



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD
DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y
WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA
JULIACA PUCARA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

JULIACA – PERÚ

2025



**UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD
DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y
WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA
JULIACA PUCARA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

MIEMBRO DEL JURADO :


Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS :


Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN :

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02113-2024-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 29 de noviembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-013610 de fecha 5 de noviembre de 2024, el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, con DNI N° 73111858, código de matrícula N° 1920100114, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; **INFORME N° 00987-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 25 de noviembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-013610 el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024** Línea de Investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA**, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la **DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00987-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024** presentado por el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al (a) Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 01384-2025-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 23 de setiembre de 2025

VISTOS:

El Expediente N° 3671 de fecha 09 de setiembre del 2025, el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, con DNI N° 73111858, código de matrícula N° 1920100114, quien solicita CORRECCIÓN DE TÍTULO en la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02113-2024-USA-EPG/UANCV, 401-2025-USA-EPG/UANCV y RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0319-2025-D-EPG-UANCV/J del trabajo de investigación titulada: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024 Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, ASESORADO POR EL (A): Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL, mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES.

CONSIDERANDO:

Que, con Expediente N° 3671 el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, con DNI N° 73111858 y código de matrícula N° 1920100114, quien solicita CORRECCIÓN DE TÍTULO en la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02113-2024-USA-EPG/UANCV, 401-2025-USA-EPG/UANCV y RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0319-2025-D-EPG-UANCV/J del trabajo de investigación titulada: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024 En el que se solicita corregir el título en la palabra donde dice: PROLIFER, debe decir: PROFILER, debiendo consignarse a partir de la fecha como: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024 Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- ACEPTAR EL (A) CORRECCIÓN DE TÍTULO en la RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02113-2024-USA-EPG/UANCV, 401-2025-USA-EPG/UANCV y RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0319-2025-D-EPG-UANCV/J debiendo consignarse a partir de la fecha como: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024 presentado por el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como ASESOR al (a) Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0401-2025-USA-EPG/UANCV**

Juliaca, 27 de mayo de 2025

VISTOS:

El Expediente N° 2024-0757 de fecha 16 de enero de 2025, el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, con DNI N° 73111858, código de matrícula N° 1920100114, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); INFORME N° 00268-2025-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 20 de mayo de 2025, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-0757 el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024 Línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL, mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Titulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión FAVORABLE al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del ASESOR Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según INFORME N° 00268-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Titulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN, titulado: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024 presentado por el (la) Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como ASESOR al (a) Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°0319-2025-D-EPG-UANCV/J**

Juliaca, 03 de setiembre del 2025

VISTOS:

El expediente N° 1747 presentado por el (la) Bachiller: **REYMER MAGNO MAMANI ARIAS** quien solicita nominación de jurados, fecha y hora de sustentación de tesis, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller: **REYMER MAGNO MAMANI ARIAS** con número de DNI 73111858 con número de matrícula 1920100114 ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la Tesis Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024** para optar el GRADO de: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**;

Que, mediante Resolución N°2113-2024 -USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N°401-2025-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) Titulada: **ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN**.

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 000241 de fecha: 26 de agosto de 2025 se nomina jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que *la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico*;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR APTO para la sustentación presencial del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), **TITULADO: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROLIFER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024** del (la) Bach: **REYMER MAGNO MAMANI ARIAS**, para optar el GRADO de: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - NOMINAR JURADOS para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

Presidente	: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Primer miembro	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Segundo miembro	: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Asesor	: Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

ARTÍCULO TERCERO. - PROGRAMAR FECHA Y HORA de sustentación como se detalla:

Fecha	: Miércoles, 10 de setiembre del 2025
Hora	: 11:00 a.m..
Lugar	: Aula N°208 Centro Comercial N° 03 UANCV-JULIACA

ARTÍCULO CUARTO. - El Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Javier Roldán Quiroga Zapana
DIRECTOR (a)



REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD
DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKIN...**

 Trabajos de Maestria para Repositorio 2026

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:600677808

Fecha de entrega

16 jun 2026, 23:05 GMT-5

Fecha de descarga

17 jun 2026, 11:26 GMT-5

Nombre del archivo

T036_73111858_M.docx

Tamaño del archivo

47.5 MB

154 páginas

21.765 palabras

113.461 caracteres



17% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 13%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 15%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos complementarios - UANCV

TÍTULO	
ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73111858
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2058-4616
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	SEGUNDO ORTIZ CANSAYA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	29309750
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-0224-8651
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Miembro del jurado 1	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6657-665X



Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	Pais: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa Distrito: Pucará Coordenadas Latitud: -15.046252984692016 Longitud: -70.36475141007205 Geolocalización https://maps.app.goo.gl/COS4qjAL3VYXEG9S8 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre del 2024 – setiembre 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#2.01.00 Educación general https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
ESCUELA DE POSTGRADO
[Firma]
Dra. Mariam Mamani
DIRECTORA
DE INVESTIGACIÓN - EPG



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo REYMER MAGNO MAMANI ARIAS identificado con DNI

Nro. 73111858 en mi condición de egresado de:

☐ Escuela Profesional

☐ Programa de Segunda Especialidad,

☒ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

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

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO CON

RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER. EN LA CARRETERA JULIACA

PUCARA, 2024

Asesorado por: Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 30 de septiembre del 2025

Firma del Asesor
(obligatoria)

Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios nuestro amado padre celestial
por siempre iluminar mi camino.

A mis padres y hermana por todo su
apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTO

A la escuela de posgrado de la
universidad Andina Néstor Cáceres
Velásquez

A mis amigos y familiares por sus
concejos que me impulsan a seguir
adelante en esta hermosa carrera de la
vida



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE DE CONTENIDOS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1. Exposición de la situación problemática	1
1.2. Formulación del planteamiento del problema	3
1.2.1. Pregunta general	3
1.2.2. Preguntas específicas	3
1.3. Justificación de la investigación	3
1.3.1. Justificación teórica	3
1.3.2. Justificación práctica	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. Importancia y alcance de la investigación	6
1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación	6
1.7. Hipótesis	7
1.7.1. Hipótesis general	7
1.7.2. Hipótesis específicas	7
1.8. Variables e indicadores	7
1.8.1. Conceptualización de variables	7
1.8.2. Operacionalización de las variables	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes del estudio	9
2.1.1. A nivel internacional	9
2.1.2. A nivel nacional	12
2.1.3. A nivel regional o local	15



2.2.	Bases teóricas.....	16
2.2.1.	Pavimento flexible	16
2.2.1.1.	Definición de pavimento	16
2.2.1.2.	Definición de Pavimento Flexible.....	17
2.2.2.	Importancia del Pavimento Flexible	17
2.2.3.	Fallas en el Pavimento	18
2.2.4.	Índice de Serviciabilidad de Pavimento (ISP).....	21
2.2.4.1.	Definición del Índice de Serviciabilidad	21
2.2.4.2.	Fórmula del ISP	25
2.2.4.3.	Carga del Tráfico	26
2.2.4.4.	Mantenimiento del Pavimento	26
2.2.4.5.	Aplicaciones del ISP	27
2.2.4.5.1.	Evaluación del Estado del Pavimento	27
2.2.4.5.2.	Planificación de Proyectos Viales.....	27
2.2.4.6.	Métodos de Medición del ISP	27
2.2.4.6.1.	Rugosímetro Merlin	27
2.2.4.7.	Walking Profiler	28
2.2.4.8.	Rugosidad	28
2.2.4.9.	Hundimientos y Deformaciones Locales	28
2.2.4.10.	Desgaste de la Superficie	28
2.2.5.	Rugosímetro Merlin y Walking Profiler	29
2.2.5.1.	Rugosímetro Merlin	29
2.2.5.2.	Walking Profiler	29
2.2.5.3.	Diferencias o similitudes de datos	30
2.3.	Marco conceptual.....	30
2.3.1.	Comportamiento de un pavimento.....	30
2.3.2.	Concepto de rugosidad	31
2.3.3.	Envejecimiento del asfalto	31
2.3.4.	Índice de serviciabilidad	31
2.3.5.	Índice de regularidad internacional.....	31
2.3.6.	Mantenimiento periódico	32
2.3.7.	Pavimento	32
2.3.8.	Rehabilitación	33
2.3.9.	Rendimiento	33



2.3.10. Transporte por carretera.....	33
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.1. Enfoque de la investigación.....	34
3.2. Método o métodos aplicados en la investigación.....	34
3.3. Tipo de investigación	35
3.4. Nivel de investigación	35
3.5. Diseño de investigación	35
3.6. Población y muestra	36
3.6.1. Población.....	36
3.6.2. Muestra	36
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información	36
3.7.1. Técnicas de la investigación.....	36
3.7.2. Instrumentos de la investigación	37
3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación	37
3.8.1. Validación de los instrumentos	37
3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos.....	38
3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis	38
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	39
4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos	39
4.1.1. Evaluación del estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el rugosímetro convencional de Merlin	40
4.1.1.1. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo I	40
4.1.1.2. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo II	41
4.1.1.3. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo III	43
4.1.1.4. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo IV	45
4.1.1.5. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo V	46
4.1.1.6. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo VI	48
4.1.1.7. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo VII	50
4.1.1.8. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo VIII	51
4.1.1.9. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo IX	53
4.1.1.10. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo X.....	55
4.1.2. Evaluación del estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el Walking Profiler en la carretera Juliaca - Pucará.	57
4.1.2.1. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo I	58



4.1.2.2.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo II	59
4.1.2.3.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo III	61
4.1.2.4.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo IV	62
4.1.2.5.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo V	64
4.1.2.6.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo VI	66
4.1.2.7.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo VII	67
4.1.2.8.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo VIII	69
4.1.2.9.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo IX	70
4.1.2.10.	Ensayo mediante el Walking Profiler tramo X	72
4.1.3.	Comparar los resultados obtenidos por ambos métodos de medición de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará.....	73
4.1.4.	Determinación del índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de Merlín y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca – Pucara.	76
4.2.	Proceso de la prueba de hipótesis	77
4.3.	Discusión de los resultados	79
4.3.1.	Discusión del objetivo específico 01	79
4.3.2.	Discusión del objetivo específico 02.....	80
4.3.3.	Discusión del objetivo específico 03.....	81
4.3.4.	Discusión del objetivo específico 04.....	82
CONCLUSIONES		84
RECOMENDACIONES		87
REFERENCIAS		88
ANEXOS		95
Anexo 01.	Matriz de consistencia	96
Anexo 02.	Matriz instrumental.....	98
Anexo 03.	Instrumento(s) de la investigación	99



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variable independiente.	8
Tabla 2 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°1.....	40
Tabla 3 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°2.....	42
Tabla 4 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°3.....	43
Tabla 5 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°4.....	45
Tabla 6 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°5.....	47
Tabla 7 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°6.....	48
Tabla 8 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°7.....	50
Tabla 9 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°8.....	52
Tabla 10 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°9.....	53
Tabla 11 Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°10.....	55
Tabla 12. Numero de IRI y conteo de tramo I.....	58
Tabla 13. Numero de IRI y conteo de tramo II.....	59
Tabla 14. Numero de IRI y conteo de tramo III.....	61
Tabla 15. Numero de IRI y conteo de tramo IV.....	62
Tabla 16. Numero de IRI y conteo de tramo V.....	64
Tabla 17. Numero de IRI y conteo de tramo VI.....	66
Tabla 18. Numero de IRI y conteo de tramo VII.....	67
Tabla 19. Numero de IRI y conteo de tramo VIII.....	69
Tabla 20. Numero de IRI y conteo de tramo IX.....	70



