteriormente, estos valores fueron incorporados en la ecuación del PSI, la cual entregó un valor numérico que osciló entre 0 y 5: donde 5 representó un pavimento en condiciones excelentes y 0 un estado totalmente inservible.

Para el desarrollo del PSI se tiene las siguientes formulas

ECUACIÓN SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)

$$PSI = 5.85 - 1.68 (IRI)^2$$

ECUACIÓN SEGÚN WILLIAM PATERSON (1987)

$$PSI = 4.182 - 0.455 (IRI)$$

ECUACIÓN SEGÚN D. DUJISON Y A. ARROYO (1995)

$$PSI = \frac{5}{\frac{IRI}{e^{5.5}}}$$

Figura 13

Inicio de trabajos prog 0+000 al 0+200



Nota: elaboración propia

3.7.3. Procedimiento técnico para ensayo de rugosímetro merlín

Procedimiento Técnico para el Uso del Rugosímetro Merlin

1. Preparación del equipo

Verificar que el rugosímetro Merlín se encuentre en buen estado operativo y calibrado según las especificaciones del fabricante.

Asegurar que el equipo cuente con batería o energía suficiente para el trabajo de campo.

Limpiar la base y los componentes de medición para evitar interferencias con el contacto sobre la superficie del pavimento.

2. Selección del tramo de evaluación

Definir el tramo de ensayo de acuerdo con el proyecto (por ejemplo, cada 200 metros de longitud).

Dividir el tramo en subtramos de 10 metros o según el formato de medición requerido.

Señalizar adecuadamente el área de trabajo para garantizar la seguridad del personal y del tránsito vehicular.

3. Alineamiento del equipo

Colocar el rugosímetro Merlin paralelo al eje del carril de evaluación.

Asegurarse de que la base de apoyo esté en contacto firme con la superficie del pavimento.

Ajustar el punto de referencia inicial (lectura cero) utilizando la escala graduada del equipo.

4. Toma de lecturas

Mover el rugosímetro a lo largo del tramo designado siguiendo una trayectoria recta y uniforme.

En cada punto de medición, registrar la lectura vertical que indica la desviación de la superficie.

Tomar un mínimo de 10 lecturas por tramo o más, dependiendo de la longitud total del sector evaluado.

Anotar cuidadosamente las lecturas en la ficha de campo o planilla de registro, identificando tramo, progresiva y número de lectura.

5. Cálculo del Índice de Regularidad

Determinar la diferencia entre la lectura máxima y mínima de cada tramo.

Calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) mediante la correlación establecida por el método Merlin.

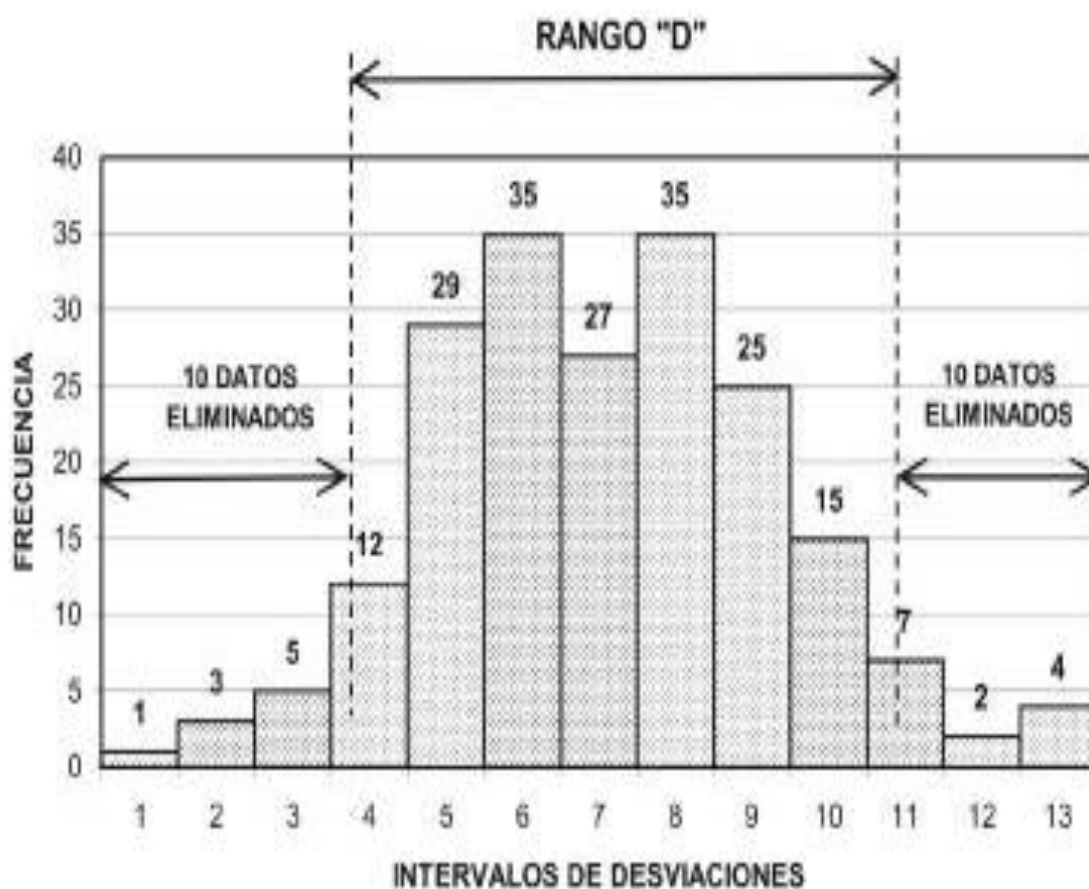
Procesar los resultados en una hoja de cálculo para obtener el promedio de rugosidad por tramo.

3.7.4. Cálculo del Rango "D"

Para obtener los 200 datos usados en la determinación de la rugosidad, se empleó una escala de 50 unidades en el rugosímetro, donde la división 25 representó la posición central del puntero. Cuando las mediciones se concentraron cerca de esta división, se indicó un perfil casi recto y de baja rugosidad. En cambio, la dispersión de valores alejados de la división 25 evidenció múltiples inflexiones en el pavimento y, por tanto, una rugosidad elevada.

Figura 14

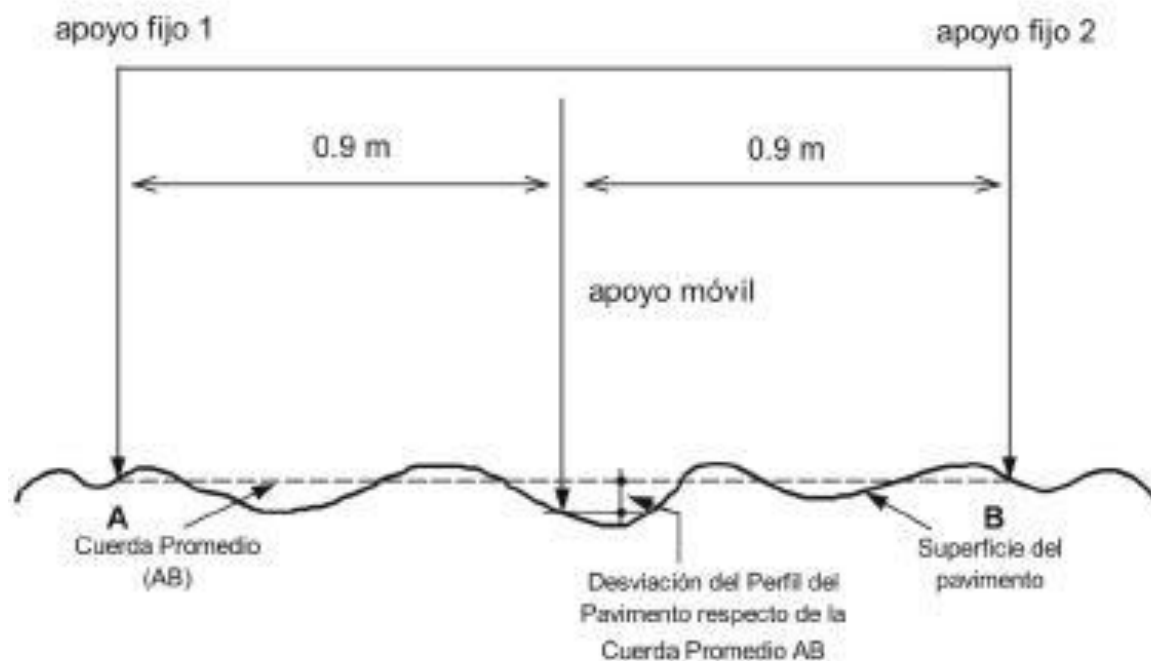
Histograma de distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva



Nota: manual del rugosímetro merlin

Figura 15

Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto a la cuerda del pavimento



Nota: manual del rugosímetro merlin

Suponiendo un intervalo constante entre cada medición, la longitud media de la cuerda es de 1,80 m, lo que requiere medir 200 desviaciones de la longitud media de forma secuencial a lo largo del recorrido.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados del IRI y nivel de servicio Jr Progreso margen derecho

4.1.1. Resultados del IRI margen derecho PROG 0+000 AL 0+200

Tabla 4

Conteo de ensayos PROG 0+000 AL 0+200

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
32	33	32	38	35	32	36	36	36	34	1
33	34	32	33	31	35	31	36	35	35	2
35	33	34	35	37	38	36	34	40	41	3
33	37	32	29	36	36	33	37	40	29	4
33	39	30	31	36	37	38	38	36	36	5
34	35	37	33	34	35	38	32	36	38	6
38	38	39	38	35	33	36	36	35	38	7
33	37	34	35	31	36	30	37	36	34	8
35	38	28	36	38	36	37	35	35	36	9
30	32	29	37	36	33	38	35	36	35	10
33	35	35	36	38	34	41	36	36	36	11
37	35	37	30	37	34	38	36	41	37	12
34	38	32	30	37	34	31	37	39	33	13
36	34	29	35	35	37	32	35	36	37	14
34	31	37	38	29	37	36	29	37	41	15
29	36	39	30	34	37	32	33	35	37	16
33	37	32	34	35	36	37	38	39	33	17
36	35	35	37	38	33	34	37	35	37	18
35	39	37	40	32	36	28	38	31	36	19
37	37	38	35	30	37	36	37	39	39	20

El análisis de los datos obtenidos con el rugosímetro MERLIN en el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+200 del jirón Progreso, ciudad de Juliaca, evidenció valores de rugosidad superficial que oscilaron entre 28 mm y 41 mm, con un promedio general cercano a 35 mm. Este resultado indica una condición funcional regular, según los criterios establecidos por el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), lo que refleja una superficie con irregularidades moderadas que afectan parcialmente el confort de la rodadura vehicular.