Tabla 21. Numero de IRI y conteo de tramo X.....	72
Tabla 22. Comparación de rugosímetro de merlín.....	74
Tabla 23. Índice de serviciabilidad del pavimento.....	76
Tabla 24. Cuadro estadístico de muestras	78
Tabla 25. Cuadro de prueba de hipótesis.....	78



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pavimento flexible	18
Figura 2 Índice de serviciabilidad	23
Figura 3 Escala de Rugosidad IRI (m/km).....	25
Figura 4 Histograma de frecuencias ensayo N°1	41
Figura 5 Histograma de frecuencias ensayo N°2	42
Figura 6 Histograma de frecuencias ensayo N°3	44
Figura 7 Histograma de frecuencias ensayo N°4	46
Figura 8 Histograma de frecuencias ensayo N°5	48
Figura 9 Histograma de frecuencias ensayo N°6	49
Figura 10 Histograma de frecuencias ensayo N°7	51
Figura 11 Histograma de frecuencias ensayo N°8	53
Figura 12 Histograma de frecuencias ensayo N°9	54
Figura 13 Histograma de frecuencias ensayo N°10	56
Figura 14. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo I.....	58
Figura 15. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo II.....	60
Figura 16. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo III.....	61
Figura 17. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo IV	63
Figura 18. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo V	65
Figura 19. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo VI	66
Figura 20. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo VII	68



Figura 21. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo VIII	69
Figura 22. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo IX.	71
Figura 23. Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo X	72
Figura 24. Diagrama de comparación de rugosímetro de merlín.....	75



RESUMEN

Mi indagación tiene como meta comparar el índice de serviciabilidad del pavimento efectuando el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará. Utilizo un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y un método deductivo. La indagación es descriptiva y aplicada. Los resultantes obtenidos muestran que el (IRI) en la carretera Juliaca-Pucará presenta una rugosidad moderada en la mayoría de los tramos, con el rugosímetro MERLÍN indicando un promedio de 2.88 m/km y el Walking Profiler de 2.14 m/km, revelando una diferencia significativa entre ambos métodos. El estudio revela que el equipo MERLÍN suele arrojar valores de rugosidad más altos de lo real, mientras que el Walking Profiler logra resultados más exactos, especialmente en pavimentos uniformes. Ambos instrumentos aportan datos valiosos, pero es importante elegir el que mejor se adapte a las características del pavimento y al grado de precisión que se necesite. En conclusión, las diferencias significativas entre ambos métodos de medición reflejan que el MERLÍN tiende a sobrestimar la rugosidad, lo que subraya la importancia de considerar las fortalezas y limitaciones de cada herramienta en la toma de decisiones para el mantenimiento y mejora del pavimento en la carretera Juliaca-Pucará.

Palabras claves. (IRI), Rugosímetro MERLÍN, Walking Profiler, Pavimento flexible y Mantenimiento vial.



ABSTRACT

My research aims to compare the pavement serviceability index using the Merlin roughness meter and the Walking Profiler on the Juliaca-Pucará highway. I use a quantitative approach, with a non-experimental design and a deductive method. The research is descriptive and applied. The results obtained show that the roughness index (IRI) on the Juliaca-Pucará highway presents a moderate roughness in most sections, with the MERLIN roughness meter indicating an average of 2.88 m/km and the Walking Profiler 2.14 m/km, revealing a significant difference between both methods. The analysis also shows that the MERLIN tends to overestimate the roughness, while the Walking Profiler offers more accurate measurements on homogeneous surfaces. Although both methods provide useful information, it is recommended to choose the most suitable one according to the characteristics of the pavement and the level of precision required. In conclusion, the significant differences between both measurement methods reflect that MERLIN tends to overestimate roughness, which underlines the importance of considering the strengths and limitations of each tool when making decisions for the maintenance and improvement of the pavement on the Juliaca-Pucará highway.

Keywords. International Roughness Index (IRI), MERLIN Roughness Tester, Walking Profiler, Flexible pavement and Road maintenance.



INTRODUCCIÓN

El estudio de la calidad del pavimento es un aspecto esencial en la planificación, mantenimiento y rehabilitación de las vías de transporte. Para determinar qué tan bien cumple su función, particularmente en cuanto a la seguridad y comodidad de los que transitan por él, es esencial medir con exactitud la rugosidad del pavimento. De esta manera, el Índice de Regularidad Internacional (IRI) ha pasado a ser un instrumento imprescindible para determinar el estado y la funcionalidad de las carreteras. Este índice se obtiene a partir de las anomalías que se encuentran en la superficie, por medio de la utilización de equipos específicos como el Walking Profiler y el rugosímetro MERLÍN.

El objetivo de esta tesis es la comparación de dos métodos para medir la rugosidad del pavimento: el Walking Profiler y el rugosímetro MERLÍN, los cuales se instalaron en la carretera Juliaca-Pucará a lo largo del año 2024. Aun cuando las dos máquinas están predispuestas para detectar irregularidades en la superficie del pavimento, la calidad, efectividad y precisión pueden variar en función de las características del pavimento, las condiciones en que se instrumenta la medición y las características del terreno. El objetivo de la investigación es determinar cuál de estos dispositivos arroja resultados más fiables y más acordes a la realidad del pavimento.

La intención de la presente indagación y las razones que la sustentan, son explicitadas en el Capítulo I, en el que se publica la formulación del problema, presentando así la necesidad de contar con métodos seguros para la valoración de las condiciones del pavimento; también se establece la pregunta de



investigación general que orientará el presente estudio y la que se intentarán confirmar las hipótesis.

El segundo capítulo, dedicado al marco teórico, proporciona una exposición más extensiva de los conceptos básicos asociados a la medición de la rugosidad del pavimento. Se muestran los procedimientos más utilizados para esta medición: En esta investigación, nos centramos para poder medir las rugosidades del pavimento con los instrumentos de laboratorio como son el rugosímetro MERLÍN, el Walking Profiler. Con la finalidad de poder tener datos precisos y exactos, se inició desde el proceso experimental, teniendo en consideración que las herramientas usadas ya presentan antecedentes de evaluación.

En el Capítulo III. En este capítulo se detalla todo el procedimiento científico de la investigación. Donde se detalla desde el enfoque, tipo, nivel, diseño, población y muestra además se presentan la técnicas e instrumentos que se aplicaron. En el proceso de recolección y procesamiento de datos.

Para finalizar se tiene el Capítulo IV, donde se presentan los resultados del estudio de acuerdo a los objetivos que se plantearon inicialmente. Aquí exponemos los datos obtenidos con ambos métodos, los comparamos y, lo más importante, los interpretamos. Esta valoración nos permite determinar la eficacia real de cada equipo para evaluar las condiciones de la carretera Juliaca-Pucará.

Este estudio brindar datos útiles para perfeccionar las técnicas de evaluación de pavimentos y contribuirá al desarrollo de estrategias más eficaces para el mantenimiento de infraestructuras viales en la región.



CAPÍTULO I

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

Para que un pavimento se encuentre en óptimas condiciones de servicio se debe tener en consideración que estos deben contar con un IRI mínimo, ya que de esto depende las ondulaciones sobre el pavimento, en donde se aprecia que para poder determinar el IRI de pavimentos se emplea el instrumento de RUGOSÍMETRO DE MERLÍN, esta metodología presenta un defecto con respecto al tiempo de aplicación y la obtención de resultados, mientras que por otro lado el equipo WALKING PROFILER presenta la facilidad de obtener resultados inmediatos y determinar el estado del pavimento, es por ello que se plantea esta problemática de investigación

Durante su duración, los pavimentos flexibles están sometidos a la acción constante de agentes climáticos y cargas vehiculares, lo que conlleva un progresivo deterioro de sus propiedades mecánicas y funcionales. Este desgaste acumulado da lugar a la aparición de distintas fallas estructurales y superficiales. En este contexto, el uso de implementos tecnológicas especializadas se ha transformado en un recurso esencial para la evaluación integral de su condición



y desempeño Cárdenas, Carrillo, & Izarra (2023). Del mismo modo, en Colombia resulta fundamental verificar las estructuras tipo contempladas en el manual del INVIAS, utilizando el método racional o mecanicista. Este enfoque permite analizar el comportamiento de cada una de las capas que constituyen el pavimento, y así hallar si dichas estructuras satisfacen los criterios fundamentales de diseño en términos de esfuerzos y deformaciones. Además, facilita la identificación de posibles fallas prematuras que podrían traducirse en mayores costos de mantenimiento a futuro (Herrera, 2021).

Holgado (2022) A nivel nacional, se evidencia una falta de proyección adecuada para que los pavimentos puedan soportar cargas elevadas, lo que genera fallas en su funcionalidad estructural. En el caso del Perú, persisten diversas dificultades en el ámbito vial, siendo el deterioro de las carreteras un reto constante. El país presenta un elevado porcentaje de vías en mal estado y, además, existe una limitada disponibilidad de detalles acerca de las averías superficiales del pavimento flexible y su impacto en la transitabilidad.

En la actualidad, el Perú enfrenta una escasez de infraestructura vial, de los 78 mil kilómetros de caminos existentes, solo aproximadamente 300 km están destinados a carreteras. Además, la gestión en la administración de obras públicas es la más inestable, lo que obstaculiza el crecimiento económico, cultural y comunitario de las regiones. (Ramos & Reyna, 2022).

Hoy en día, hay un notable número de vehículos que transitan por la avenida intervenida, ya que lleva a una zona donde se ubican los hoteles y restaurantes más visitados por el turismo internacional, nacional y local. Este pavimento duro de la avenida está gravemente deteriorado en su estructura, lo que impacta su funcionamiento y comportamiento, teniendo como premisa varios

factores; uno de ellos es la duración del pavimento rígido existente, otro factor es la utilización y el incremento del parque de dos vehículos, así como el factor climático; las lluvias, granizadas, nevadas, heladas, entre otras, son características de la región Puno. (Mamani, 2021).

1.2. Formulación del planteamiento del problema

1.2.1. Pregunta general

PG. ¿Cuál son las diferencias que existen en los resultados del índice de serviciabilidad obtenidos con los dos métodos de medición el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará?

1.2.2. Preguntas específicas

PE1. ¿Cuál es el índice de serviciabilidad del pavimento medido con el rugosímetro Merlin en la carretera Juliaca-Pucará?

PE2. ¿Cuál es el índice de serviciabilidad del pavimento medido con el Walking Profiler en la carretera Juliaca - Pucará?

PE3. ¿Cuál es la diferencia o similitudes de datos que se observan entre los resultados obtenidos por el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler?

PE4. ¿Cuánto es el índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de Merlín y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca - Pucara, 2024?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación teórica

La justificación teórica de este estudio comparativo sobre el Índice de Serviciabilidad del Pavimento en la carretera Juliaca–Pucará se basa en la necesidad de evaluar y optimizar las condiciones de transitabilidad y confort,



aspectos fundamentales en el avance de una infraestructura vial eficiente. En este estudio se utilizarán dos técnicas muy conocidas para determinar la rugosidad del pavimento: el Walking Profiler y el rugosímetro MERLÍN. La rugosidad afecta directamente la rapidez con que se deteriora el camino y el confort de los usuarios. Por lo tanto, si se comparan los rendimientos de ambos equipos, se podrá establecer cuál es más eficiente y preciso bajo las condiciones concretas de esta carretera. Esta comparación es particularmente interesante debido a que el Índice de Serviciabilidad proporciona información importante a la hora de planear las actividades de mantenimiento y aumentar la vida útil del pavimento. El trabajo también intenta contribuir al conocimiento actual de los métodos de medición de rugosidad, produciendo información que puede ser valiosa en otras situaciones viales con características parecidas.

1.3.2. Justificación práctica

El motivo práctico que fundamenta la razón de ser de esta investigación radica en la necesidad de poder optimizar la evaluación del estado del pavimento de la carretera de Juliaca-Pucará, toda vez que se desea reforzar la planificación y la gestión del mantenimiento de carreteras. El objetivo de analizar el rendimiento del Walking Profiler y del rugosímetro MERLÍN consiste en decidir cuál de los aparatos proporciona la medición más exacta y eficaz del Índice de Serviciabilidad del Pavimento (ISP), que es un criterio indispensable para resolver los temas técnicos que se relacionan con la conservación y la rehabilitación de las vías. Los datos proporcionados servirán a las autoridades y a los expertos del ámbito para elegir el sistema ideal de acuerdo con factores tales como la precisión de los datos, el costo de operación y el tiempo previsto para su obtención. Esta elección permitirá ejecutar, por tanto, unas



intervenciones en el mantenimiento de las carreteras más cercanas en el tiempo y en el espacio, a la vez que evitar el incremento del deterioro de la estructura, optimizar el uso de los recursos disponibles, y en definitiva mejorar la seguridad y la confortabilidad de los usuarios.

La fundamentación metodológica de este estudio comparado se deduce de la necesidad de disponer de instrumentos exactos y fiables para calcular el Índice de Serviabilidad del Pavimento (ISP), una medida muy importante en la gestión vial. El Walking Profiler y el rugosímetro MERLÍN son dos herramientas que se utilizan mucho en ingeniería vial, aunque difieren en términos de exactitud, facilidad de uso, así como en la capacidad de adaptarse a diferentes clases de terreno. El compararlos en el contexto particular de la carretera Juliaca-Pucará nos permitirá saber cuál de ellos aporta mediciones más exactas y constantes. Para esto haremos una recogida de datos de rugosidad de manera sistemática y en unas condiciones controladas; de esta manera podremos corroborar los resultados y llegar a conclusiones firmes que descansen sobre evidencias cuantificables. Elegir el equipo más adecuado no solo mejorará futuras evaluaciones del pavimento, sino que también permitirá tomar decisiones más acertadas en cuanto al mantenimiento y conservación de la infraestructura vial. Además, este trabajo busca contribuir a la estandarización de metodologías en estudios similares, tanto a nivel regional como nacional.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

OG. Comparar el índice de serviabilidad del pavimento utilizando el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.

1.4.2. Objetivos específicos

- OE1.** Evaluar el estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el rugosímetro convencional de Merlin en la carretera Juliaca-Pucará.
- OE2.** Evaluar el estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el Walking Profiler en la carretera Juliaca - Pucará.
- OE3.** Comparar los resultados obtenidos por ambos métodos de medición de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará.
- OE4.** Determinar el índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de Merlin y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca - Pucara, 2024

1.5. Importancia y alcance de la investigación

El estudio radica en la importancia de conocer el índice de serviciabilidad del pavimento, por dos diferentes equipos RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, lo cual es de suma importancia, en donde los resultados son un indicador del estado de la superficie.

1.6. Limitaciones y delimitaciones de la investigación

La tesis no tuvo limitaciones.

Delimitación del tema. Estudio comparativo del índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de merlín y walking profiler, en la carretera Juliaca Pucara de la región de Puno.

Delimitación temporal. La indagación se llevará a cabo durante el proceso del año 2024.



1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

HG. Las diferencias son significativas en el índice de serviciabilidad obtenidos con los dos métodos de medición el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.

1.7.2. Hipótesis específicas

HE1. El índice de serviciabilidad por el método de rugosímetro Merlin del pavimento es pésimo en la carretera Juliaca-Pucará.

HE2. El índice de serviciabilidad por el método Walking Profiler del pavimento es pésimo en la carretera Juliaca-Pucará.

HE3. Los datos no varían significativamente por los métodos de medición de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará.

HE4. El índice de serviciabilidad del pavimento no varía significativamente con rugosímetro de Merlín y Walking Profiler, en la carretera Juliaca - Pucara, 2024.

1.8. Variables e indicadores

1.8.1. Conceptualización de variables

Se tiene las 2 variables:

VARIABLE DE ESTUDIO 1:

Índice de serviciabilidad

1.8.2. Operacionalización de las variables

Se tiene la tabla:



Tabla 1

Operacionalización de variable independiente.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Ítem / Índices
Índice de serviciabilidad	IRI con rugosímetro de Merlín	< 1.0 muy buena	Escala Razón
		1.0 a 1.9 superficie buena	
		1.9 a 3.6 superficie regular	
		3.6 a 6.4 superficie deficiente	
		> 6.4 superficie muy deficiente	
	IRI con Walking Profiler	< 1.0 muy buena	
		1.0 a 1.9 superficie buena	
		1.9 a 3.6 superficie regular	
		3.6 a 6.4 superficie deficiente	
		> 6.4 superficie muy deficiente	
	Índice de serviciabilidad	5 = muy buena	
		4 = muy buena	
		3 = buena	
		2 = regular	
		1 = mala	
		0 = pésima	



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel internacional

Chaluisa & Estévez (2023) tuvo como meta esencial diseñar, construir e adherir un rugosímetro Merlín funcional, siguiendo las directrices del laboratorio británico TRRL. Este equipo tiene como propósito medir el (IRI), un parámetro clave para valorar la calidad superficial de las vías y el confort de los usuarios al transitar por ellas. Desde una metodología aplicada, se construyó el rugosímetro Merlín respetando las especificaciones técnicas originales, y se puso a prueba su funcionamiento en un tramo de 386 metros de la Avenida Rumichaca Ñan, ubicada al sur de Quito. Durante la toma de datos se realizaron 200 lecturas, como recomienda la normativa, empleando además instrumentos complementarios como el grado de ingeniero y la mira, con el fin de validar la precisión del equipo a través de la comparación de resultados. El Índice de Regularidad Internacional (IRI) del segmento estudiado se pudo calcular gracias a los datos obtenidos, lo cual contribuyó a establecer tanto la situación actual como el grado de confort que brinda el pavimento. Por otro lado, se apreciaron



relaciones vinculativas del IRI con el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) e Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), lo cual otorgó una visión global del estado de deterioro y del cometido funcional de la misma vía; de forma que el análisis concluye que el rugosímetro MERLÍN puede ser usado con éxito en el ámbito académico, permitiendo tener mediciones fiables y comparables a otras técnicas tradicionales; sin embargo, esta herramienta representa una importante aportación para el laboratorio de la universidad ya que mejora la formación práctica del alumnado y canaliza nuevas investigaciones sobre infraestructura del pavimento rodado.

Con el propósito de identificar el pavimento flexible, Freire (2024) había mostrado durante su investigación dos indicadores básicos: el Índice de Condiciones de Pavimento (PCI) y el Índice de Regularidad Internacional (IRI) para, a través de ellos, determinar el punto de unión entre ambos indicadores y ofrecer un pronóstico más global de las situaciones de la vía. Para llevar a cabo dicha exploración, se realizaron los análisis de seis secciones y cada sección estaba dividida por seis partes cada una de 38 metros, siguiendo para determinar el IRI la norma ASTM E1926 y para el PCI la norma ASTM D6433. El PCI que se estuvo realizando desde una inspección visual del pavimento, en donde cinco de los segmentos presentaban condiciones muy malas, donde el resultado oscilaba entre el 30% y el 50%, permitiendo aún el tránsito con precaución. Sin embargo, el segmento 6 recibió un PCI de solo 10%, lo que lo categorizó como "fallido" y demostró la necesidad urgente de llevar a cabo labores de mantenimiento vial. Por otro lado, el IRI, medido con un rugosímetro Merlín, indicó una rugosidad promedio de 4.30 m/km, lo que calificó el pavimento como deteriorado. Los resultantes adquiridos permiten concluir que el uso de los

indicadores PCI e IRI proporciona una valoración detallada sobre el estado de las vías, señalando la necesidad de intervenciones en aquellos tramos con condiciones muy deterioradas.

Reyes (2020) se analiza la similitud entre los resultantes adquiridos con diferentes herramientas tecnológicas para medir el (IRI) en la Avenida La Prensa, ubicada en el Cantón Jipijapa. La investigación emplea el Rugosímetro de MERLIN, un dispositivo ampliamente efectuando en la región, junto con dos aplicaciones móviles (Total PAVE IRI y IRI Calculator) y el software ProVAL, un innovador programa de análisis vial. El estudio consistió en realizar un ensayo de regularidad superficial del pavimento en el tramo comprendido entre la abscisa 0+000 y la 0+945, utilizando las herramientas mencionadas. Los resultados obtenidos revelaron que la rugosidad del pavimento de la Avenida La Prensa se encuentra en un valor registrado de 2 m/km, considerándose por tanto dicha vía con un pavimento nuevo. El valor del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) obtenido fue de 3,31, lo que indica que la vía tiene buenas condiciones para el paso de la carga vehicular. Este estudio comparativo también demuestra que es posible utilizar herramientas móviles y software como alternativas válidas y prácticas para el cálculo de la rugosidad del pavimento. Los datos generados son de mucha importancia en la toma de decisiones sobre la gestión de la infraestructura vial y en la planificación del mantenimiento de las vías.

El objetivo fundamental de Cruz (2021) se perfiló hacia la verificación de la regularidad superficial de las superficies pavimentadas flexibles, bajo la consideración de 2 indicadores, que son el Índice de Regularidad Internacional (IRI) y la Calificación de Serviciabilidad del Usuario (PSR), para la construcción de un modelo del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) pensado de forma



específica para caminos primarios. Para lograr el objetivo anteriormente mencionado, la investigación se apoyó en estudios exploratorios y en una metodología de tipo mixto, que integró análisis tanto cualitativos como cuantitativos, para la educación de un análisis exhaustivo de las fuentes principales y secundarias, lo cual derivó en la figura lógica del soporte teórico para la evaluación de pavimentos flexibles y la incorporación del PSI como herramienta de gestión. Posteriormente se llevaron a cabo investigaciones de tipo descriptivo para estudiar las variables implicadas y la conclusión de correlaciones entre las mediciones tomadas, se hizo uso del modelo cuadrático propuesto en carretera de primer orden para la detección oportuna de adecuadas técnicas conservacionistas. Un coeficiente de determinación (R^2) igual a 0.80 fue el presente en los resultados, el cual aseguró una capacidad notable de pensar el comportamiento del pavimento, dentro de los márgenes previamente definidos y de un alto nivel de precisión. Para finalizar, el PSI ha evolucionado hasta convertirse en un indicador clave para gestionar correctamente el mantenimiento de las carreteras (pavimentos), dado que permite realizar un procesamiento de la información que aseguran decisiones correctas y oportunas que evitan gastos superfluos y deterioros adicionales. Por último, el modelo elaborado para la obtención del PSI puede ser utilizada como una herramienta muy eficaz para diagnosticar el estado de los pavimentos flexibles en carreteras de gran tráfico, mejorando la programación de las intervenciones, haciéndolas más efectivas y contribuyendo así a incrementar la vida útil de la infraestructura.

2.1.2. A nivel nacional

Investigación de Huamán (2022) El propósito fundamental que intenta ser alcanzado por la investigación desarrollada por Huamán (2022) consistió en



analizar el grado de rugosidad del pavimento hidráulico en la sección de carretera de 6.8 kilómetros de longitud que une las provincias de Ambo y Oyón, correspondientes a las provincias de Lima, Pasco y Huánuco, donde la vía viene a ser una opción alternativa a la Carretera Central, con la finalidad de reducir los tiempos de viaje y el costo del transporte, lo que impacta en las comunidades del lugar. Para ello se hicieron uso de dos instrumentos de medición de la rugosidad de las cuales se tiene el perfilómetro láser y el rugosímetro MERLÍN. Asimismo, se evaluaron elementos como el tiempo de funcionamiento, el costo y la comodidad que brindan los dos dispositivos. Los resultados indicaron que los dos instrumentos tienen una correlación elevada en sus mediciones, lo cual valida su utilidad para valorar la homogeneidad del pavimento. Este análisis no solo posibilita una mejor comprensión de las técnicas existentes para medir la rugosidad, sino que además brinda datos útiles para tomar decisiones más precisas en el mantenimiento y la mejora de la infraestructura vial.