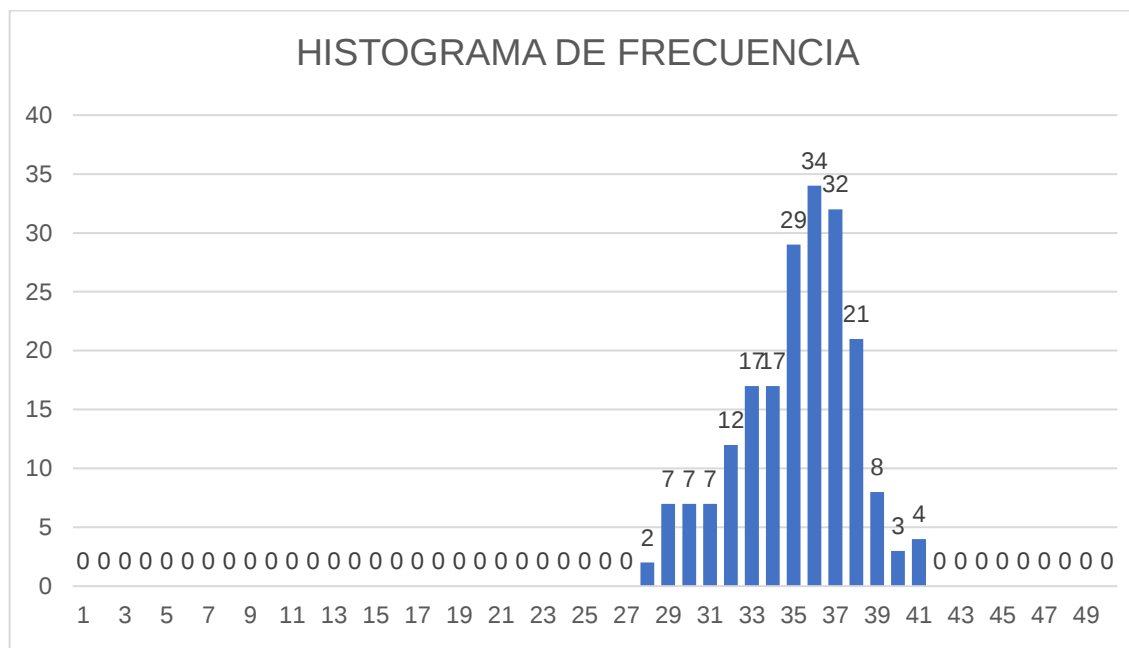
Se observó que en ciertos puntos del tramo —especialmente en los sectores donde los valores superaron los 38 mm— la superficie presentó pequeñas deformaciones y ondulaciones, posiblemente originadas por fatiga del material asfáltico, tránsito repetitivo y falta de mantenimiento preventivo

Tabla 5*Conteo de intervalos prog 0+000 al pro 0+200*

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

Figura 16

Gráfico de conteo prog 0+000 al 0+200



Nota: procesamiento de datos

Tabla 6

Resultados del nivel de servicio prog 0+000 al 0+200

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 1 - margen derecho					
CARRIL DERECHO	2.54	2.32	2.13	1.85	2.10

Nota: elaboración propia

El nivel de servicio correspondiente al tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+200 del jirón Progreso (margen derecho), evaluado mediante el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), permitió determinar un valor promedio total de 2.10. Este resultado, en relación con el valor del Índice de Regularidad Internacional (IRI = 2.54 m/km),

ubica al pavimento dentro de una condición funcional regular, según la clasificación establecida por el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013).

El valor obtenido refleja que el pavimento aún mantiene una capacidad aceptable de servicio, aunque presenta una disminución en la comodidad de rodadura y seguridad de operación vehicular, evidenciando la presencia de pequeñas irregularidades y deterioros superficiales.

Tabla 7

Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI prog 0+000 al 0+200

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACIÓN
JR PROGRESO TRAMO 1 - margen derecho			
CARRIL DERECHO	2.10	42	REGULAR
RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO		CLASIFICACION
	100 - 85		EXCELENTE
	85 - 70		MUY BUENO
	70 - 55		BUENO
	55 - 40		REGULAR
	40 - 25		MALO
	25 - 10		MUY MALO
	10 - 0		FALLADO

Nota: elaboración propia

para el tramo comprendido entre las progresivas 0+000 y 0+200 del jirón Progreso (margen derecho), según la clasificación del Índice de Condición del Pavimento (PCI), muestra un valor de 42 puntos y un Índice de Serviabilidad Presente (PSI) de 2.10, lo que califica al pavimento dentro del estado “regular”.

Este resultado indica que la superficie de rodadura presenta deterioros moderados, tales como fisuras leves, desgaste superficial y pequeñas deformaciones, los cuales

afectan la comodidad del usuario y reducen el nivel de servicio, aunque sin comprometer aún la capacidad estructural del pavimento. La condición "regular"

4.1.2. Resultados del IRI margen derecho PROG 0+200 AL 0+400

Tabla 8

Conteo de datos PROG 0+200 AL 0+400

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
35	35	33	33	36	35	29	33	33	34	1
33	35	31	34	37	30	33	34	33	34	2
30	36	41	47	35	38	41	42	36	37	3
38	40	39	40	41	37	33	35	30	34	4
36	19	32	27	26	42	24	40	33	27	5
26	25	26	22	23	28	35	39	31	34	6
33	32	35	30	37	35	32	40	32	32	7
28	32	28	32	35	33	34	34	31	35	8
34	35	41	26	34	32	33	37	35	33	9
32	38	42	35	33	37	30	33	34	35	10
34	33	31	44	41	40	39	19	35	39	11
38	38	39	33	38	33	40	32	38	38	12
31	34	44	32	45	35	37	37	35	35	13
33	35	42	36	37	30	34	34	33	35	14
35	35	35	30	34	19	33	32	35	35	15
32	21	36	32	34	33	33	34	42	36	16
38	37	45	34	31	34	27	30	35	35	17
38	33	31	34	31	34	37	33	34	36	18
35	36	34	37	38	33	31	37	27	35	19
37	33	33	31	40	37	35	35	34	35	20

Nota: resultados de laboratorio

Los datos obtenidos mediante el rugosímetro MERLIN para el tramo evaluado del jirón Progreso evidencia valores de rugosidad comprendidos entre 19 mm y 47 mm, con un promedio general aproximado de 34 mm. Estos resultados reflejan una condición funcional regular, según los parámetros establecidos por el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013).

Se observa que existen variaciones notables entre los puntos de medición, especialmente en las progresivas donde los valores superan los 40 mm, lo cual indica

sectores con irregularidades pronunciadas atribuibles al desgaste superficial, deformaciones localizadas o deficiente mantenimiento

Tabla 9

Conteo de intervalos prog 0+200 al 0+400

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

Figura 17

Gráfico de conteo prog 0+200 al 0+400

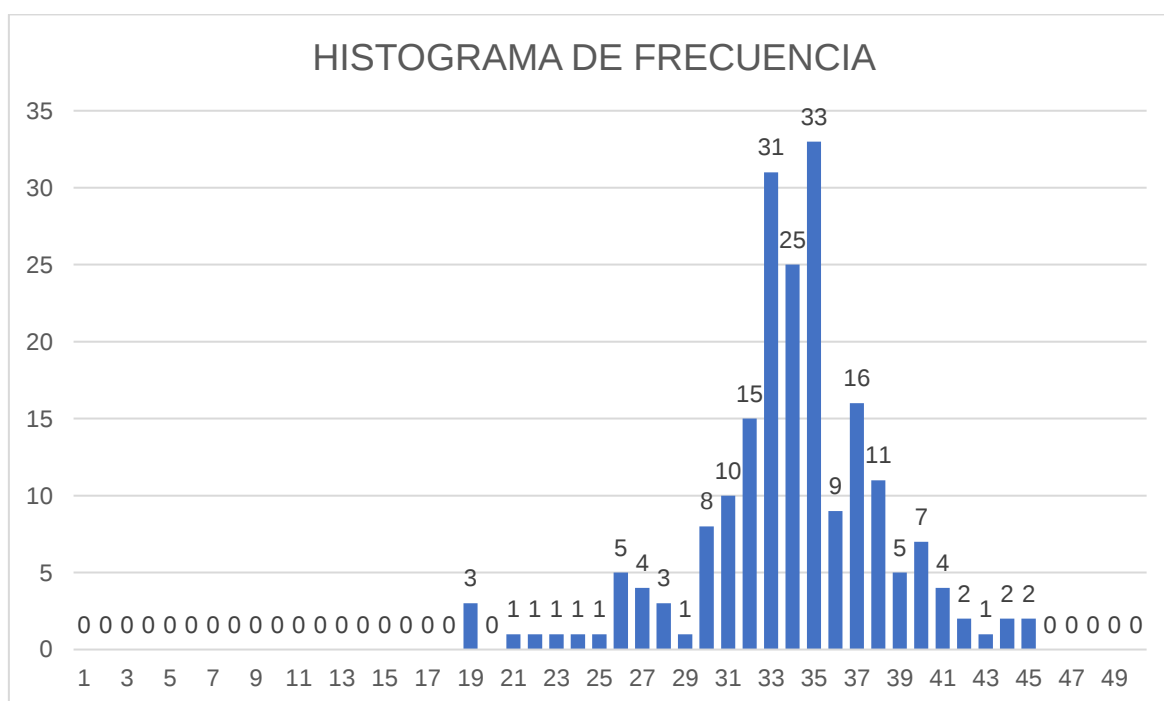


Tabla 10

Resultados del nivel de servicio prog 0+020 al 0+400

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACIÓN
JR PROGRESO TRAMO 2 - MARGEN DERECHO			
CARRIL DERECHO	1.96	39.13	MALO

Nota: elaboración propia

los resultados correspondientes al tramo comprendido entre las progresivas 0+200 y 0+400 del jirón Progreso (margen derecho) mostró un Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) de 1.96 y un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 39.13, lo que clasifica al pavimento en una condición “mala” según el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013).

Estos valores indican que el pavimento presenta deterioros severos, como fisuras abiertas, deformaciones, baches y pérdida de material superficial, los cuales afectan significativamente la comodidad de rodadura, la seguridad vial y la funcionalidad del tramo.

	RANGO	CLASIFICACIÓN
RANGO DE CALIFICACIÓN DEL PCI	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

Nota: elaboración propia

4.1.3. resultados del IRI margen derecho PROG 0+400 AL 0+600**Tabla 11***Conteo de ensayos PROG 0+400 AL 0+600*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
30	36	38	35	33	33	32	29	29	33	1
31	31	37	39	35	34	32	36	34	31	2
31	32	31	36	31	32	30	33	31	39	3
30	32	29	32	32	33	33	32	32	35	4
37	34	33	33	34	34	31	32	38	35	5
30	37	36	32	31	35	38	34	36	33	6
36	34	33	34	35	32	31	31	33	28	7
34	31	36	32	32	33	34	36	33	29	8
34	37	35	37	38	35	32	36	37	33	9
35	34	33	33	38	32	35	35	33	35	10
34	32	36	32	32	37	31	31	30	30	11
36	28	34	31	29	36	32	37	32	34	12
31	34	32	37	36	37	32	35	30	33	13
31	37	34	37	33	32	33	30	40	35	14
31	32	33	35	33	33	34	31	34	31	15
34	35	33	32	33	35	35	35	30	31	16
31	32	33	33	30	35	31	29	34	32	17
31	32	30	35	31	30	29	32	33	30	18
33	32	34	33	32	32	34	36	35	31	19
31	30	35	33	30	31	30	34	30	29	20

Nota: resultado de conteo de campo

Los registros muestran que la mayoría de los valores se concentran entre 31 y 35 mm, reflejando una superficie relativamente uniforme, aunque con algunos puntos aislados que superan los 37 mm, los cuales corresponden a zonas con deformaciones leves o desgaste superficial. Dichas irregularidades podrían deberse a la acción del tránsito vehicular constante, envejecimiento del material asfáltico o deficiencias en el drenaje superficial.

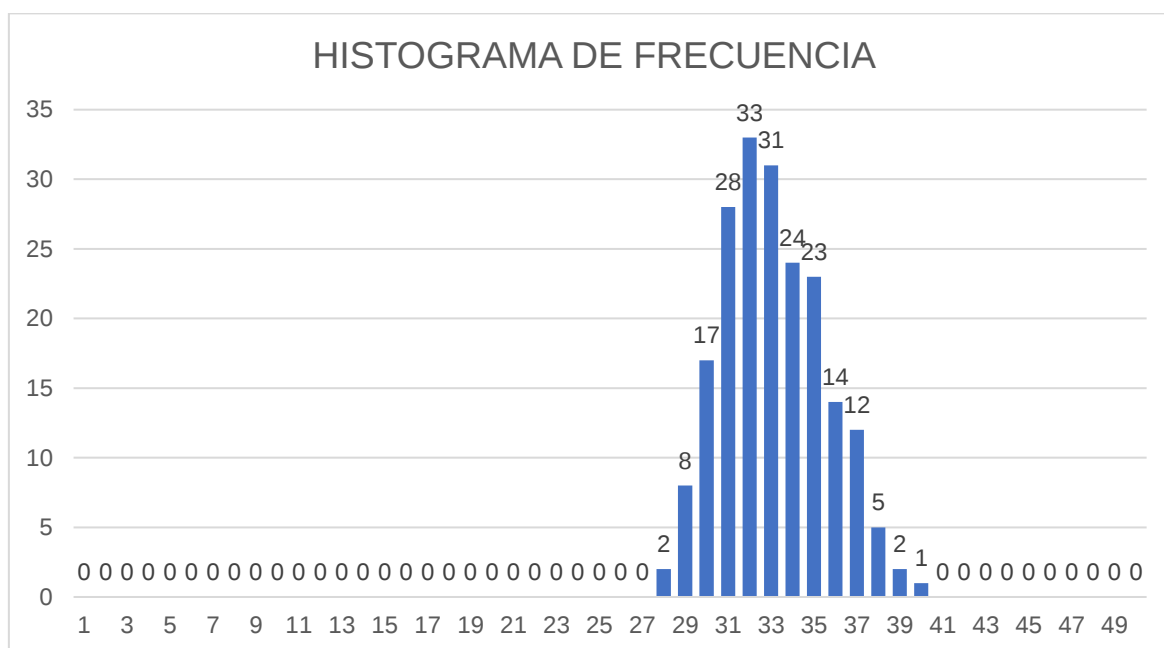
Tabla 12

Conteo de intervalos

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

Figura 18

Gráfico de conteo prog 0+400+600



Nota: elaboración propia

Tabla 13*Resultado del nivel de servicio*

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 3 MARGEN DERECHO					
CARRIL IZQUIERDO	2.65	1.85	1.95	1.98	1.93

Nota: elaboración propia

los resultados obtenidos para el tramo comprendido entre las progresivas 0+400 y 0+600 del jirón Progreso (margen derecho, carril izquierdo) muestra un Índice de Regularidad Internacional (IRI) de 2.65 m/km y un Índice de Serviabilidad Presente (PSI) total de 1.93, valores que clasifican al pavimento dentro de una condición funcional “mala” según los parámetros del Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013).