Tingal (2021) se propuso evaluar las condiciones de transitabilidad, confort y serviciabilidad del camino Cajamarca – Baños del Inca a través del análisis del Índice de Regularidad Internacional (IRI), empleando el rugosímetro MERLÍN. La meta fue conseguir una evaluación exacta del estado del pavimento que pudiera ser utilizada como referencia para futuros diseños y construcciones viales. La metodología consistió en una inspección visual en el área, mediciones de tránsito y levantamientos topográficos en las dos calzadas. Se procesaron los datos para el análisis de la condición de la superficie y para establecer una primer base para futuras investigaciones en la zona. Los resultados mostraron que el pavimento tiene una rugosidad moderada, pero es despreciablemente aceptable para el tráfico. En conclusión, el rugosímetro MERLÍN ha resultado ser un



instrumento eficaz, de fácil uso y asequible, capaz de proporcionar mediciones de calidad del pavimento. Los datos obtenidos no solo aportan a futuras investigaciones, sino que sirven de guía para mejorar los diseños y soluciones constructivas relativas a la infraestructura de las carreteras.

Chevarria (2019) realiza una investigación en la que se vincula el Índice de Condición (IC), el índice de la condición que utiliza el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) peruano, con el Índice de Regularidad Internacional (IRI), cuyo objetivo es verificar si ambos índices son comparables e incluso sustituibles en los procesos de gestión y mantenimiento de las carreteras, logrando así, mejorar el diagnóstico del estado del pavimento y facilitar la toma de decisiones técnicas. La metodología empleada fue la siguiente: se utilizó el perfilómetro Roadroid y una cámara de video para efectuar mediciones en tres vías pavimentadas y dos no pavimentadas, situadas en las localidades de Cusco e Ica. Posteriormente, se calculó el coeficiente de correlación (r) entre ambos índices para evaluar su relación. Los resultados obtenidos mostraron que la correlación fue débil, con valores de r entre 0.2 y 0.4, tanto en vías pavimentadas como no pavimentadas. Esto llevó a la conclusión de que los métodos utilizados para calcular el IRI y el IC no son comparables, especialmente en vías que se encuentran en muy buen estado o que han sido bastante reparadas. En conclusión, se rechazó la hipótesis de una correlación fuerte entre los dos índices. Se recomendó una revisión de la fórmula del IC o, en su defecto, una separación clara de los ámbitos de aplicación de ambos índices, con el fin de mejorar su efectividad en la valoración y gestión vial.

Sachún (2019) tiene como meta esencial valorar el (IRI) de la Panamericana Norte en la zona de Trujillo, con el fin de instaurar un adecuado

plan de mantenimiento que considere también el efecto socioeconómico de la gestión vial. La metodología utilizada se basó en la medición de la rugosidad del pavimento, tomando como referencia el reparto de las desviaciones del pavimento real en relación con una superficie plana idealizada. Los resultantes adquiridos fueron comparados con los datos históricos de 1995 y 2013, con el propósito de observar la evolución del IRI a lo largo del tiempo. Sin embargo, se identificaron algunas zonas localizadas en el tramo Salaverry – Moche que requieren refuerzos asfálticos debido a un aumento en la rugosidad. En conclusión, el estudio confirma que, en general, la carretera está en buen estado, pero señala la necesidad de efectuar intervenciones específicas para mantener la calidad de la vía y mejorar la transitabilidad en las zonas más afectadas.

2.1.3. A nivel regional o local

Camacho (2019) tiene como meta esencial analizar la rugosidad del pavimento de una de las vías más concurridas de la urbe de Puno, específicamente la Av. Floral (carril derecho y carril izquierdo). Esta investigación comparó dos métodos para evaluar la rugosidad del pavimento: uno más clásico, que emplea el rugosímetro MERLÍN, y otro más moderno, que utiliza la aplicación móvil Roadroid. Las mediciones pertinentes se llevaron a cabo en una avenida seleccionada, donde se utilizaron los dos métodos. El rugosímetro MERLÍN, el cual ha sido considerado por el Banco Mundial como un instrumento adecuado para este tipo de análisis, fue confrontado también con Roadroid, una aplicación para teléfonos móviles que también permite la evaluación de la uniformidad de la superficie vial, los características que se desprendieron de los datos reflejaron que los valores obtenidos con Roadroid son casi los mismos que los dados con el rugosímetro MERLÍN, lo que da a entender que esta solución digital produce

un rendimiento parecido, pero que a la vez es más accesible y fácil de utilizar, en resumen, Roadroid es una herramienta muy útil y eficaz para cuantificar la rugosidad del pavimento que permite sustituir otras técnicas tradicionales que suelen utilizarse en estudios y proyectos destinadas a futuros mantenimientos de la red vial.

Chambilla & Ramos (2021) estudio de Chambilla y Ramos (2021) tuvo como objetivo comparar las condiciones del pavimento flexible en la Avenida Simón Bolívar, que se encuentra en Puno, empleando dos instrumentos para la medición: el rugosímetro MERLÍN y la aplicación móvil IRI-Calc-Free. La indagación se inserta en un enfoque aplicado, se implementó un tipo de diseño no experimental y empleó una metodología cuantitativa que ha permitido tratar los datos de forma sistemática y objetiva. En un momento dado, se estudió el aplicativo IRI-Calc - Free mediante una muestra de 6,4 kilómetros que abarcaba las dos calzadas. La investigación concluye que los valores de IRI adquiridos con ambos métodos, el Rugosímetro de Merlín y el aplicativo IRI-Calc-Free, son bastante similares. Este vínculo de resultados se atribuye a la táctica de toma de datos utilizados en cada uno de los métodos, destacando la confiabilidad y efectividad de ambos implementos para la valoración de la calidad del pavimento.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Pavimento flexible

2.2.1.1. Definición de pavimento

Se trata de una estructura conformada por varias capas, diseñada para descansar de forma homogénea sobre una superficie previamente preparado.



Su propósito es soportar el uso previsto durante un tiempo determinado, conocido como período de diseño, manteniendo condiciones adecuadas de servicio o serviciabilidad. Esta definición abarca no solo las pistas vehiculares, sino también los aparcamientos, aceras o veredas, vías para peatones y vías para bicicletas. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010).

2.2.1.2. Definición de Pavimento Flexible

Es una estructura vial diseñada para adaptarse a las deformaciones del terreno sobre el que se construye. Está conformado por varias capas de materiales, donde la capa superior, usualmente de asfalto, actúa como superficie de rodadura y brinda una circulación cómoda y segura para los vehículos. Los pavimentos que poseen superficie asfáltica, independientemente de sus formas o variantes, como el concreto asfáltico en mezcla en caliente o en frío, mortero asfáltico, tratamientos asfálticos, micropavimentos, entre otros— se clasifican según su comportamiento estructural. Se componen de una o varias capas de combinaciones asfálticas, que pueden estar apoyadas sobre una base y subbase granular, o directamente sobre el terreno natural preparado. Cuando el pavimento asfáltico se construye directamente sobre la subrasante, sin capas intermedias, se le conoce como pavimento de espesor total (full-depth asphalt pavement), una denominación promovida por el Instituto del Asfalto (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010).

2.2.2. Importancia del Pavimento Flexible

Un buen diseño y mantenimiento del pavimento flexible no solo asegura vías más seguras y con confort para los usuarios, sino que también prolonga su

vida útil y ayuda a reducir relevamente los costos asociados al mantenimiento a largo plazo.

Figura 1

Pavimento flexible



Nota. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2014)

2.2.3. Fallas en el Pavimento

De acuerdo a MTC (2014) se tiene que:

Diversos factores, provenientes de distintas fuentes, pueden provocar alteraciones en la superficie de rodadura de los pavimentos flexibles. Estas alteraciones afectan directamente la seguridad, el confort y la fluidez del tránsito, tanto en el presente como en el futuro.

En este entorno, la renovación superficial y el refuerzo del pavimento tienen como objetivo principal corregir esos defectos que comprometen la calidad de la vía. La meta es restablecer un nivel adecuado de serviciabilidad que se mantenga durante un tiempo razonable, de manera que la inversión realizada sea técnica y económicamente justificada.



Las fallas o deterioros en el pavimento pueden tener causas muy variadas, tanto en su origen como en su naturaleza. A continuación, se exponen algunas de las más habituales:

- Incremento excesivo de las cargas vehiculares: Cuando el peso o la frecuencia del tránsito supera lo previsto en el diseño original, se produce una sobrecarga estructural, lo que genera un pavimento subdimensionado o insuficiente para las nuevas condiciones.
- Deficiencias durante la construcción: Errores como la colocación de espesores menores a los proyectados, una mala elaboración de mezclas o estabilizaciones, y fallas en la distribución, compactación o terminación de las capas, comprometen la calidad de los materiales utilizados y debilitan la estructura del pavimento.
- Errores en el diseño del proyecto: Un diseño inadecuado puede llevar a proponer espesores insuficientes para soportar el tráfico real, afectando negativamente el desempeño y la durabilidad del pavimento.
- Condiciones climáticas desfavorables: Factores como lluvias intensas o prolongadas, el aumento del nivel freático, inundaciones, fallas en los sistemas de drenaje ya sean superficiales o subterráneos, cambios bruscos de temperatura, congelamiento del suelo o la presencia de sales dañinas, pueden acelerar el desgaste del pavimento y afectar su durabilidad.
- Deficiencias en el mantenimiento vial: La falta de maquinaria adecuada, recursos económicos limitados o personal técnico capacitado, junto con el uso de materiales poco apropiados o técnicas ineficientes e incluso la



ausencia total de labores de conservación, son causas que influyen directamente en el deterioro prematuro de las vías.

Determinar la causa más probable de una falla en el pavimento es un paso clave para poder evaluarla adecuadamente y tomar decisiones técnicas acertadas. Aunque en muchos casos no es sencillo determinar con una simple visión del problema, hay situaciones en caso de afectar éstas pueden enlazarse al proceso de análisis. Con esto, podrían localizarse las situaciones de fallos a lo largo de la dirección donde se ha ubicado un cierto tipo de falla, determinar cómo comienza a fallar el segmento a lo largo del sector en el cual se encuentra, observar cosas como la cantidad de tráfico, las condiciones meteorológicas donde se encuentra, el drenaje, etc. Estos tipos de cosas nos pueden dar una serie de indicios muy válidos de lo que podría estar generando esa serie de deterioros, pero, eso sí, para tener bien establecido el problema se deben empezar a hacer estudios estructurales más en profundidad para así tener muy claro el problema y, de esta manera, poder tomar decisiones con pruebas bien estipuladas.

Con el fin de poder discriminar entre dos tipos de situaciones generales, será también necesario poder identificar las causas que provocan los fallos del pavimento. Esta correcta clasificación de cada fallo favorece el encauzamiento de las decisiones técnicas que se deben tomar para remediar o tratar el mismo, logrando así que las intervenciones sean más eficaces, tanto por la circunstancia de que se adecuen más a la realidad del problema en sí que tienen que tratar.