Este nivel de serviabilidad indica que la vía presenta irregularidades superficiales significativas, como ondulaciones, fisuras abiertas y deterioro del material asfáltico, los cuales afectan directamente la comodidad de rodadura, la seguridad del tránsito y la eficiencia del desplazamiento vehicular.

Tabla 14*Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI*

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
JR PROGRESO TRAMO 3 MARGEN DERECHO			
CARRIL IZQUIERDO	1.93	38.53	MALO

El análisis de resultados correspondiente al tramo 3 del jirón Progreso (margen derecho, carril izquierdo) —comprendido aproximadamente entre las progresivas 0+400 y 0+600— evidencia un Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) de 1.93 y un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 38.53, lo cual clasifica el estado del pavimento como “malo” según los criterios del Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013).

Este resultado refleja una notoria pérdida de funcionalidad y confort de rodadura, atribuida a la presencia de fisuras longitudinales, baches, deformaciones plásticas y pérdida de material superficial. La combinación de un PSI bajo y un PCI inferior a 40 sugiere que el pavimento se encuentra en un nivel de deterioro avanzado

RANGO DE CALIFICACIÓN DEL PCI	RANGO	CLASIFICACIÓN
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.1.4. Resultados del IRI margen derecho prog 0+600 AL 0+800**Tabla 15***Conteo de ensayos PROG 0+600 AL 0+800*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
30	32	32	31	32	30	29	32	33	33	1
32	30	31	34	30	31	32	32	33	30	2
30	29	32	30	36	32	31	31	31	34	3
32	31	33	35	35	34	30	34	32	30	4
32	31	31	33	34	29	32	33	36	38	5
30	34	33	32	33	34	34	30	34	31	6
32	33	32	35	28	32	36	34	33	32	7
35	36	38	34	32	35	27	34	29	30	8
31	32	34	37	39	33	36	33	35	38	9
31	30	31	32	29	29	37	31	28	34	10
34	32	32	29	29	37	30	34	30	34	11
33	30	34	33	35	33	34	35	37	35	12
32	36	34	33	33	30	31	33	31	36	13
31	29	30	31	33	30	34	31	29	33	14
32	30	31	32	33	29	31	33	29	29	15
34	32	29	28	33	27	31	32	32	30	16
33	33	32	34	32	34	33	39	30	32	17
28	39	33	27	30	32	30	36	39	37	18
33	33	32	34	30	26	26	34	31	32	19
33	35	31	30	33	34	32	33	38	38	20

los datos obtenidos mediante el rugosímetro MERLIN en el tramo comprendido entre las progresivas 0+600 y 0+800 del jirón Progreso, ciudad de Juliaca, mostró valores de rugosidad superficial comprendidos entre 26 mm y 39 mm, con un promedio general aproximado de 32 mm. Estos resultados, según los criterios del Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), clasifican al pavimento dentro de una condición funcional “regular”, lo que significa que la vía presenta una rugosidad moderada que empieza a afectar la comodidad de rodadura y el nivel de servicio.

Los valores registrados reflejan una superficie relativamente uniforme, aunque con puntos localizados de mayor rugosidad —especialmente en los sectores donde se

alcanzaron valores superiores a 37 mm—, lo que indica la presencia de ligeras deformaciones, fisuras o desgaste superficial del pavimento.

Tabla 16

Conteo de intervalos

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

Figura 19

Gráfico de conteo de datos

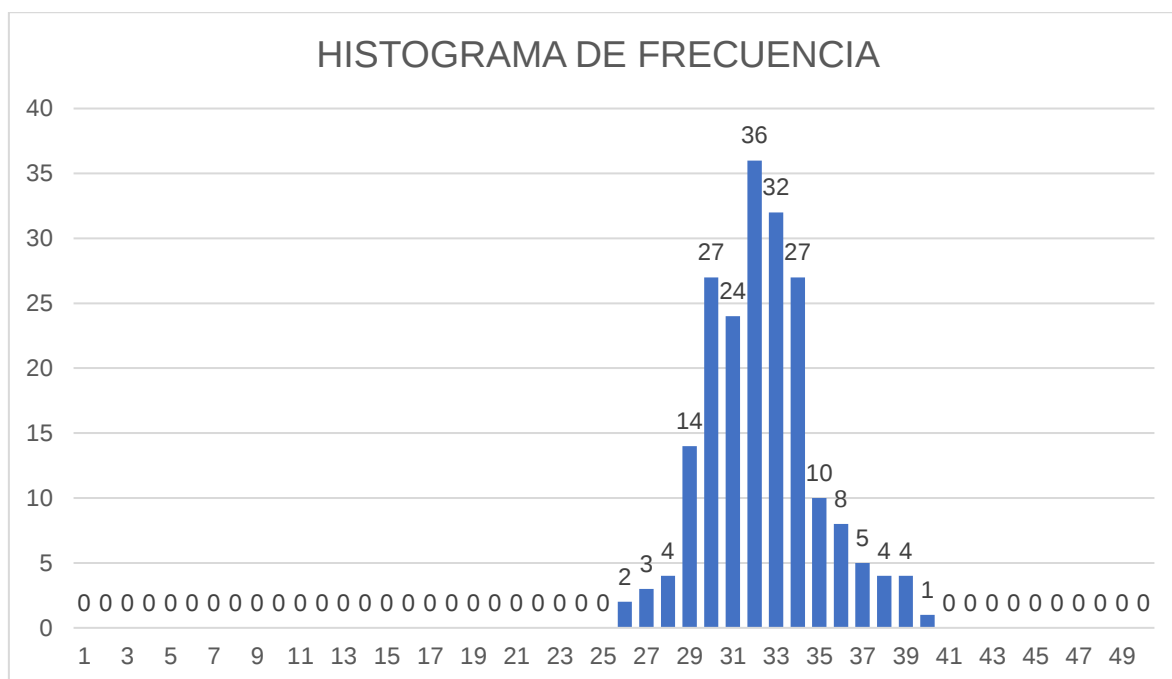


Tabla 17*Resultados del nivel de servicio*

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 4 - MARGEN DERECHO					
CARRIL IZQUIERDO	3.26	2.8	2.75	2.6	2.72

Tabla 18*Resultados del nivel de servicio prog 0+600 al prog 0+800*

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
JR PROGRESO	TRAMO 4 - MARGEN DERECHO		
CARRIL IZQUIERDO	2.72	54.33	REGULAR

tramo 4 del jirón Progreso (margen derecho, carril izquierdo), comprendido entre las progresivas 0+600 y 0+800, evidenció un Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) de 2.72 y un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 54.33, lo que clasifica al pavimento en una condición “regular” según los parámetros del Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013).

Estos valores indican que el pavimento mantiene una funcionalidad aceptable, aunque comienza a mostrar signos de desgaste y rugosidad moderada que reducen parcialmente el confort de rodadura y el nivel de servicio percibido por los usuarios. Las principales manifestaciones observadas corresponden a fisuras menores, ligeras ondulaciones y pérdida superficial de agregados, típicas de un pavimento sometido a cargas continuas y falta de mantenimiento periódico.

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.1.5. Resultados del IRI margen derecho Prog 0+800 AL 1+000

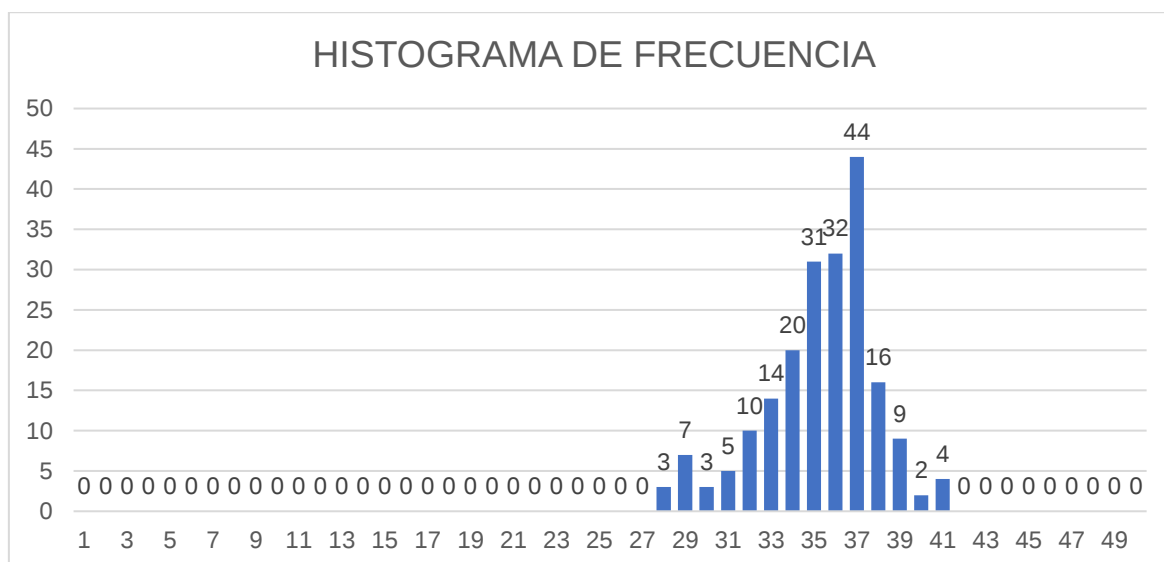
Tabla 19

Conteo de ensayo PROG 0+800 AL 1+000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
31	35	33	34	36	37	35	34	36	34		1
36	34	29	35	35	37	32	35	36	37		2
34	31	37	38	29	37	36	29	37	41		3
29	36	39	30	34	37	32	33	35	37		4
33	37	32	34	35	36	37	38	39	33		5
36	35	35	37	38	33	34	37	35	37		6
35	39	37	36	32	36	28	38	34	36		7
37	37	38	35	30	37	36	37	39	39		8
34	38	28	36	38	36	37	35	35	36		9
36	32	29	37	36	33	38	35	36	35		10
33	35	35	37	38	34	41	36	36	36		11
37	35	37	31	37	34	38	36	41	37		12
34	38	32	33	37	34	31	37	39	33		13
36	34	40	35	35	37	32	35	36	37		14
34	31	37	29	35	33	36	34	37	41		15
29	36	39	36	34	37	32	33	35	37		16
33	37	32	34	35	36	37	38	39	33		17
36	35	35	37	38	33	34	37	35	37		18
35	39	37	40	32	36	28	38	35	36		19
37	37	38	35	30	37	36	37	37	38		20



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



SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE

VIA IRI PSI (1) PSI (2) PSI (3) PSI TOTAL
JR. PROGRESO TRAMO 5 - MARGEN DERECHO

CARRIL DERECHO 3.55 1.95 2.00 2.05 2.00

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS

CLASIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO

VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
JR. PROGRESO TRAMO 5 - MARGEN DERECHO			
CARRIL DERECHO	2.00	40	REGULAR

	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.2. Resultados del iri y nivel de servicio jr progreso margen derecho

4.2.1. Resultados del IRI margen izquierdo PROG 0+000 AL 0+200

Tabla 20

Conteo de intervalos margen izquierdo Prog 0+000 AL 0+200

LECTURAS DE CAMPO										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
33	36	35	33	36	35	29	33	33	34	1
34	32	38	34	37	30	33	34	33	34	2
38	33	36	47	35	38	41	42	36	37	3
37	36	34	40	41	37	33	35	30	34	4
35	37	35	27	26	42	24	40	33	27	5
29	29	33	22	23	28	35	39	31	34	6
36	37	35	30	37	35	32	40	32	32	7
37	32	28	32	35	33	34	34	31	35	8
38	35	33	26	34	32	33	37	35	33	9
36	38	45	35	33	37	30	33	34	35	10
33	33	31	44	41	40	39	19	35	39	11
38	38	39	33	38	33	40	32	38	38	12
34	34	44	32	45	35	37	37	35	35	13
35	35	37	36	37	30	34	34	33	35	14
36	35	35	30	34	19	33	32	35	35	15
37	21	36	32	34	33	33	34	33	36	16
35	37	33	34	31	34	27	30	35	35	17
38	33	31	34	31	34	37	33	34	36	18
35	36	34	37	38	33	31	37	27	35	19
37	33	33	31	40	37	35	35	34	35	20

Nota: lectura de campo

El análisis de las lecturas de campo del rugosímetro Merlin en el margen izquierdo del Jr. Progreso, entre las progresivas 0+000 y 0+200 de la ciudad de Juliaca, mostró variaciones moderadas en los valores registrados, con una tendencia general de rugosidad media. Los datos reflejaron una superficie con uniformidad aceptable, sin desviaciones significativas, lo que evidenció una adecuada ejecución y control en el proceso de medición realizado en dicha zona.