- Fallas superficiales: Se trata del deterioro de la capa superficial del pavimento, también llamada capa de rodadura. Las fallas superficiales no alteran la estructura interna de la vía, corresponden a un deterioro natural



por el tráfico de las vías, elementos medioambientales, etcétera (lluvias, sol, temperatura, etcétera).

- Fallas estructurales: Tienen lugar cuando el deterioro observable en la superficie es producto de fallas verdaderamente profundas en las capas internas del pavimento, como la base, la subbase o la subrasante. Este tipo de fallas pone en riesgo la estabilidad y la resistencia de la vía, siendo necesarias intervenciones más complejas para su corrección.

Las reparaciones que tienen como objetivo la regularización del área dañada y la restauración de sus principales propiedades, como la rugosidad y la impermeabilidad, que son fundamentales para que la circulación sea confortable y segura, son la forma de corregir e eliminar las imperfecciones superficiales del pavimento. Normalmente, estas reparaciones se realizan mediante la aplicación de finas capas de asfalto; aunque no refuerzan la estructura interna del pavimento, sí hacen posible que la funcionalidad del pavimento regrese. Así, por ejemplo, pueden utilizarse el fresado de las capas deterioradas de la superficie, o la aplicación de una nueva capa asfáltica, y la aplicación de capas nivelantes que (re) contribuyen a la restauración de la homogeneidad del pavimento y a mejorar la experiencia de la conducción.

2.2.4. Índice de Serviciabilidad de Pavimento (ISP)

2.2.4.1. Definición del Índice de Serviciabilidad

Desde la perspectiva del usuario, el Presente Índice de Serviciabilidad (PISP), para el análisis del tender pavimentador, es un parámetro insustituible para discernir la calidad funcional de una pavimentación. Este parámetro expresa el nivel de seguridad y confort que provee la superficie de rodadura

considerando la rugosidad, deformaciones u otras anomalías que pueden incidir en la conducta de conducir.

El ISP aparece en un valor numérico que representa el modo en que el conductor percibe, en un determinado momento, las condiciones de la carretera, de allí que sea una herramienta básica para establecer cómo de cómodo y seguro se hace el viajar, así como también resulta especialmente útil para saber cuándo una carretera debe ser rehabilitada o cuidada o incluso reparar ya que permite una evaluación objetiva de las condiciones de transitabilidad del pavimento (Hudson & Haas, 2009).

El (PSI) mide la comodidad de circulación que una vía dispone al usuario, y su valor varía entre 0 y 5. Un valor de 5 indica la mejor comodidad teórica, aunque es difícil de alcanzar, mientras que un valor de 0 representa la peor comodidad, con condiciones de tránsito extremadamente incómodas o peligrosas. A medida que la carretera se deteriora por el uso y las condiciones ambientales, el PSI disminuye, lo que refleja la creciente necesidad de mantenimiento o rehabilitación para mejorar la seguridad y el confort de los conductores (MTC, 2013).

Asimismo el [MTC] (2014) se tiene que La satisfacción de los usuarios se evidencia principalmente por la calidad de la superficie de rodadura y los componentes que conforman la seguridad en las vías.

La AASHTO fue pionera Establecer un método objetivo para medir el grado de degradación de los pavimentos, con la meta de vincular la condición funcional del pavimento con su estado estructural. Esta iniciativa permitió crear un enfoque más organizado y eficiente para el mantenimiento y la gestión de las

infraestructuras viales, facilitando la identificación de necesidades de rehabilitación y el diseño de intervenciones adecuadas según el estado de la carretera.

La American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) definió la noción de (PSI) para un objetivo, ya que su diseño tiene origen en el desarrollo de una encuesta hecha a los usuarios de las carreteras estadounidenses en la época de los años (60). El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) es una herramienta necesaria para poder valorar el confort y la seguridad del tránsito que se tiene por un pavimento y que se dan por aspectos como el pavimento, la rugosidad y las irregularidades del mismo desde un punto de vista de los usuarios de la carretera. Al dar con el PSI, se determina el grado en que el pavimento logra su objetivo que es soportar las características de un traslado.

Las calificaciones, en este sistema, oscilan entre 0 y 5. Un 0 expresa una vía casi intransitable, mientras que un 5 es precisamente lo contrario—una superficie de condiciones óptimas, apropiada para la circulación. A través de esta escala, el PSI permite la evaluación objetiva de la funcionalidad de las vías. Sustenta, en definitiva, la capacidad de tomar decisiones técnicas sobre su mejora y/o mantenimiento, teniendo siempre al usuario como referencia.

Figura 2
Índice de serviciabilidad

Índice de serviciabilidad	Calidad
5	Muy Buena
4	
3	Buena
2	Regular
1	Mala
0	Pésima

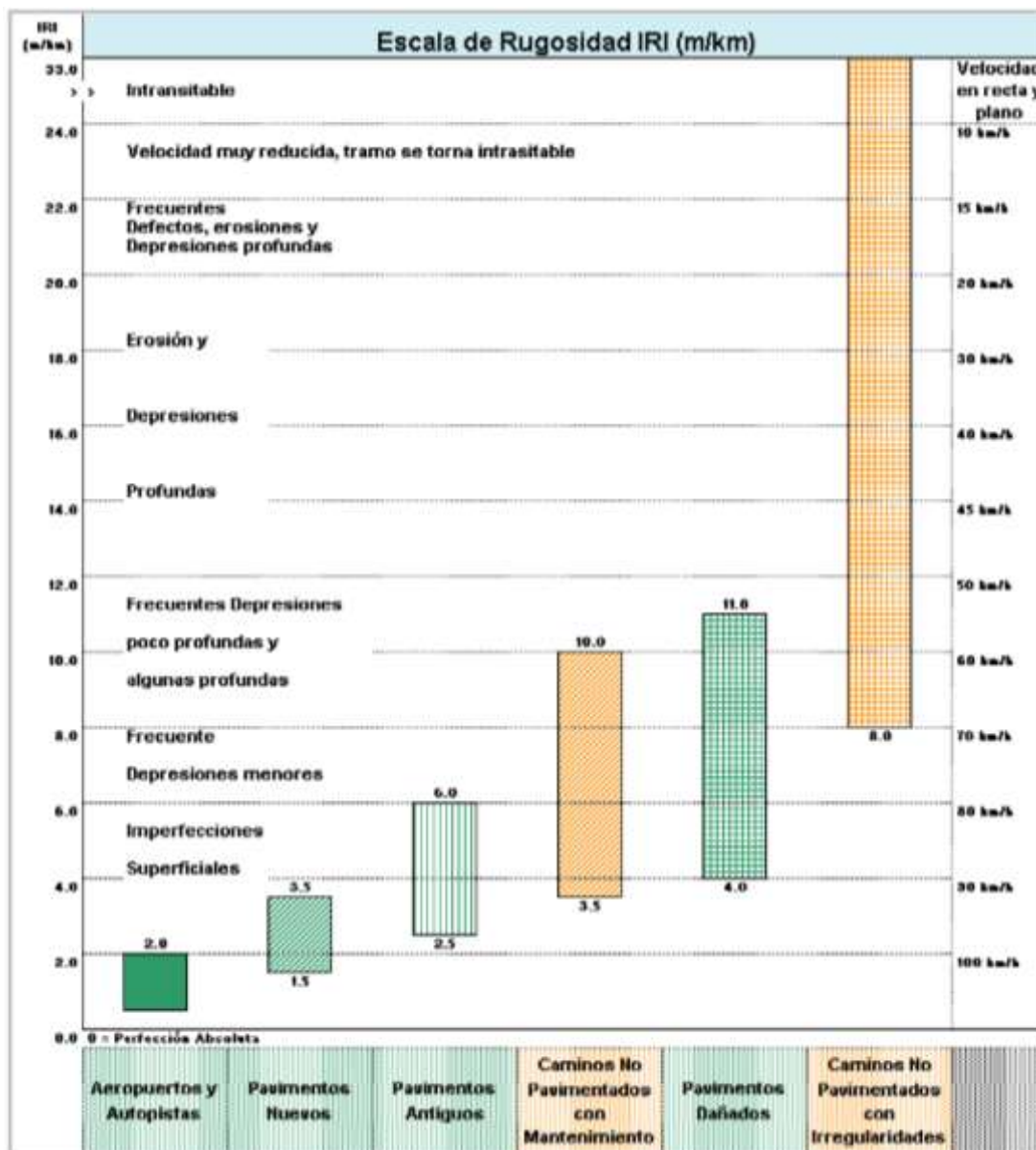


Nota. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2014)

El método de inspección visual es la alternativa principal para evaluar un pavimento a través del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI), que permite valorar globalmente la superficie del mismo. Los estudios realizados en Brasil (GEIPOT, 1982) y por Paterson (1987) lograron modelar los impactos físicos del desgaste y de las intervenciones de mantenimiento en los pavimentos, lo que hizo posible arribar a un nuevo índice más técnico y preciso: el Índice de Regularidad Internacional (IRI). A medida que el IRI evalúa la regularidad de la superficie de un pavimento, también influye directamente en la operación vehicular, es decir, en la seguridad, el confort, la velocidad del trayecto, el desgaste de las partes del vehículo, etc.

Compruebo que te estás refiriendo a un gráfico, pero no se ha cargado en ningún archivo. Si te interesa y requieres ayuda para explicar o analizar un gráfico que esté enlazado con las escalas de rugosidad de distintas clases de pavimento, con gusto te podría ayudar. Si lo deseas puedes proporcionarnos más información en vista que puedes adjuntarle un resumen de los datos o información relacionada con las escalas que has utilizado, si se trata del caso, así podremos proceder a revisarlo con más exactitud.

Figura 3
Escala de Rugosidad IRI (m/km)



Nota. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2014)

2.2.4.2. Fórmula del ISP

El ISP o Índice de Serviabilidad Presente se calcula a partir de las mediciones de la rugosidad del pavimento, que generalmente se expresa en el IRI o Índice de Regularidad Internacional, y cuya fórmula para su cálculo es: $ISP = 5 - (0.5 \times IRI)$. A mayor ISP, mejores son las condiciones del servicio que



proporciona el espacio vial. Esto significa que los usuarios tendrán una experiencia de conducción más cómoda y segura.

Factores que Afectan el ISP

Condiciones Climáticas

Los cambios en la temperatura y las variaciones en las precipitaciones tienen un impacto directo en la resistencia y el desempeño del pavimento. Estas condiciones climáticas pueden acelerar su desgaste, lo que repercute en la calidad del servicio que ofrece la vía y en la experiencia de quienes la transitan.

2.2.4.3. Carga del Tráfico

La cantidad y el tipo de tráfico que circula por una vía influyen directamente en el desgaste del pavimento. Cuando las cargas son excesivas, pueden provocar deformaciones y acelerar su deterioro, lo que repercute negativamente en el Índice de Serviciabilidad del Pavimento (ISP), reduciendo la calidad y comodidad de la experiencia de tránsito.

2.2.4.4. Mantenimiento del Pavimento

Para mantener el estado funcional del pavimento, son esenciales tanto la regularidad como el adecuado nivel de mantenimiento. Si se llevan a cabo intervenciones adecuadas y de alta calidad, no solamente se prolonga la vida útil de la vía, sino que además se eleva el Índice de Serviciabilidad del Pavimento (ISP). Esto implica que los usuarios disfrutan de una experiencia al conducir más cómoda y segura.



2.2.4.5. Aplicaciones del ISP

2.2.4.5.1. Evaluación del Estado del Pavimento

El Índice de Serviciabilidad Presente (ISP) se utiliza como principal instrumento para la valoración del estado general del pavimento, siendo capaz de determinar con mayor precisión las decisiones a tomar para el mantenimiento de la carretera, estableciendo un orden de las actuaciones que requieren hacerse según el estado de deterioro y las necesidades reales de la carretera.