Tabla 21

Conteo de intervalos margen izquierdo Prog 0+000 AL 0+200

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

Figura 20

Gráfico de conteo de datos

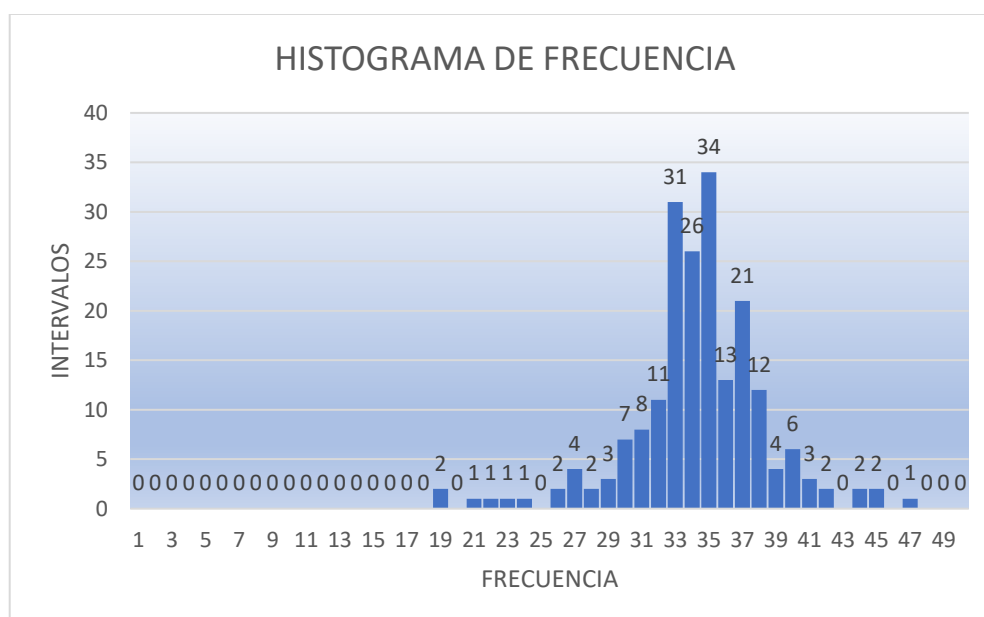


Tabla 22

Resultado del nivel de servicio JR PROGRESO TRAMO 1 - MARGEN IZQUIERDO

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 1 - MARGEN IZQUIERDO					
CARRIL IZQUIERDO	4.73	2.13	2.3	2.01	2.1466667

Nota: resultados de procesamiento de datos

El análisis del índice de serviciabilidad presente (PSI) del Jr. Progreso, tramo 1, margen izquierdo, carril izquierdo, evidenció un valor promedio de **2.15**, correspondiente a un nivel de serviciabilidad regular. Este resultado indicó que el pavimento presentaba ciertas irregularidades superficiales asociadas a un **IRI de 4.73**, reflejando una condición funcional intermedia.

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VÍA	PSI	PCI	CALIFICACIÓN
JR PROGRESO TRAMO 1 - MARGEN IZQUIERDO			
CARRIL IZQUIERDO	2.15	42.93	REGULAR

Se determinó un PSI de 2.15 y un PCI de 42.93, valores que ubicaron la vía en una condición regular. Este resultado indicó la presencia de deterioros moderados en la superficie, afectando parcialmente la comodidad y el desempeño estructural del pavimento.

Se concluyó que el tramo requería acciones de mantenimiento correctivo para preservar su funcionalidad y prolongar su vida útil.

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.2.2. Resultados del IRI margen izquierdo prog 0+200 AL 0+400

Tabla 23

Conteo de ensayos

LECTURAS DE CAMPO										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
33	36	38	35	33	33	32	29	29	33	1
32	31	37	39	35	34	32	36	34	31	2
34	32	31	36	31	32	30	33	31	39	3
33	34	32	37	36	37	32	35	30	33	4
40	37	34	35	33	32	33	30	40	35	5
33	32	33	35	33	27	34	31	34	31	6
36	35	33	32	33	35	35	35	30	31	7
34	32	33	33	30	35	31	29	34	32	8
40	32	30	35	31	30	29	32	33	30	9
35	32	34	33	32	32	34	36	35	31	10
34	30	35	34	30	31	30	27	30	29	11
36	28	34	31	29	27	32	37	32	34	12
31	34	32	37	36	37	32	35	30	33	13
31	37	34	37	33	32	33	27	28	35	14
31	32	33	28	33	28	34	31	34	31	15

34	35	33	32	33	35	35	35	30	31	16
31	32	33	36	30	35	31	29	34	32	17
31	32	28	35	31	30	29	32	33	30	18
33	32	34	40	32	32	28	36	35	31	19
31	30	35	33	30	31	30	34	30	29	20

Nota: resultados de campo

El análisis de las lecturas de campo del rugosímetro Merlin correspondientes al tramo comprendido entre las progresivas **0+200 y 0+400** del Jr. Progreso, margen izquierdo, mostró valores con **ligeras variaciones y tendencia estable** en la mayoría de los puntos medidos. Los resultados reflejaron una **superficie con rugosidad moderada**, sin irregularidades severas que afecten la transitabilidad. En general, el pavimento presentó una **condición aceptable**, evidenciando un nivel de ejecución adecuado y una uniformidad funcional satisfactoria en este sector evaluado.

Tabla 24

Conteo de intervalos

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

Figura 21

Gráfico de conteo de ensayos

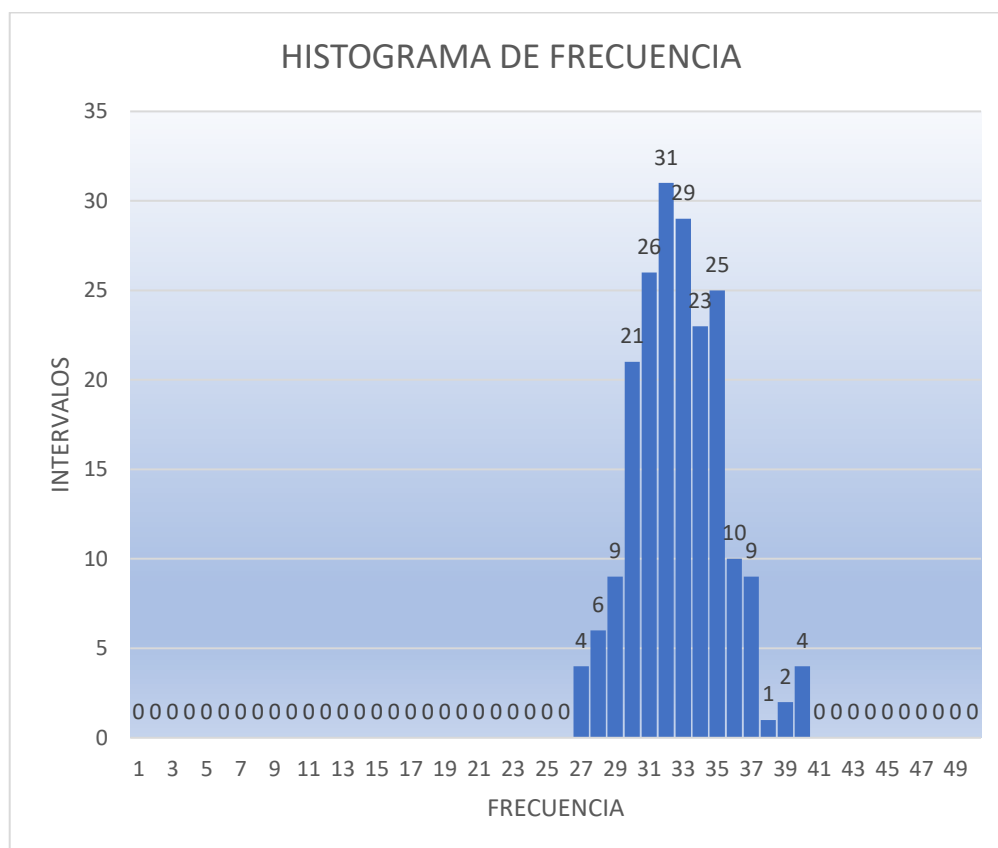


Tabla 25

Resultados del nivel de servicio margen izquierdo prog 0+200 al 0+400

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 2 - MARGEN IZQUIERDO					
CARRIL IZQUIERDO	3.17	2.65	2.45	2.2	2.43

Nota: Resultados de campo

El análisis del índice de serviciabilidad presente (PSI) del Jr. Progreso, tramo 2, margen izquierdo, carril izquierdo, mostró un valor promedio de 2.43, correspondiente a una condición buena del pavimento. Este resultado, asociado a un IRI de 3.17, indicó que la superficie presentaba una rugosidad moderada, garantizando una circulación cómoda y

segura para los usuarios. En conclusión, el pavimento mantenía un adecuado nivel de servicio, requiriendo únicamente mantenimiento rutinario para conservar su funcionalidad y confort.

Tabla 26

Calificación del nivel de servicio según PSI Y PCI

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACIÓN
JR PROGRESO TRAMO 2 - MARGEN IZQUIERDO			
CARRIL IZQUIERDO	2.43	48.67	REGULAR

El análisis de la clasificación del pavimento en el Jr. Progreso, tramo 2, margen izquierdo, carril izquierdo, evidenció un PSI de 2.43 y un PCI de 48.67, lo que calificó la vía en una condición regular. Estos valores indicaron la presencia de deterioros superficiales moderados que afectan parcialmente la comodidad y el desempeño estructural del pavimento. Se concluyó que el tramo aún mantiene niveles aceptables de servicio, aunque requiere acciones de mantenimiento correctivo y preventivo para evitar un deterioro mayor y prolongar su vida útil.

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.2.3. Resultados del IRI margen izquierdo Prog 0+400 AL 0+600

Tabla 27

Conteo de ensayos MARGEN IZQUIERDO PROG 0+400 AL 0+600

LECTURAS DE CAMPO										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
35	33	30	33	38	31	33	30	34	33	1
32	31	34	40	34	32	33	29	31	30	2
32	32	30	32	31	28	33	27	31	34	3
36	36	38	39	32	34	32	34	33	30	4
30	34	31	36	34	27	30	32	30	38	5
34	33	32	34	30	29	40	33	33	31	6
33	40	32	33	30	38	36	34	33	32	7
40	36	38	31	33	26	26	31	29	33	8
31	32	34	32	33	29	31	33	29	29	9
31	37	31	26	33	27	31	32	32	30	10
34	32	26	34	32	34	33	39	30	32	11
33	40	34	27	37	40	30	36	39	37	12
31	32	34	40	26	33	33	34	31	32	13
34	30	31	32	32	33	26	33	30	38	14
30	36	32	40	31	37	34	33	29	29	15
35	35	34	30	34	32	30	32	40	30	16
33	34	29	32	40	36	38	39	30	32	17
32	33	34	34	30	34	31	36	39	37	18
35	28	32	41	34	33	32	34	31	32	19
33	35	31	30	33	34	32	33	41	38	20

Nota: Resultados de campo

El análisis de las lecturas de campo obtenidas con el rugosímetro Merlin en el Jr. Progreso, tramo 3, margen izquierdo, comprendido entre las progresivas 0+400 y 0+600, mostró valores con variaciones moderadas y tendencia estable en la mayoría de los puntos evaluados. Los resultados reflejaron una superficie con rugosidad media, lo que indica una condición funcional aceptable del pavimento. En general, el tramo presentó una textura uniforme, sin irregularidades severas, evidenciando un buen nivel de ejecución y

conservación, aunque se recomienda un monitoreo periódico para prevenir futuros deterioros.

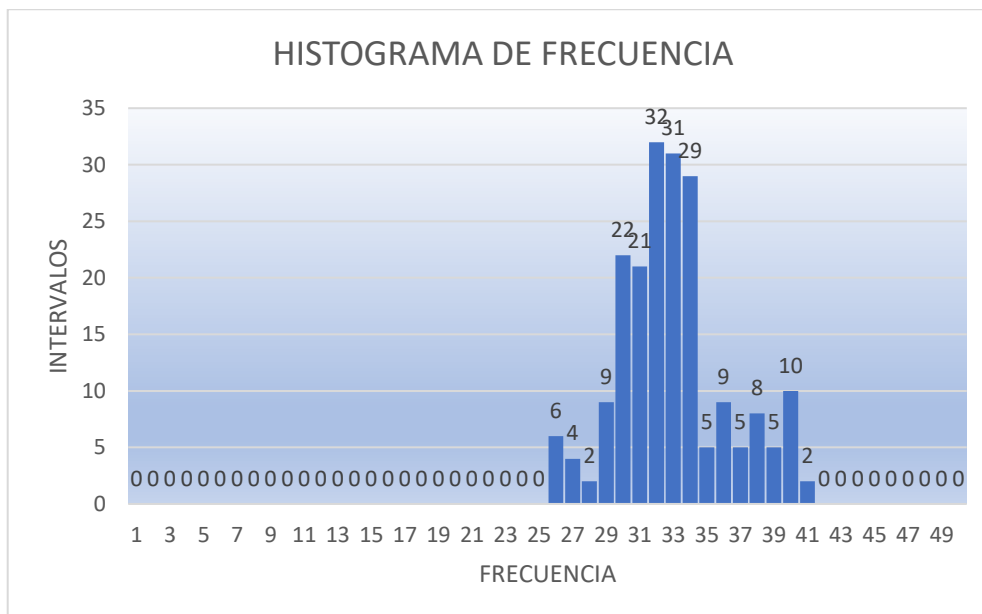
Tabla 28

Conteo de intervalos

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

Figura 22

Gráfico de conteo de datos



Nota: elaboración propia

Tabla 29

Resultado del nivel de servicio margen izquierdo prog 0+400 al 0+600

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 3 - MARGEN IZQUIERDO					
CARRIL IZQUIERDO	4.05	2.23	2.01	2.25	2.16

Nota: procesamiento de datos

El análisis del índice de serviciabilidad presente (PSI) del **Jr. Progreso, tramo 3, margen izquierdo, carril izquierdo**, arrojó un valor promedio de **2.16**, correspondiente a una **condición regular** del pavimento. Este resultado, asociado a un **IRI de 4.05**, evidenció una **rugosidad moderada**, que afecta parcialmente la comodidad del usuario durante la circulación. En general, el pavimento mostró signos de desgaste funcional, por lo que se recomendó la **ejecución de mantenimiento correctivo leve** para restablecer un nivel de servicio adecuado y prolongar la durabilidad de la vía.

Tabla 30

Resultado del nivel de servicio margen izquierdo prog 0+400 al 0+600

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION
JR PROGRESO TRAMO 3 - MARGEN IZQUIERDO			
CARRIL IZQUIERDO	2.16	43.27	REGULAR

El análisis de la clasificación del pavimento en el Jr. Progreso, tramo 3, margen izquierdo, carril izquierdo, determinó un PSI de 2.16 y un PCI de 43.27, lo que ubicó el

tramo en una condición regular. Estos valores reflejaron la presencia de deterioros superficiales moderados y una rugosidad perceptible que afecta la comodidad de rodadura. A pesar de mantener un nivel de servicio aceptable, el pavimento requiere acciones de mantenimiento correctivo y sellado de fisuras, con el fin de evitar un deterioro progresivo y conservar su funcionalidad estructural y operativa.

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.2.4. Resultados del IRI margen izquierdo PROG 0+600 AL 0+800

Tabla 31

Conteo de ensayos MARGEN IZQUIERDO PROG 0+600 AL 0+800

LECTURAS DE CAMPO										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
32	33	32	38	35	32	36	36	36	34	1
33	34	32	33	33	35	31	36	35	35	2
35	33	34	35	37	41	36	34	40	41	3
33	37	32	27	36	36	33	37	40	26	4
33	39	30	31	36	37	38	38	36	36	5
34	35	37	33	34	35	40	32	36	38	6
38	37	39	38	35	33	36	36	35	38	7
33	37	34	35	35	36	30	37	36	34	8
35	38	31	36	38	36	37	35	35	36	9
30	32	36	37	40	33	37	35	36	35	10
33	35	35	36	41	34	33	36	36	36	11
37	35	37	30	41	34	38	36	36	37	12
34	38	32	22	42	34	31	37	39	33	13
36	34	29	35	35	37	32	35	36	37	14
34	31	38	38	29	37	36	27	37	41	15
29	36	39	30	34	40	32	33	35	37	16
33	37	32	34	35	36	37	38	39	33	17
36	35	35	37	38	33	34	37	35	37	18
35	39	37	40	32	36	28	38	31	36	19
37	37	38	35	30	37	36	37	39	39	20

El análisis de las lecturas de campo obtenidas con el **rugosímetro Merlin** en el Jr.

Progreso, tramo 4, margen izquierdo, comprendido entre las progresivas **0+600 y 0+800**,

mostró valores **consistentes y con variaciones moderadas**, lo que reflejó una **superficie con rugosidad media y buen grado de uniformidad**. Los datos indicaron que el pavimento mantenía una **condición funcional aceptable**, sin irregularidades significativas que afectaran la comodidad de circulación. En general, el tramo presentó un **adecuado nivel de conservación**, recomendándose solo **mantenimiento rutinario** para preservar su servicio y prolongar su vida útil.

Tabla 32

Conteo de intervalos

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

Tabla 33

Resultados del nivel de servicio

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 4 - MARGEN IZQUIERDO					
CARRIL IZQUIERDO	3.90	2.25	2.15	2.09	2.16

Nota: resultados de campo

El análisis del índice de serviciabilidad presente (PSI) del Jr. Progreso, tramo 4, margen izquierdo, carril izquierdo, evidenció un valor promedio de 2.16, correspondiente a una condición regular del pavimento. Este resultado, asociado a un IRI de 3.90, indicó una rugosidad moderada, con ligeras irregularidades que afectan parcialmente el confort y la calidad de rodadura. En términos generales, el tramo mantuvo una funcionalidad aceptable, recomendándose la ejecución de mantenimiento correctivo leve para mejorar la comodidad del usuario y evitar el avance del deterioro funcional.

Tabla 34*Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI*

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS			
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			
VIA	PSI	PCI	CALIFICACIÓN
JR PROGRESO			
CARRIL IZQUIERDO	2.16	43.27	REGULAR

Nota: resultados de campo

El análisis de la clasificación del pavimento en JR PROGRESO, carril izquierdo, mostró un PSI de 2.16 y un PCI de 43.27, valores que calificaron la vía en una condición regular. Estos resultados reflejaron la existencia de deterioros superficiales moderados y una rugosidad perceptible que incide en la comodidad de conducción. A pesar de mantener un nivel de servicio aceptable, el pavimento requiere mantenimiento correctivo y sellado de fisuras para prevenir un deterioro progresivo, conservar su funcionalidad estructural y asegurar una adecuada transitabilidad en el tiempo.

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

Nota: calificación de campo

4.2.5. Resultados del IRI margen izquierdo Prog 0+800 AL 1+000

Tabla 35

Conteo de ensayos MARGEN IZQUIERDO PROG 0+800 AL 1+000

LECTURAS DE CAMPO										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
36	37	33	33	36	35	29	33	33	34	1
33	35	31	34	37	30	33	34	33	34	2
30	36	41	47	38	38	41	42	36	37	3
38	40	39	40	41	37	33	35	30	34	4
36	19	32	27	26	42	47	40	33	27	5
26	25	26	22	23	28	35	39	31	34	6
33	32	35	30	37	35	32	40	32	32	7
28	32	28	32	35	33	34	34	31	35	8
34	35	33	26	34	32	33	37	35	33	9
32	38	45	35	33	37	30	33	34	35	10
34	33	31	44	41	40	39	19	35	39	11
38	38	39	33	38	33	40	32	38	38	12
31	34	44	32	45	35	37	37	35	35	13
33	35	37	36	37	30	34	34	33	35	14
35	35	35	30	34	19	33	32	35	35	15
32	21	36	32	34	33	33	34	33	36	16
38	37	33	34	31	34	27	30	35	35	17
38	33	31	34	31	34	37	33	34	36	18
35	36	34	37	38	33	31	37	27	35	19
37	33	33	31	40	37	35	35	34	35	20

Nota: lectura de campo

El análisis de las lecturas de campo realizadas con el rugosímetro Merlin en el margen izquierdo del Jr. Progreso, comprendido entre las progresivas 0+800 y 1+000, evidenció valores con variaciones moderadas y tendencia uniforme en la mayoría de los puntos evaluados. Los resultados reflejaron una rugosidad media, indicando que el pavimento presentaba una condición funcional aceptable con ligeras irregularidades superficiales. En general, el tramo mostró un nivel de conservación adecuado, aunque se recomienda implementar mantenimiento preventivo para asegurar la continuidad del confort de rodadura y evitar el avance de deterioros en el tiempo.

Tabla 36*Conteo de intervalos*

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

Figura 23

Gráfico de conteo de datos

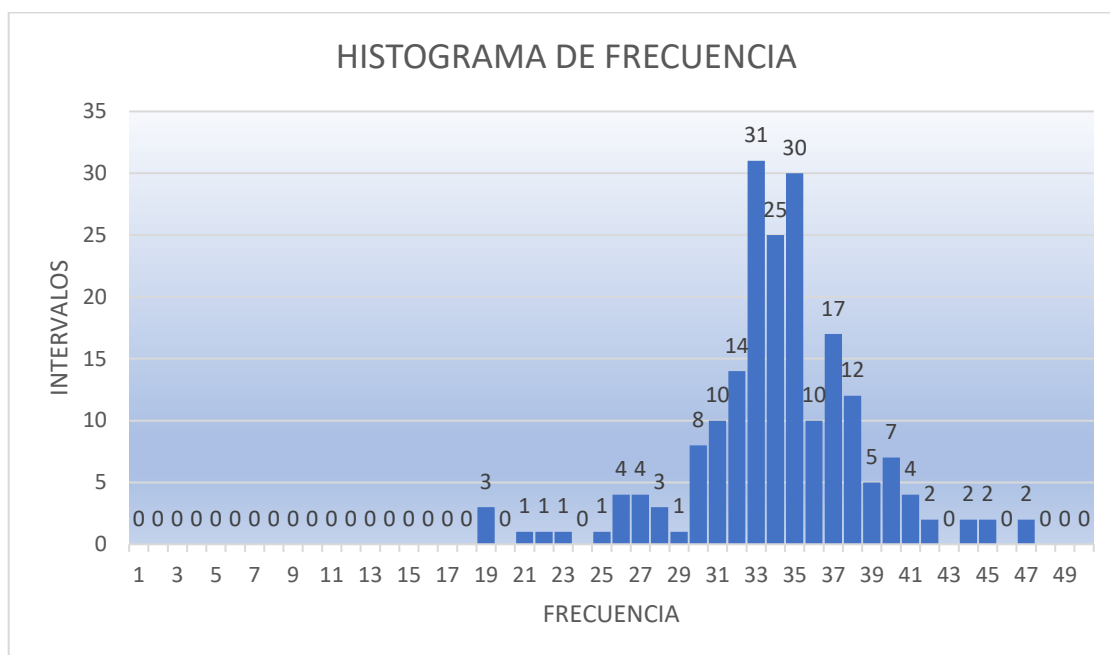


Tabla 37

Resultado del nivel de servicio

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS					
CALCULO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD PRESENTE					
VIA	IRI	PSI (1)	PSI (2)	PSI (3)	PSI TOTAL
JR PROGRESO TRAMO 5 - MARGEN IZQUIERDO					
CARRIL IZQUIERDO	4.10	2.2	2.1	2.01	2.10

Nota: elaboración propia

El análisis del índice de serviciabilidad presente (PSI) del Jr. Progreso, tramo 5, margen izquierdo, carril izquierdo, arrojó un valor promedio de 2.10, correspondiente a una condición regular del pavimento. Este resultado, asociado a un IRI de 4.10, evidenció una

rugosidad perceptible que afecta ligeramente la comodidad de conducción. En general, el pavimento mostró signos de desgaste funcional moderado,.