2.2.4.5.2. Planificación de Proyectos Viales

Los datos obtenidos del Índice de Serviciabilidad Presente (ISP) son cruciales en el diseño y planificación de obras viales, ya que aseguran que las infraestructuras cumplan con los requisitos necesarios de seguridad y confort del usuario, mientras que se usa como una guía técnica que orienta decisiones que contribuyen a la mejora de la calidad de la circulación y la funcionalidad de las carreteras.

2.2.4.6. Métodos de Medición del ISP

2.2.4.6.1. Rugosímetro Merlin

Se trata de un equipo diseñado específicamente para medir la rugosidad del pavimento. Funciona mediante sensores y ruedas que identifican las irregularidades en la superficie de rodadura. Gracias a esta tecnología, se pueden obtener datos precisos que permiten calcular el Índice de Serviciabilidad Presente (ISP), un indicador clave para evaluar la calidad funcional de una vía desde la perspectiva del usuario.

2.2.4.7. Walking Profiler

Es un dispositivo portable y transportable que podemos usar para evaluar la rugosidad del pavimento mientras se recorre todo un tramo. Es uno de los instrumentos de laboratorio que se vienen aplicando en la toma de datos para determinar la rugosidad de los pavimentos. La mayor ventaja que presenta este equipo tecnológico es que lo puede manipular una sola persona.

2.2.4.8. Rugosidad

La rugosidad en el pavimento consiste en las irregularidades que tiene durante los años de servicio, esta irregularidad compromete la seguridad vial. Determinar estas irregularidades es fundamental para poder definir el mantenimiento o la reconstrucción de un pavimento; uno de las desventajas que presentan este tipo de pavimentos es que los vehículos puedan gastar mayor cantidad de combustibles, así mismo genera la degradación y el maltrato a los vehículos.

2.2.4.9. Hundimientos y Deformaciones Locales

Los hundimientos y deformaciones locales en el pavimento es un indicador de la pérdida de una uniformidad en la superficie del pavimento. Uno de los indicadores que participan en la deformación de la superficie del pavimento es la combinación de las cargas vehiculares excesivos. Así mismo otras dimensiones de la pérdida de uniformidad es la mala estructura del pavimento.

2.2.4.10. Desgaste de la Superficie

El desgaste superficial de pavimento es por diferentes factores, el clima, desgaste natural, los componentes, la frecuencia del tráfico vehicular y el mal

proceso constructivo. Este es un indicador que se presenta en proceso del tiempo durante los años de servicio que presta el pavimento.

2.2.5. Rugosímetro Merlin y Walking Profiler

El Walking Profiler y el Rugosímetro de Merlín son instrumentos aptos para la medida de la rugosidad de las superficies pavimentadas. Con ellos se puede obtener información de la condición de la vía, es por ellos que se aplica para poder determinar con mayor exactitud. Estos instrumentos nos permitirán encontrar el índice de irregularidad del pavimento.

2.2.5.1. Rugosímetro Merlin

Es un equipo especialmente hecha para poder medir la rugosidad de la superficie del pavimento. Así mismo este equipo es considerado un equipo tipo bicicleta. El uso de este equipo está ligado especialmente en todos los países en desarrollo. Lo cual sirve para poder evaluar el estado de la superficie de los pavimentos.

2.2.5.2. Walking Profiler

Este es un equipo de avanzada tecnología con sensores para poder detectar las irregularidades de un pavimento. Este equipo nos facilita las operaciones individuales como lo es el rugosímetro de merlín. Cada información que proporciona este equipo presenta mayor exactitud.

Normativa ASTM E950

Es un método de evaluación común para determinar la forma a lo largo de las carreteras. Analiza las irregularidades del terreno por donde circulan los coches, basándose en un nivel de referencia creado con sensores de aceleración.



El equipo Walking Profiler se puede adaptar a un vehículo, esto con la finalidad de esta nos permita registrar datos con mayor facilidad, sin la necesidad de poder recorrer la vía a pie como se realiza con el rugosímetro de merlín. Estos datos determinan si el pavimento requiere de alguna intervención de mantenimiento.

Con cada dato obtenido se puede crear simulaciones que se pueden replicar, de cómo funciona los equipos de trabajo, esto se puede realizar de forma instantánea o al finalizar el trabajo.

Tiene la facilidad de generar datos sin la necesidad de procesar. Lo cual requiere de procedimientos cálculos matemáticos.

2.2.5.3. Diferencias o similitudes de datos

La única diferencia que existe es el presupuesto de para poder realizar los ensayos, el rugosímetro de merlín tiene un costo menor a comparación de Walking Profiler. Ya que este equipo tiene y presenta sensores avanzados, ofrece cada análisis con detalle.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Comportamiento de un pavimento

La forma en que se construye el suelo de una carretera es vital, ya que afecta directamente a cómo se usa y a la seguridad de las personas que transitan por ella, además de tener un impacto importante en los costos. La aparición de materiales y procesos de fabricación innovadores, junto con los nuevos requisitos que impone el tráfico contemporáneo, hacen imprescindible el avance de técnicas innovadoras para la elaboración de secciones estructurales de



pavimentos viales o para la administración de los ya edificados. (Martínez & Pérez, 2021).

2.3.2. Concepto de rugosidad

La rugosidad tiene un efecto significativo en el PSI y, actualmente, se representa como el efecto del perfil de la carretera en un vehículo estándar, es decir, el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) (Vásquez & García, 2021).

2.3.3. Envejecimiento del asfalto

Las prácticas teóricas y experimentales han indicado que después de experimentar procesos de envejecimiento, los contenidos de grupos funcionales que contienen oxígeno (como carbonilo y sulfóxido) y el peso de la mayoría de las moléculas en el asfalto aumentan considerablemente (Chea, Dan, & Ding, 2021).

2.3.4. Índice de serviciabilidad

Índice de condición de pavimento, metodología, regularidad, Sistema de Información Geográfica. permitiendo una valoración histórica y zonal del pavimento. Originalidad: creación de un método de administración de pavimentos de adherencia sencilla. Restricciones: esta valoración solo analiza los progresos en la administración de infraestructura vial mediante el uso de sistemas de información (Andrés Silva, Omar Daza, & Lesly, 2018).

2.3.5. Índice de regularidad internacional

El (IRI) es un indicador de rendimiento que mide el estado funcional de una estructura pavimentada. Su valor es un recurso esencial para la administración del vial, dado que determina el instante oportuno para llevar a cabo a cabo las acciones de pavimentado. Además, se emplea para calcular

superficies de carreteras, estimar los gastos operativos de los vehículos, valorar la rentabilidad de los proyectos de vía y determinar el flujo de efectivo durante la administración financiera de los proyectos. (Rodríguez, Marín, & Restrepo, 2022).

2.3.6. Mantenimiento periódico

Es una serie de medidas que se implementan durante un lapso de un año o más, con la finalidad de mantener la integridad estructural de la carretera, tratar defectos relevantes específicos y evitar el surgimiento o deterioro de daños más severos. Esta forma de mantenimiento abarca la gestión y restauración de superficies (Aldas, Acosta, Frías, & López, 2024).

2.3.7. Pavimento

En el diseño de pavimento rígido, la temperatura y el espesor son dos parámetros efectivos que podrían afectar ampliamente la inclusión de fibra en el costo total del Proyecto de Carretera Salang. Se introducen diferentes tipos de fibras con optimización de la fracción volumétrica, económicas y seguras. Se implementó un principio para medir las ventajas de incorporar fibra en términos de prolongación de la durabilidad del pavimento y también en términos de disminución del grosor del hormigón para la misma durabilidad de secciones de pavimento de concreto reforzado y no reforzado, pues el uso de fibras reduce el espesor del pavimento de la carretera, mejora la durabilidad y posteriormente disminuye el costo total de la construcción de carreteras con pavimento rígido de Salang (Abdulhai, Azimi, & Naimzad, 2024).

2.3.8. Rehabilitación

La rehabilitación flexible de pavimentos es optimar del estado de un pavimento Devolviéndolo a su estado original y asegurando que el pavimento tenga suficiente resistencia estructural. Capacidad de soportar la carga del tráfico sin alteraciones en la sección transversal (Aldas, Acosta, Frías, & López , 2024).

2.3.9. Rendimiento

La evaluación y la resistencia al daño son cruciales para el rendimiento a largo plazo del ligante asfáltico durante la fase de servicio del pavimento. Asimismo, el potencial de reparación del asfalto durante los posibles períodos de descanso se demostró inicialmente en la década de 1960 y se verificó y caracterizó ampliamente en los últimos 30 años (Chea, Dan, & Ding, 2021).

2.3.10. Transporte por carretera

Es es fundamental para el progreso económico mundial, y la inversión correspondiente en ingeniería vial es indudablemente considerable. La ingeniería de pavimentos no solo es una parte importante de la ingeniería vial, sino también un factor clave que afecta la aptitud de servicio de la carretera (Chea, Dan, & Ding, 2021).



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

Cuantitativa

La investigación cuantitativa tiene sus orígenes en las ciencias naturales y, con el tiempo, se ha trasladado a la indagación social. Se distingue por su naturaleza objetiva y deductiva, fundamentada en avances experimentales que pueden ser evaluados. Su objetivo de investigación posibilita realizar proyecciones, generalizaciones o establecer vínculos entre una población o diversos, empleando inferencias estadísticas adquiridos de una muestra seleccionada. (Babativa, 2017).

3.2. Método o métodos aplicados en la investigación

Deductivo

El método deductivo, cuyo nombre proviene de la idea de "conducir" o "extraer" según sus fundamentos lingüísticos, se fundamentan en el pensamiento, así como el método inductivo. No obstante, su uso es totalmente distinto. En este caso, el razonamiento deductivo parte de principios generales

para llegar a conclusiones sobre hechos específicos. Esto implica, principalmente, una valoración de principios generales aplicados a un tema específico: después de haber sido comprobado y validado, se emplea para tratar situaciones específicas en contextos particulares. (Prieto, 2017).

3.3. Tipo de investigación

Aplicada

La indagación aplicada es crear saber que pueda solucionar directamente dificultades de la sociedad o del sector de producción. Esencialmente se basa en los progresos tecnológicos resultantes de la indagación fundamental, y se centra en conectar la teoría con soluciones prácticas o productos específicos. (Lozada, 2016).

3.4. Nivel de investigación

Descriptivo

Cuando se lleva a cabo un estudio descriptivo, se efectúa una percepción de la literatura, que incluye antecedentes de indagación, artículos científicos y otros recursos relevantes (Espinoza-Pajuelo & Ochoa-Pachas, 2021).

3.5. Diseño de investigación

No experimental

Como El científico carece de control sobre el fenómeno en estudio, simplemente se dedica a recolectar la información proporcionada por los implementos de compilación de datos. (Guevara et al., 2020).

3.6. Población y muestra

3.6.1. Población

La población puede describirse como el conjunto total de las unidades de estudio, que poseen las especificaciones necesarias para ser reconocidas como tal. (Ñaupas et al., 2018).

De acuerdo al texto anterior, nuestra población de estudio a considerarse son los 63.9 km del pavimento flexible desde la ciudad de Juliaca hasta la ciudad de pucara.

3.6.2. Muestra

La particularidad más significativa de una muestra es su representatividad. El muestreo adquiere un gran valor al asegurar que las características seleccionadas para su observación en la población se expresan con gran precisión en la muestra; de tal forma que aseguran la inferencia de los resultantes de la muestra hacia la población. (Mucha-Hospinal et al., 2021).