Tabla 38

Calificación del nivel de servicio según PSI y PCI

SERVICIABILIDAD DE LOS PAVIMENTOS EVALUADOS				
CLASIFICACION SEGÚN EL INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				
VIA	PSI	PCI	CALIFICACION	
	JR PROGRESO			
CARRIL IZQUIERDO	2.10	42.07	REGULAR	

Nota: resultados de campo

El análisis de la clasificación del pavimento en la JR PROGRESO, carril izquierdo, mostró un PSI de 2.10 y un PCI de 42.07, valores que calificaron la vía en una condición regular. Estos resultados evidenciaron la presencia de deterioros funcionales moderados y una rugosidad apreciable, que afectan parcialmente la comodidad y seguridad del tránsito vehicular. A pesar de mantener una funcionalidad aceptable, el pavimento requiere la ejecución de mantenimiento correctivo y preventivo, con el objetivo de mejorar la calidad de rodadura, restablecer el confort del usuario y evitar el avance del deterioro estructural a futuro.

RANGO DE CALIFICACION DEL PCI	RANGO	CLASIFICACION
	100 - 85	EXCELENTE
	85 - 70	MUY BUENO
	70 - 55	BUENO
	55 - 40	REGULAR
	40 - 25	MALO
	25 - 10	MUY MALO
	10 - 0	FALLADO

4.3. Análisis de resultados rugosidad margen derecho e izquierdo Jr

Progreso

ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI)

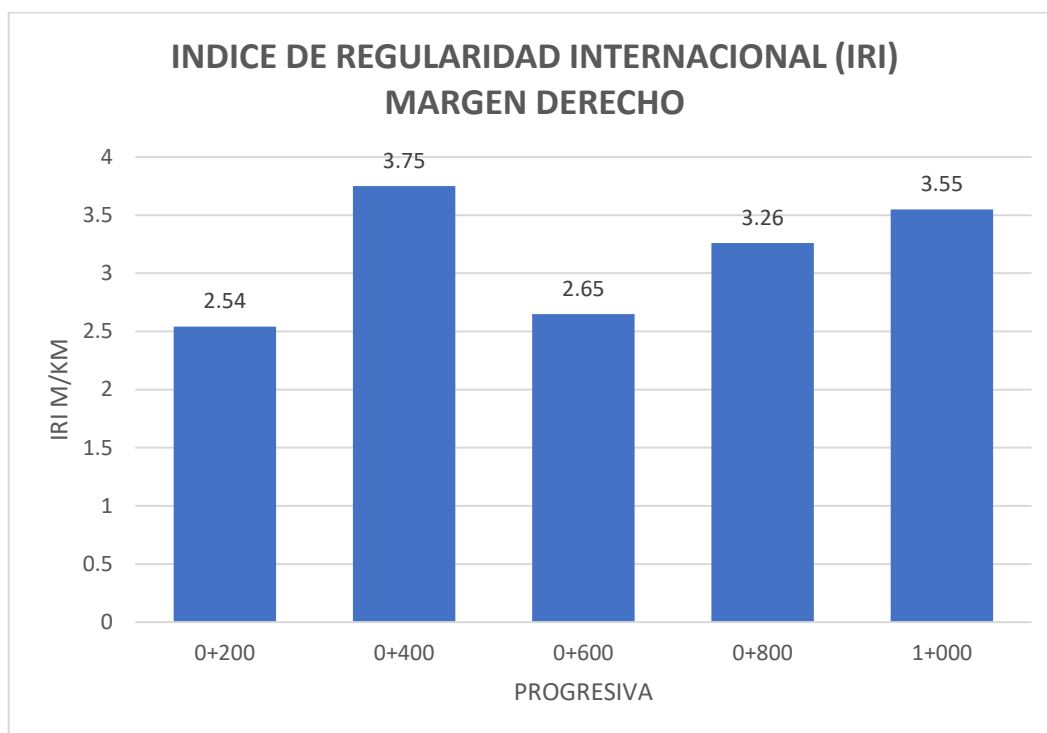
PROGRESIVA		MARGEN DERECHO	MARGEN IZQUIERDO
0+000	0+200	2.54	4.73
0+200	0+400	3.75	3.17
0+400	0+600	2.65	4.05
0+600	0+800	3.26	3.90
0+800	1+000	3.55	4.10

Nota: elaboración propia

El análisis del Índice de Regularidad Internacional (IRI) del Jr. Progreso en la ciudad de Juliaca muestra que el margen derecho presenta un promedio de 3.15 m/km, correspondiente a una condición regular tendiendo a buena, mientras que el margen izquierdo alcanza un promedio de 3.99 m/km, lo que indica una condición regular con tendencia a mala, especialmente en el tramo inicial (0+000–0+200) donde el IRI llega a 4.73 m/km. En conjunto, la vía evidencia una superficie con irregularidades moderadas, siendo necesaria la aplicación de mantenimiento preventivo y correctivo localizado, priorizando el margen izquierdo para mejorar la comodidad y seguridad de la circulación vehicular.

Figura 24

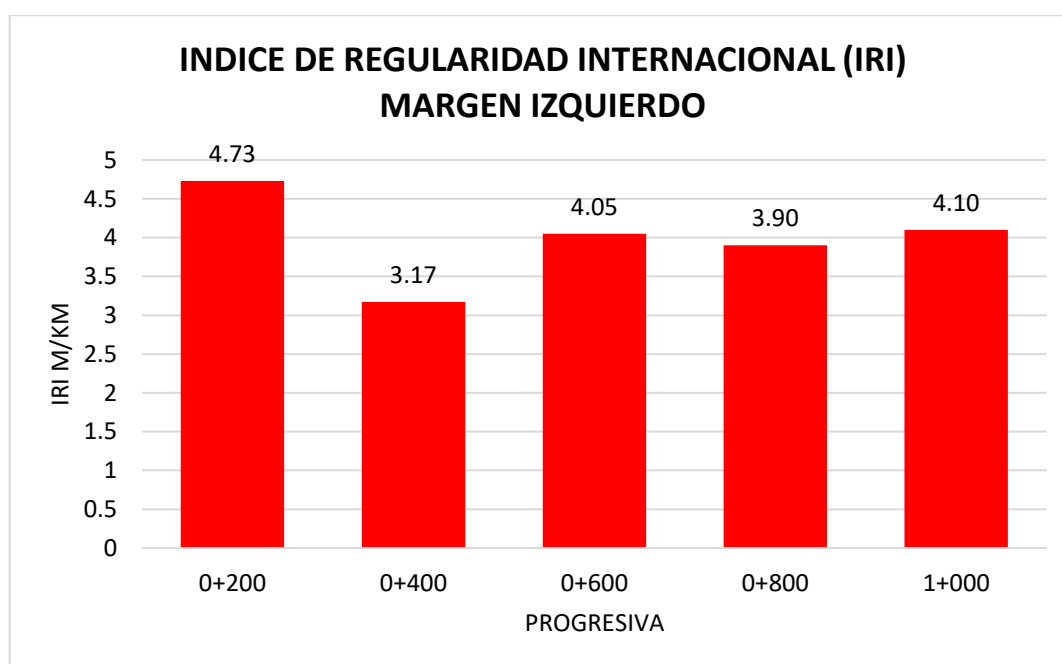
ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) MARGEN DERECHO



Nota: elaboración propia

Figura 25

ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) MARGEN IZQUIERDO



Nota: elaboración propia

4.4. Análisis de resultados del nivel de servicio Jr Progreso

Tabla 39

Resultados del nivel de servicio

NIVEL DE SERVICIO							
PROGRESIVA	MARGEN DERECHO			MARGEN IZQUIERDO			
		PSI	PCI	CALIFICACIÓN	PSI	PCI	CALIFICACIÓN
0+000	0+200	2.10	42.00	REGULAR	2.15	42.93	REGULAR
0+200	0+400	1.96	39.13	MALO	2.43	48.67	REGULAR
0+400	0+600	1.93	38.53	MALO	2.16	43.27	REGULAR
0+600	0+800	2.72	54.33	REGULAR	2.16	43.27	REGULAR
0+800	1+000	2.00	40.00	REGULAR	2.10	42.07	REGULAR

Nota elaboración propia

El Nivel de Servicio del Jr. Progreso en la ciudad de Juliaca muestra que el margen derecho presenta valores de PSI entre 1.93 y 2.72 y de PCI entre 38.53 y 54.33, con una calificación predominante de regular, aunque los tramos 0+200–0+600 evidencian condición mala, lo que sugiere presencia de deterioros superficiales como fisuras y baches que afectan la comodidad y seguridad del tránsito. Por otro lado, el margen izquierdo mantiene valores de PSI entre 2.10 y 2.43 y PCI entre 42.07 y 48.67, clasificándose de forma regular en todo su recorrido, indicando una superficie más homogénea y en mejor estado que el margen derecho. En conjunto, la vía presenta un nivel de servicio general regular, con sectores puntuales de deterioro que requieren mantenimiento correctivo localizado en el margen derecho y acciones preventivas en el izquierdo para conservar la funcionalidad y confort de la vía.

4.5. Plan de mantenimiento

El nivel de servicio evidencia que la vía presenta una condición predominantemente regular, con algunos tramos en estado malo, especialmente en el margen derecho (progresivas 0+200–0+600). El margen izquierdo mantiene una condición más estable, con valores de PSI entre 2.10 y 2.43 y PCI entre 42 y 49, clasificado como regular. Estas condiciones reflejan un deterioro superficial moderado que requiere mantenimiento correctivo y preventivo para conservar la funcionalidad de la vía y evitar un deterioro mayor

4.5.1. Estrategias de Intervención

a) Margen Derecho

Tramos críticos: 0+200 – 0+600 (condición “mala”)

Tipo de mantenimiento: Correctivo

Acciones recomendadas:

Limpieza y sellado de fisuras longitudinales y transversales.

Reparación de baches y zonas desintegradas mediante parcheo con mezcla asfáltica en caliente.

Aplicación de revestimiento superficial (slurry seal o microaglomerado) en tramos de deterioro medio.

Reperfilado y limpieza de bermas para mejorar el drenaje.

Revisión del sistema de evacuación de aguas pluviales.

b) Margen Izquierdo

Condición general: Regular

Tipo de mantenimiento: Preventivo

4.5.2. Acciones recomendadas:

Limpieza general de superficie y eliminación de material suelto.

Sellado preventivo de fisuras menores para evitar infiltración de agua.

Aplicación de capa de lechada bituminosa o sello superficial en toda la longitud para prolongar la vida útil.

Conservación de cunetas y alcantarillas para garantizar drenaje efectivo.

Tabla 40

Prioridad de mantenimiento general

PRIORIDAD DE MANTENIMIENTO				
Margen	Progresiva	Estado actual	Tipo de mantenimiento	Prioridad
Derecho	0+200–0+400	Malo	Correctivo	Alta
Derecho	0+400–0+600	Malo	Correctivo	Alta
Derecho	0+000–0+200 y 0+600–1+000	Regular	Preventivo	Media
Izquierdo	0+000–1+000	Regular	Preventivo	Media

Notas elaboración propia

CONCLUSIONES

PRIMERA: La evaluación de la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso en la ciudad de Juliaca, mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), evidenció que la vía presenta un estado funcional regular, con sectores localizados en condición mala, principalmente en el margen derecho entre las progresivas 0+200 y 0+600. Los valores promedio de IRI (3.15 m/km margen derecho y 3.99 m/km margen izquierdo) reflejan una superficie con irregularidades moderadas que afectan la comodidad y seguridad del tránsito. Estos resultados confirman la necesidad de aplicar mantenimiento correctivo y preventivo para preservar la vida útil del pavimento y garantizar una adecuada transitabilidad vehicular y peatonal.