La muestra para la indagación está compuesta por los 2.0 km de la carretera Juliaca a Pucara, pavimento de tipo flexible.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información

3.7.1. Técnicas de la investigación

Los métodos de indagación son procesos, recursos o técnicas utilizadas para realizar una investigación. Normalmente se aplican para la recopilación o análisis de la información. (Campos, 2021).

En la indagación la técnica empleada es la observación directa



La observación puede ser directa, cuando el investigador se encuentra en el sitio e instante en que sucede el fenómeno o circunstancia que se desea analizar, o puede ser indirecta, cuando se extrae datos a partir de documentos, registros o declaraciones de terceros. (Ortega, 2023).

3.7.2. Instrumentos de la investigación

En la indagación científica, los métodos de recolección de datos se emplean de diferentes maneras, dependiendo del tipo de estudio, el propósito y la táctica seleccionada. (Cisneros-Caicedo et al., 2022).

En la indagación el implemento fichas de observación

Se denominan fichas a los instrumentos que nos permiten plasmar por escrito información relevante que encontramos en nuestros progresos de búsqueda de información y que queremos tener a nuestro alcance en cualquier instante. (Castro, 2016).

3.8. Validez y confiabilidad del instrumento de investigación

3.8.1. Validación de los instrumentos

La noción de validez en la indagación alude a lo que es auténtico o se aproxima a la verdad. Se considera que los hallazgos de un estudio son válidos cuando la investigación está exenta de fallos. Los fallos o prejuicios que surgen durante la realización de una indagación son resultado de problemas metodológicos y pueden clasificarse en tres grupos: prejuicios de selección, prejuicios en la medición y prejuicios de confusión. (Villasís-Keever et al., 2018).



3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos

Se refiere al nivel de consistencia y coherencia en los resultados que genera un instrumento. (Hernández et al., 2014).

3.9. Diseño de la estrategia para la prueba de hipótesis

La formulación de hipótesis se lleva a cabo a través de la formulación de la hipótesis propuesta y la hipótesis nula.

H1: Hipótesis emitida y H0: Hipótesis nula

La hipótesis propuesta generalmente se identifica con H1 y la hipótesis nula con H0. Se denomina Hipótesis nula porque supone que las discrepancias entre el valor real del parámetro y su valor hipotético son causadas por el azar, es decir, no existe diferencia.

Las hipótesis nulas consideran la probabilidad de que no haya sucedido nada, de que no se haya llevado a cabo un proceso o de que la transformación no haya sido causada por un motivo de interés. Las hipótesis nulas son referencias a las que se deben comparar las alternativas. La interpretación simplista de Hipótesis Nula sería la contraria a la de Hipótesis Alternativa, H1, a pesar de que el fundamento es un poco más complicado que ella. La hipótesis nula (H0) es una suposición que el indagador intenta desmentir, descartar o invalidar. El término 'cero' frecuentemente hace referencia a la percepción común de algo, mientras que la hipótesis alternativa es lo que el investigador verdaderamente cree que es el motivo de un fenómeno. (Ibáñez, 2019).



CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de los datos

En la indagación se ha obtenido el índice de serviciabilidad del pavimento utilizando el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.

Se ha empleado las normas AASHTO PP 37-04 para el rugosímetro de Merlín, y ASTM E950 para Walking Profiler, ensayo de índice de rugosidad internacional (IRI).

El pavimento flexible evaluado (UTM 373853.654 E - 8301945.839 N) correspondió al carril izquierdo desde la progresiva inicial 1+247 AL 1+447 km hasta la progresiva final 3+047 AL 3+247 km

Se tienen los resultados de acuerdo a cada objetivo específico planteado inicialmente:



4.1.1. Evaluación del estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el rugosímetro convencional de Merlin

4.1.1.1. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo I

Se evaluó el estado actual de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará utilizando el rugosímetro convencional Merlin. Este proceso me permite analizar las irregularidades presentes en el pavimento y determinar su condición de serviciabilidad y transitabilidad, con el objetivo de identificar necesidades de mantenimiento y mejoras que garanticen un tránsito seguro y eficiente en esta vía.

Se tienen los siguientes resultados:

Tabla 2

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°1

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	4
3	0	28	6
4	0	29	9
5	0	30	21
6	0	31	26
7	0	32	31
8	0	33	33
9	0	34	23
10	0	35	24
11	0	36	9
12	0	37	10
13	0	38	1
14	0	39	2
15	0	40	1
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0

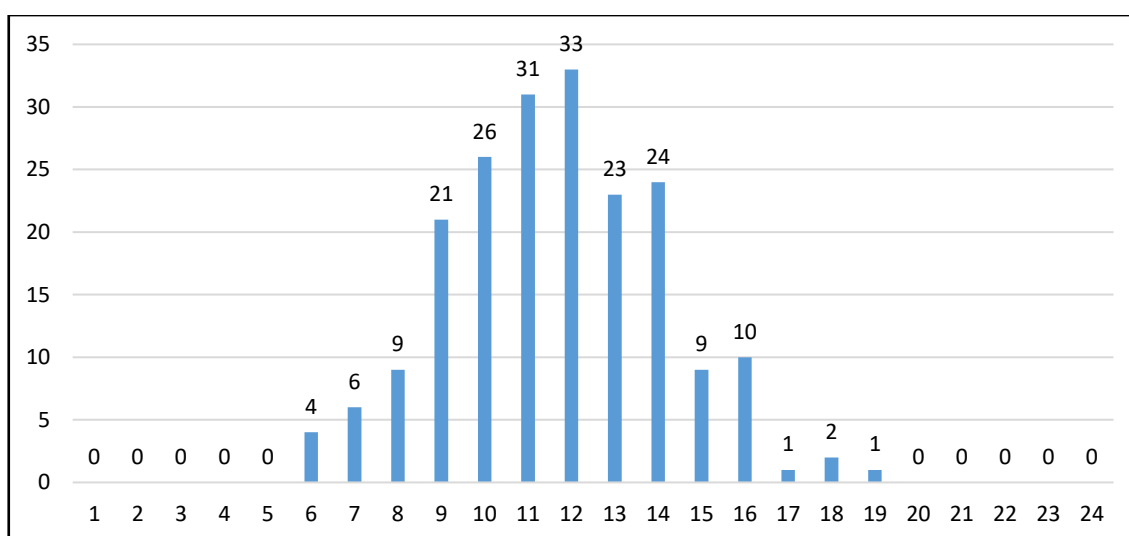
Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 4

Histograma de frecuencias ensayo N°1



Nota. Resultados del ensayo IRI.

4.1.1.2. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo II

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (Nº IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en

los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

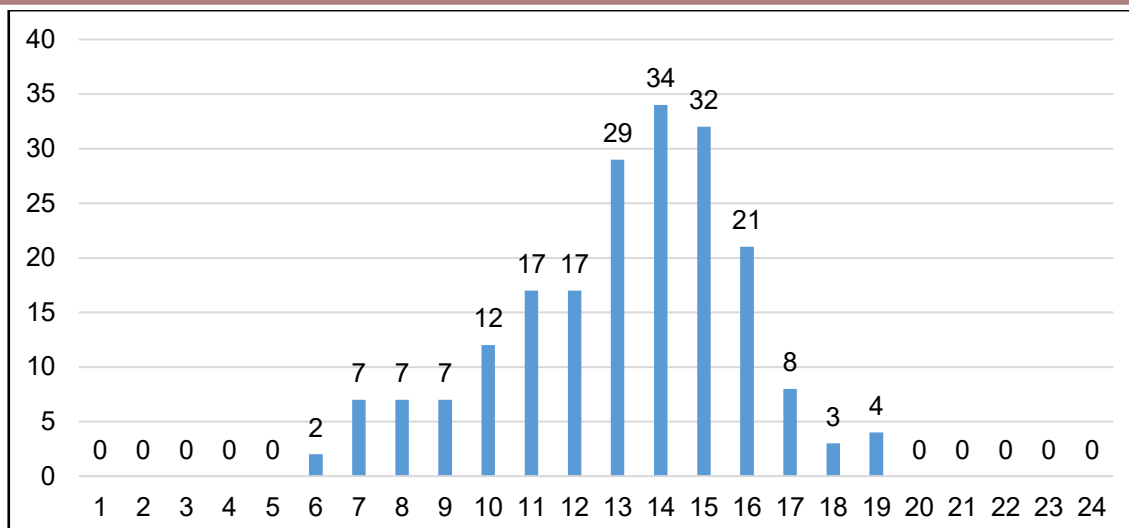
Tabla 3*Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°2*

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

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 5*Histograma de frecuencias ensayo N°2*



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.3. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo III

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (Nº IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 4

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°3

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	5
5	0	30	18
6	0	31	8



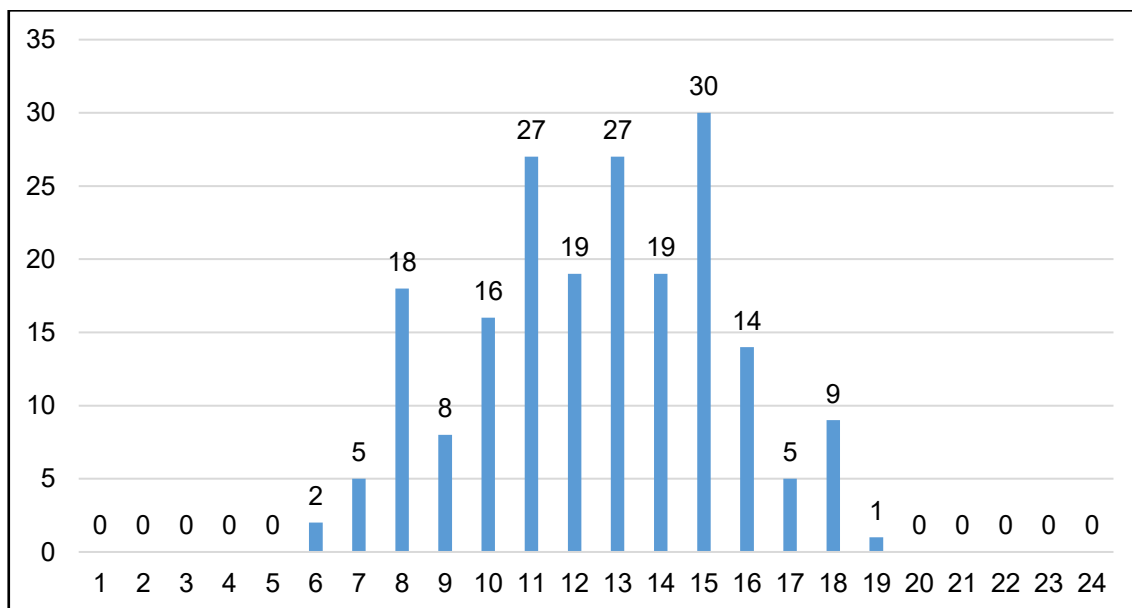
Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
7	0	32	16
8	0	33	27
9	0	34	19
10	0	35	27
11	0	36	19
12	0	37	30
13	0	38	14
14	0	39	5
15	0	40	9
16	0	41	1
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 6

Histograma de frecuencias ensayo N°3



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.4. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo IV

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (Nº IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 5

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°4

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	3
4	0	29	7
5	0	30	3
6	0	31	5
7	0	32	10
8	0	33	14
9	0	34	20
10	0	35	31
11	0	36	32
12	0	37	44
13	0	38	16
14	0	39	9
15	0	40	2
16	0	41	4
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0