SEGUNDA: La evaluación del nivel de rugosidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, correspondiente al año 2025, evidencia que la vía presenta una condición funcional predominantemente regular, con valores del Índice de Regularidad Internacional (IRI) que oscilan entre 2.54 y 4.73 m/km. Este rango refleja la existencia de tramos con rugosidad moderada a alta, especialmente en el margen izquierdo, donde se perciben mayores irregularidades superficiales que afectan la comodidad de los usuarios y la eficiencia del tránsito vehicular. En general, el estado del pavimento indica un inicio de deterioro progresivo que, de no ser atendido oportunamente, podría reducir su vida útil y aumentar los costos de rehabilitación futura.

TERCERA: Del análisis realizado para identificar el nivel de servicio que actualmente ofrece el pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, año 2025, se determina que la vía presenta una condición funcional regular, con valores de PSI entre 1.93 y 2.72 y de PCI entre 38.53 y 54.33, clasificándose mayormente como regular, con algunos tramos en condición mala en el margen derecho. Estos resultados reflejan la existencia de un desgaste superficial moderado, evidenciado por fisuras, baches y



pequeñas deformaciones que afectan la comodidad y seguridad del tránsito vehicular, requiriendo acciones de mantenimiento oportunas para evitar un mayor deterioro estructural del pavimento.

CUARTA: El análisis realizado para proponer un plan de mantenimiento orientado a mejorar la rugosidad y el nivel de servicio del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, año 2025, se concluye que la vía presenta un estado regular con sectores deteriorados, especialmente en el margen derecho, donde los valores de IRI y PCI reflejan la necesidad de intervenciones inmediatas. Los resultados muestran que, aunque la vía aún es funcional, su superficie evidencia signos de desgaste superficial y pérdida de confort, lo que puede afectar la durabilidad estructural si no se aplican medidas preventivas y correctivas adecuadas. La propuesta de mantenimiento busca restablecer la regularidad y mejorar la comodidad de los usuarios mediante acciones planificadas y sostenibles.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se sugiere ampliar el alcance del estudio hacia un análisis más integral del comportamiento funcional de los pavimentos urbanos de la ciudad de Juliaca, considerando variables complementarias como la composición estructural de las capas, el volumen y tipo de tránsito, y los efectos de las condiciones climáticas locales. También sería pertinente comparar los resultados del Índice de Regularidad Internacional (IRI) con otros indicadores, como el Índice de Deterioro Estructural (IDS) o el Módulo Resiliente, con el fin de establecer correlaciones más precisas sobre la durabilidad y el desempeño del pavimento. Finalmente, se recomienda incorporar tecnologías de auscultación automatizada y sistemas de información geográfica (SIG) para optimizar la gestión vial y generar bases de datos actualizadas para futuras evaluaciones

SEGUNDA: se sugiere ampliar el estudio hacia un análisis comparativo de la rugosidad y el deterioro funcional en diferentes tipos de vías urbanas de la ciudad de Juliaca, considerando factores como la estructura del pavimento, el volumen de tránsito, la edad de servicio y las condiciones climáticas. Asimismo, futuras investigaciones podrían incorporar modelos predictivos de evolución del IRI y su relación con los costos de operación vehicular, lo que permitiría estimar con mayor precisión los intervalos óptimos de mantenimiento. También se recomienda el uso de tecnologías de auscultación automatizada y herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) para el monitoreo continuo del estado superficial

TERCERA: se sugiere implementar un plan de mantenimiento vial integral que priorice los tramos del margen derecho donde se identificaron condiciones malas, aplicando acciones correctivas como sellado de fisuras, bacheo y repapeo con microaglomerado asfáltico. En los sectores con condición regular, se recomienda realizar mantenimiento preventivo mediante tratamientos superficiales y limpieza de sistemas de



drenaje para evitar la progresión del deterioro. Además, se aconseja establecer un programa de monitoreo periódico de los valores de PSI y PCI, con el fin de evaluar la evolución del estado funcional del pavimento y planificar intervenciones oportunas que garanticen la seguridad, comodidad y durabilidad de la vía.

CUARTA: Se propone que futuras intervenciones prioricen la ejecución inmediata del plan de mantenimiento vial en los tramos con mayores valores de IRI y menores índices de PCI, especialmente en el margen derecho del jirón Progreso, donde se evidenciaron las condiciones más críticas. Se recomienda aplicar tratamientos correctivos como el recapeo con microaglomerado asfáltico, el sellado de fisuras y el bacheo estructural, complementados con acciones preventivas en los sectores regulares para evitar el avance del deterioro. Asimismo, se sugiere incorporar tecnologías de auscultación y monitoreo continuo, que permitan actualizar periódicamente los indicadores de rugosidad y condición del pavimento, optimizando la gestión del mantenimiento y garantizando la sostenibilidad de la infraestructura vial urbana.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Burgos, G. (2023). Evaluación funcional del pavimento de la vía a Noboa en el acceso oriental de la ciudad de Jipijapa – provincia de Manabí, desde la abscisa 0+000 hasta 1+000 [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí]
- Bañon Blazquez, L. (2018). *Manual de Carreteras - construccion y mantenimiento*.
- Capia Mamani, W. (s.f.). ESTUDIO DE LOS FACTORES DEL DETERIORO DE LA VÍA ASFALTADA – VILQUE DE LA REGIÓN PUNO. Puno, Puno, Perú.
- Carhuapoma Carlos, J. H. (2019). Evaluación del nivel de servicio mediante el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco – Yanahuanca–2019. Cerro de Pasco, Perú.
- Corros B., M. (2017). *MANUAL DE EVALUACION DE PAVIMENTOS*. Lima.
- Garnica Anguas, P. (2018). ÍNDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD EN LA RED CARRETERA DE MÉXICO. mexico, Mexico.
- González Muñoz, L. G. (2019). DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DE LA MALLA VIAL DE BOGOTÁ. Bogotá, Colombia.
- Gutierrez Lázares, W. (2018). *MECÁNICA DE SUELOS APLICADA A VÍAS DE TRANSPORTE*. Lima.
- Lluncor Gallo , R. A., & Salcedo Barrios, R. G. (2018). PROPUESTA DE GESTIÓN PARA MANTENER LA RUGOSIDAD DENTRO DE LOS NIVELES DE SERVICIO DEL CONTRATO DE CONCESIÓN . Chíncha, Ica, Perú.
- Mauricio Pradena , M. (2016). AUSCULTACIÓN EN CAMINOS NO PAVIMENTADOS MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD COMO PARÁMETRO DETERMINADOR DEL RESULTADO DE LA CONSERVACIÓN. Arica, Chile.
- Menendez Acurio, J. R. (2016). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS - DISEÑO DE PAIVMENTOS*. Lima: ICG.



- Montejo Fonseca, A. (2002). *INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS*. Bogotá.
- MTC. (2014). *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS SECCION SUELOS Y PAVIMENTOS*. Perú.
- Paricahua Chaiña, R. C. (s.f.). *FACTORES RELACIONADOS ENTRE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL Y EL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN EL CERCADO DE SAN MIGUEL - SAN ROMAN 2023*. San Miguel, San Miguel, Perú.
- Ramos Vilca, W. (2017). *EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO POR DEFLECTOMETRÍA E ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL DE LA CARRETERA: PUNO – VILQUE – MAÑAZO - 4KM CRÍTICOS - 2015*. Puno, Perú.
- Rivera Huayhua, D. A. (2023). *DIAGNOSTICO DEL ESTADO DE CONDICION DEL PAVIMENTO Y SERVICIABILIDAD MEDIANTE EL ESTUDIO DE REGULARIDAD SUPERFICIAL EN LA AV. HÉROES DE LA GUERRA DEL PACIFICO DE LA CIUDAD DE JULIACA*. Juliaca, San Roman, Perú.
- Sangay Cusquisibán, M. O. (2019). *DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO MEDIANTE EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) MEDIDO CON EL EQUIPO MERLIN EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA Av. HOYOS RUBIO EN LA CIUDAD DE CAJAMARCA*. Cajamarca, Perú.
- Varas Navas, M. E. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible en la calle Pablo Rossell cuadras 5, 6 y 7 aplicando el rugosímetro de Merlín, Iquitos - 2021*. Iquitos, Loreto, Perú.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICES / INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General			
¿Cuál es la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, determinada mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI) en el año 2025?	Evaluar la funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), en el año 2025.	La funcionalidad del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, evaluada mediante el Índice de Regularidad Internacional (IRI), presenta un nivel de servicio regular a deficiente, debido a la presencia de una alta rugosidad superficial generada por el desgaste y falta de mantenimiento periódico.	VARIABLE DEPENDIENTE: FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Clasificación funcional del pavimento- Valor del IRI asociado al nivel de servicio- Recomendación de mantenimiento	Enfoque: Cuantitativo. Nivel: Explicativo. Tipo: Analítico
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			
¿Cuál es el nivel de rugosidad actual del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, 2025?	1.Determinar el nivel de rugosidad actual del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025.	1.El nivel de rugosidad actual del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025, supera los valores óptimos establecidos por el Manual de Carreteras – Evaluación de Pavimentos (MTC, 2013), indicando una condición funcional deficiente.	VARIABLE INDEPENDIENTE: ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI).	Valor del IRI (m/km)- Clasificación del IRI según estándares MTC (Excelente, Bueno, Regular, Malo, Muy malo)	Rugosímetro merlin Ficha técnica de evaluación funcional- Software de procesamiento de datos (Excel o similar)
2.¿Cuál es el nivel de servicio que actualmente ofrece el pavimento flexible en el Jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, 2025?	Identificar el nivel de servicio que actualmente ofrece el pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025.	2.El nivel de servicio que ofrece actualmente el pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025, se clasifica como regular o bajo, en función de los valores de IRI obtenidos.			
¿Qué plan de mantenimiento en la rugosidad y el nivel de servicio del pavimento en el Jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, 2025?	3.Proponer un plan de mantenimiento orientado a mejorar la rugosidad y el nivel de servicio del pavimento flexible del jirón Progreso de la ciudad de Juliaca, en el año 2025.	3.La implementación de un plan de mantenimiento adecuado permitirá reducir la rugosidad y mejorar el nivel de servicio del pavimento flexible del jirón Progreso, optimizando su funcionalidad v confort de rodadura.			
			INSTRUMENTOS		

Anexo 2. Panel fotográfico



IMAGEN 001 – RUGOSIMETRO MERLIN



IMAGEN 002 – CALIBRACION EQUIPO RUGOSIMETRO MERLIN



IMAGEN 03 – REVISION DE ELEVACIÓN Y DEPRECIACIÓN DE VIA



IMAGEN 004 -LECTURA DE CAMPO MARGEN DERECHO



IMAGEN 005- LECTURA DE CAMPO

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



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+200 AL 0+400

LADO ANICA: CARRIL IZQUIERDO / EXTERNO

CÁLCULOS

F = 1.00

D = 42.00 mm

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 3.17 IRI

PSI = $5 / [e^{(R/5.9)}]$

= 2.8

HOJA CAMPO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33	36	38	35	33	33	32	29	29	33
32	31	37	39	35	34	32	36	34	31
34	32	31	36	31	32	30	33	31	39
33	34	32	37	36	37	32	35	30	33
33	37	34	37	33	32	33	30	40	35
33	32	33	35	33	27	34	31	34	31
36	35	33	32	33	35	35	35	30	31
34	32	33	33	30	35	31	29	34	32
34	32	30	35	31	30	29	32	33	30
35	32	34	33	32	32	34	36	35	31
34	30	35	33	30	31	30	27	30	29
36	28	34	31	29	27	32	37	32	34
31	34	32	37	36	37	32	35	30	33
31	37	34	37	33	32	33	27	28	35
31	32	33	28	33	28	34	31	34	31
34	35	33	32	33	35	35	35	30	31
31	32	33	33	30	35	31	29	34	32
31	32	28	35	31	30	29	32	39	30
33	32	34	33	32	32	28	35	35	31
31	30	35	33	30	31	30	34	30	29

TOTAL: 200 ENSAYOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
C/P 103267



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+400 AL 0+600

LADO: CARRIL IZQUIERDO / EXTERNO

CALCULOS

F = 1.00

D = 58.00 mm

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 4.05 IRI

PSI = $5 / [e^{(R/5.5)}]$

= 2.4

HOJA CAMPO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	33	30	33	39	31	33	30	34	33	1
31	31	34	33	34	32	33	29	31	30	2
34	32	30	32	31	28	33	27	31	34	3
33	35	38	39	32	34	32	34	33	30	4
30	34	31	35	34	27	30	32	30	38	5
34	33	32	34	30	29	40	33	33	31	6
33	40	32	33	30	36	36	34	33	32	7
40	36	38	31	33	26	26	31	29	33	8
31	32	34	32	33	29	31	33	29	29	9
31	37	31	26	33	27	31	32	32	30	10
34	32	26	34	32	34	33	39	30	32	11
33	40	34	27	37	40	30	36	39	37	12
31	32	34	40	26	33	33	34	31	32	13
34	30	31	32	32	33	26	33	30	36	14
30	36	32	31	31	37	34	33	29	29	15
35	35	34	30	34	32	30	32	40	30	16
33	34	29	32	40	36	38	39	30	32	17
32	33	34	34	30	34	31	36	39	37	18
35	29	32	36	34	33	32	34	31	32	19
33	35	31	30	33	34	32	33	30	38	20

TOTAL 200 ENSAYOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP: INGENIERÍA CIVIL
Dn. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+600 AL 0+800

LADO: CARRIL IZQUIERO / EXTERNO

CALCULOS

$MFC = 1.000$

$D = 47.33 \text{ mm}$

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 3.90 IRI

PSI = $5 / [e^{(R/5.0)}]$

= 2.5

HOJA CAMPO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
32	33	32	38	35	32	36	36	36	34	1	
33	34	32	33	33	35	31	36	35	35	2	
35	33	34	35	37	41	36	34	40	41	3	
33	37	32	27	36	36	33	37	40	26	4	
33	39	30	31	36	37	38	38	36	36	5	
34	35	37	33	34	35	40	32	36	38	6	
38	37	39	39	35	33	36	36	35	38	7	
33	37	34	35	35	36	30	37	36	34	8	
35	38	31	36	38	36	37	35	35	36	9	
30	32	36	37	36	33	37	35	36	35	10	
33	35	35	36	38	34	33	36	36	36	11	
37	35	37	30	39	34	38	36	36	37	12	
34	38	32	22	39	34	31	37	39	33	13	
36	34	29	35	35	37	32	35	36	37	14	
34	31	38	29	37	38	27	37	41		15	
29	36	39	30	34	40	32	33	35	37	16	
33	37	32	34	35	36	37	38	39	33	17	
36	35	35	37	38	33	34	37	35	37	18	
35	39	37	40	32	36	28	38	31	36	19	
37	37	38	35	30	37	36	37	39	39	20	

TOTAL: 200 ENSAYOS

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
LABORATORIO M.S.C.A.
JEFATURA
JULIACA

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CAP. INGENIERIA CIVIL
Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103267



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)
NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRR

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+800 AL 1+000

LADO: CARRIL IZQUIERDO / EXTERNO

CÁLCULOS

$F = 1.00$

$D = 73.75 \text{ mm}$

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = **4.06 IRI**

PSI = $5 / [e^{(R/5.5)}]$

PSI = **2.4**

HOJA CAMPO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	35	33	33	36	35	29	33	33	34
33	35	31	34	37	30	33	34	33	34
30	36	41	47	35	38	41	42	36	37
38	40	39	40	41	37	33	35	30	34
39	19	32	27	26	42	24	40	33	27
26	25	26	22	23	28	35	39	31	34
33	32	35	30	37	36	32	40	32	32
28	32	28	32	35	33	34	34	31	35
34	35	33	26	34	32	37	35	33	9
32	38	46	35	33	37	30	33	34	35
34	33	31	44	41	40	39	19	35	39
38	38	39	33	38	33	40	32	38	38
31	34	44	32	45	35	37	37	35	35
33	35	37	36	37	30	34	34	33	35
35	35	35	30	34	19	33	32	35	35
32	21	36	32	34	33	33	34	33	36
38	37	33	34	31	34	27	30	35	35
38	33	31	34	31	34	37	33	34	36
35	36	34	37	38	33	31	37	27	35
37	33	33	31	40	37	35	35	34	35

TOTAL: 200 ENSAYOS

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP-103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

ENSAYO DE ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)
NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESO: PROG 0+000 AL 0+209

LADO: CARRIL DERECHO / EXTERNO

CÁLCULOS

$F = 1.00$

$D = 47.41 \text{ mm}$

$RUGOSIDAD = 0.593 + 0.0471 \times D$

$= 2.54 \text{ IRI}$

$PSI = 5 / [e^{(R/5.5)}]$

$= 3.2$

HOJA CAMPO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	32	33	32	38	35	32	36	36	36	34
2	33	34	32	33	31	35	31	36	35	35
3	35	33	34	35	37	38	35	34	40	41
4	33	37	32	29	36	36	33	37	40	29
5	33	39	30	31	36	37	38	38	36	36
6	34	35	37	33	34	35	38	32	36	38
7	38	38	39	38	35	33	36	36	35	36
8	33	37	34	35	31	36	30	37	36	34
9	35	38	28	36	38	36	37	35	35	36
10	30	32	29	37	36	33	38	35	36	35
11	33	35	36	36	38	34	41	36	36	36
12	37	35	37	30	37	34	38	36	41	37
13	34	38	32	30	37	34	31	37	39	33
14	36	34	29	35	35	37	32	35	36	37
15	34	31	37	38	29	37	36	29	37	41
16	29	36	39	30	34	37	32	33	35	37
17	33	37	32	34	35	36	37	38	39	33
18	36	35	35	37	38	33	34	37	35	37
19	35	39	37	40	32	36	28	38	31	36
20	37	37	38	39	30	37	36	37	39	39

TOTAL: 200 ENSAYOS

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFÁLTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRR

MERLIN

Nº ENSAYOS: 200 ENSAYOS

PROGRESIV: PROG 0+200 AL 0+400

LADO: CARRIL DERECHO / EXTERNO

CÁLCULOS

$M_F = 1.00$

$D = 73.75 \text{ mm}$

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 3.76 IRI

PSI = $5 / [e^{(R/5.5)}]$

= 2.5

HOJA CAMPO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	35	35	33	33	36	35	29	33	33	34	1
2	33	35	31	34	37	30	33	34	33	34	2
3	30	36	41	47	35	38	41	42	36	37	3
4	38	40	39	40	41	37	33	35	30	34	4
5	36	19	32	27	28	42	24	40	33	27	5
6	26	25	26	22	23	28	35	39	31	34	6
7	33	32	35	30	37	35	32	40	32	32	7
8	28	32	28	32	35	33	34	34	31	35	8
9	34	35	33	26	34	32	33	37	35	33	9
10	32	38	45	35	33	37	30	33	34	35	10
11	34	33	31	44	41	40	39	19	35	39	11
12	36	38	39	33	39	33	40	32	38	38	12
13	31	34	44	32	45	35	37	37	35	35	13
14	33	35	37	36	37	30	34	34	33	35	14
15	35	35	35	30	34	19	33	32	35	36	15
16	32	21	36	32	34	33	33	34	33	36	16
17	38	37	33	34	31	34	27	30	35	35	17
18	38	33	31	34	31	34	37	33	34	36	18
19	35	36	34	37	38	33	31	37	27	35	19
20	37	33	33	31	40	37	35	35	34	35	20

TOTAL: 200 ENSAYOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICP - CIVIL INGENIERÍA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 105257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRR

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+400 AL 0+600

LADO: CARRIL DERECHO / EXTERNO

CALCULOS

$D = 1.00$

$D = 39.17 \text{ mm}$

RUGOSIDAD: $= 0.0619 \times D$

$= 2.65 \text{ IRI}$

$\text{PSI} = 5 / [e^{(R^{0.5})}]$

$= 3.1$

HOJA CAMPO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	36	38	35	33	33	32	29	29	33
31	31	37	39	35	34	32	36	34	31
31	32	31	36	31	32	30	33	31	39
30	32	28	32	32	33	33	32	32	35
37	34	33	33	34	34	31	32	38	35
30	37	36	32	31	35	38	34	36	33
36	34	33	34	35	32	31	31	33	28
34	31	36	32	32	33	34	36	33	29
34	37	35	37	38	35	32	36	37	33
35	34	33	33	36	32	35	35	33	35
34	32	36	32	32	37	31	31	30	30
36	28	34	31	29	36	32	37	32	34
31	34	32	37	36	37	32	35	30	33
31	37	34	37	33	32	33	30	40	35
31	32	33	35	33	33	34	31	34	31
34	35	33	32	33	35	35	35	30	31
31	32	33	33	30	35	31	29	34	32
31	32	30	35	31	30	29	32	33	30
33	32	34	33	32	32	34	36	35	31
31	30	35	33	30	31	30	34	30	29

TOTAL: 200 ENSAYOS

LABORATORIO M.S.C.A.
JULIACA
Dr. Arnaldo Yano Torres
CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP-37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRR

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+600 AL 0+800

LADO: CARRIL DERECHO / EXTERNO

CALCULOS

$D = 1.00$

$D = 43.64 \text{ mm}$

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 3.26 IRI

PSI = $5 / [e^{(R/5.9)}]$

= 2.8

HOJA CAMPO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	32	32	31	32	30	29	32	33	33
32	30	31	34	30	31	32	32	33	30
30	29	32	30	36	32	31	31	31	33
32	31	33	35	35	34	30	34	32	30
32	31	31	33	34	29	32	33	36	38
30	34	33	32	33	34	34	30	34	31
32	33	32	35	28	32	36	34	33	32
35	36	38	34	32	35	27	34	29	30
31	32	34	37	39	33	36	33	35	38
31	30	31	32	29	29	37	31	28	34
34	32	32	29	29	37	30	34	30	34
33	30	34	33	35	33	34	35	37	35
32	36	34	33	33	30	31	33	31	36
31	29	30	31	33	30	34	31	29	33
32	30	31	32	33	29	31	33	29	29
34	32	29	28	33	27	31	32	32	30
33	33	32	34	32	34	33	39	30	32
28	39	33	27	30	32	30	36	39	37
33	33	32	34	30	26	26	34	31	32
33	35	31	30	33	34	32	33	38	38

TOTAL: 200 ENSAYOS



Dr. Argandoña Yana Torres

CIP: 103257



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL INDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

SOLICITANTE: Bach. HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

PAVIMENTO: CARPETA ASFALTICA

FECHA: 24/07/2025

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRR

MERLIN

Nº ENSAYO: 200 ENSAYOS

PROGRESIVO: PROG 0+900 AL 1+000

LADO: CARRIL DERECHO / EXTERNO

CALCULOS

$MFC = 1.00$

$D = 47.78 \text{ mm}$

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 3.55 IRI

PSI = $5 / [e^{(R/5.5)}]$

= 2.6

HOJA CAMPO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	31	35	33	34	36	37	35	34	36	34	1
2	36	34	29	35	35	37	32	35	36	37	2
3	34	31	37	38	29	37	36	29	37	41	3
4	29	36	39	30	34	37	32	33	35	37	4
5	33	37	32	34	35	36	37	38	39	33	5
6	36	35	35	37	38	33	34	37	35	37	6
7	35	39	37	36	32	36	28	36	34	36	7
8	37	37	38	35	30	37	36	37	39	39	8
9	34	38	28	36	38	36	37	35	35	36	9
10	36	32	29	37	36	33	38	35	36	35	10
11	33	35	35	37	38	34	41	36	36	36	11
12	37	35	37	31	37	34	38	36	41	37	12
13	34	38	32	33	37	34	31	37	39	33	13
14	36	34	40	35	35	37	32	35	36	37	14
15	34	31	37	29	35	33	36	34	37	41	15
16	29	36	39	36	34	37	32	33	35	37	16
17	33	37	32	34	35	36	37	38	39	33	17
18	36	35	35	37	38	33	34	37	36	37	18
19	35	39	37	40	32	36	28	38	36	36	19
20	37	37	38	35	30	37	36	37	37	36	20

TOTAL: 200 ENSAYOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

FICP - CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA

Dr. Arriado Iana Torres

CP 103257



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: - 11 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: HARRY ADEMIR CASQUINO LUPACA

Dirección: JR. JULI 508

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70415012

Teléfono: 979968385

email: harryademir@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono:

email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: M. Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐

Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐

Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE EL ÍNDICE DE REGULARIDAD
INTERNACIONAL PARA EL JIRÓN PROGRESO DE LA CIUDAD DE JULIACA, 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): Pavimento flexible, Índice de Regularidad Internacional, Nivel de servicio.

¿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: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

DE NOVIEMBRE DEL 2025

Fecha