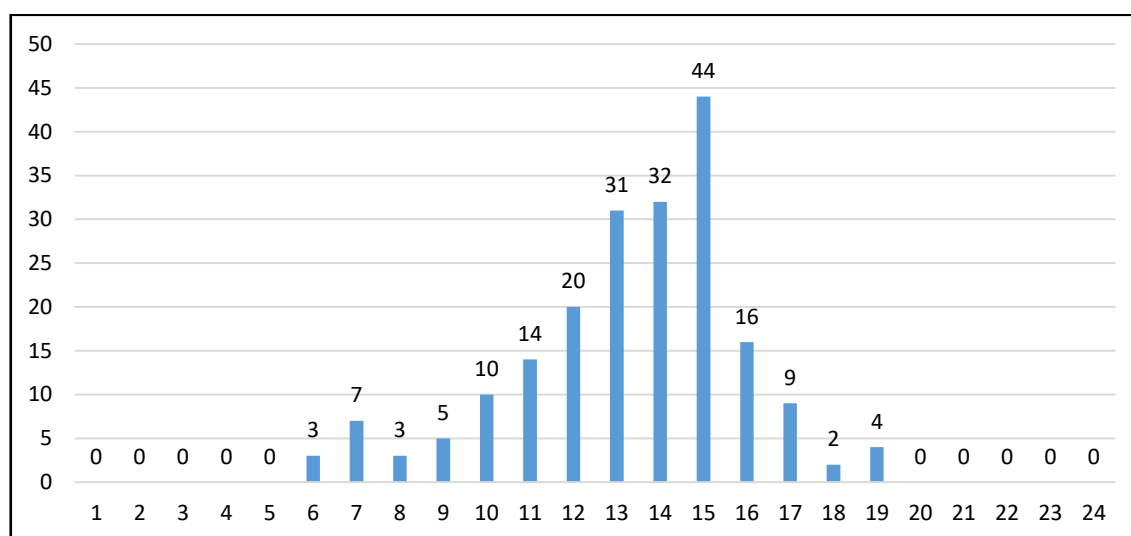
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 7

Histograma de frecuencias ensayo N°4



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.5. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo V

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (N° IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un



pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 6

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°5

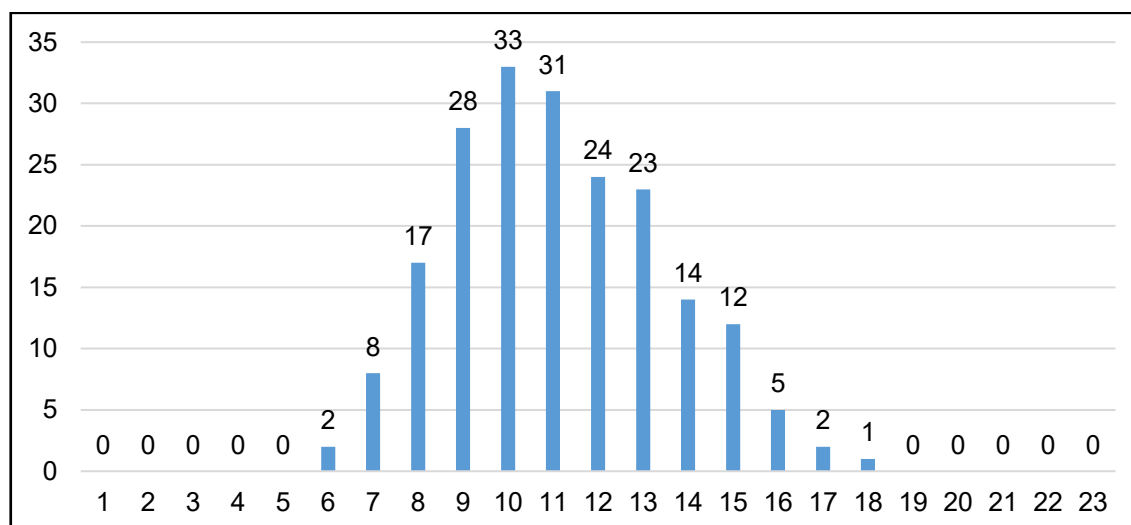
N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	8
5	0	30	17
6	0	31	28
7	0	32	33
8	0	33	31
9	0	34	24
10	0	35	23
11	0	36	14
12	0	37	12
13	0	38	5
14	0	39	2
15	0	40	1
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 8

Histograma de frecuencias ensayo N°5



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.6. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo VI

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (N° IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 7

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°6

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	2
2	0	27	3
3	0	28	1
4	0	29	2



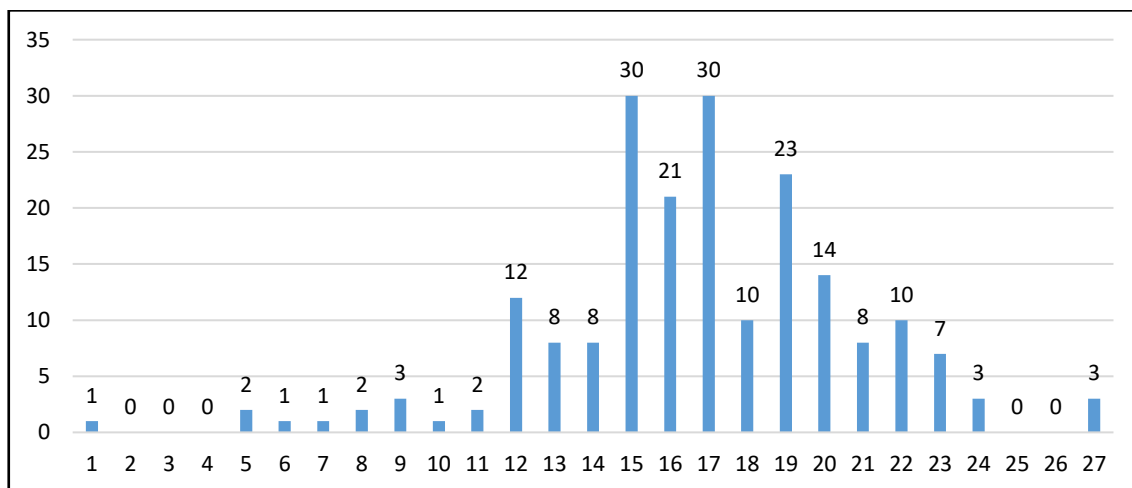
Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
5	0	30	12
6	0	31	8
7	0	32	8
8	0	33	30
9	0	34	21
10	0	35	30
11	0	36	10
12	0	37	23
13	0	38	14
14	0	39	8
15	0	40	10
16	0	41	7
17	0	42	3
18	0	43	0
19	1	44	0
20	0	45	3
21	0	46	0
22	0	47	0
23	2	48	0
24	1	49	0
25	1	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 9

Histograma de frecuencias ensayo N°6



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.7. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo VII

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (Nº IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 8

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°7

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	4
2	0	27	4
3	0	28	3
4	0	29	1
5	0	30	8
6	0	31	10
7	0	32	14
8	0	33	31
9	0	34	25
10	0	35	33
11	0	36	9
12	0	37	16
13	0	38	11
14	0	39	5
15	0	40	7
16	0	41	4
17	0	42	2
18	0	43	0
19	3	44	2
20	0	45	2
21	1	46	0
22	1	47	1

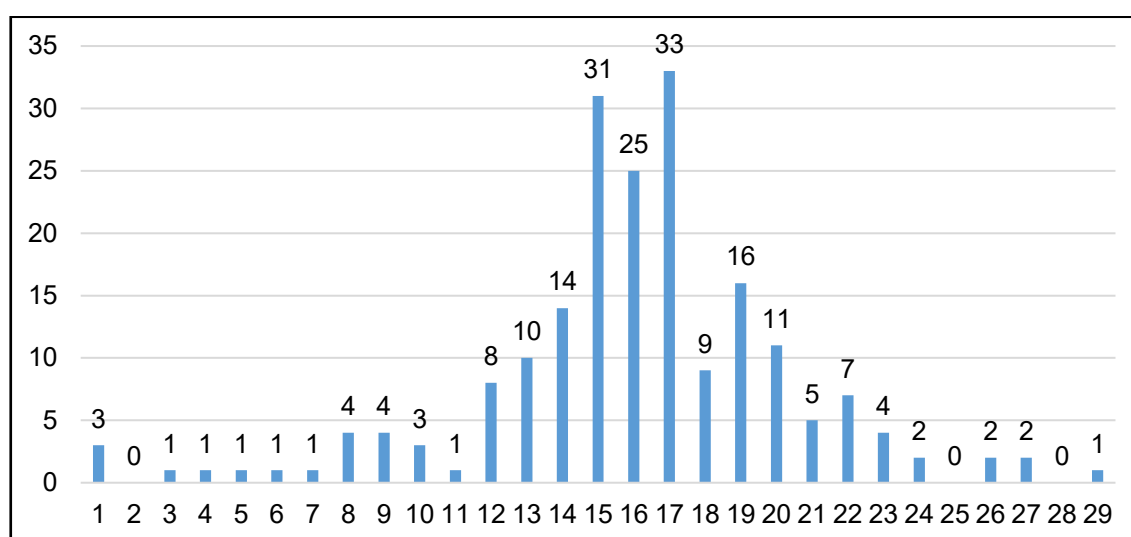
23	1	48	0
24	1	49	0
25	1	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 10

Histograma de frecuencias ensayo N°7



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.8. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo VIII

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (N° IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en

los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 9*Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°8*

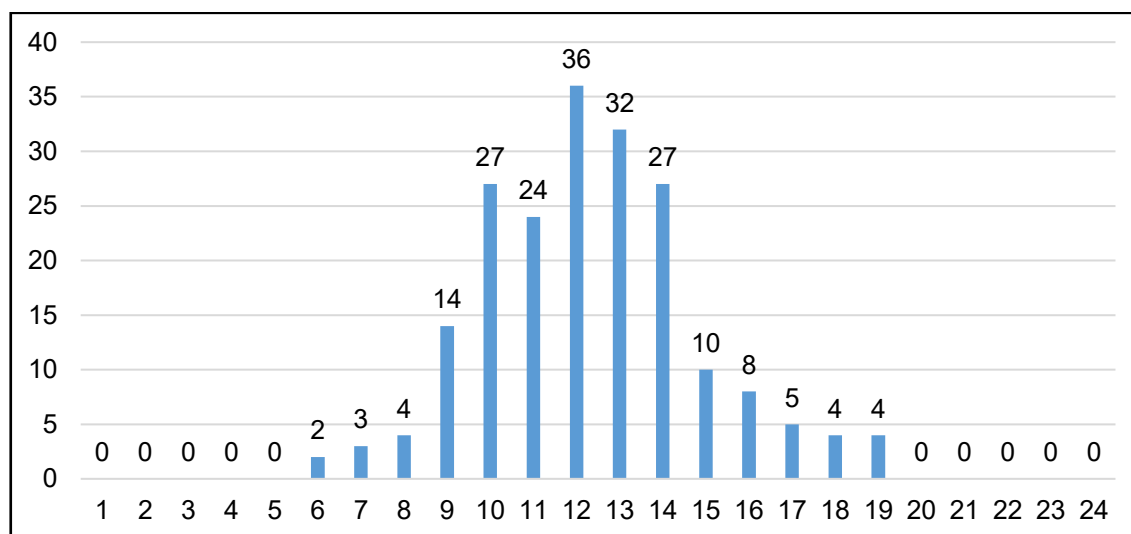
N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	2
2	0	27	3
3	0	28	4
4	0	29	14
5	0	30	27
6	0	31	24
7	0	32	36
8	0	33	32
9	0	34	27
10	0	35	10
11	0	36	8
12	0	37	5
13	0	38	4
14	0	39	4
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 11

Histograma de frecuencias ensayo N°8



Nota. Resultados del ensayo IRI.

4.1.1.9. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo IX

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (N° IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 10

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°9

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	4
4	0	29	4



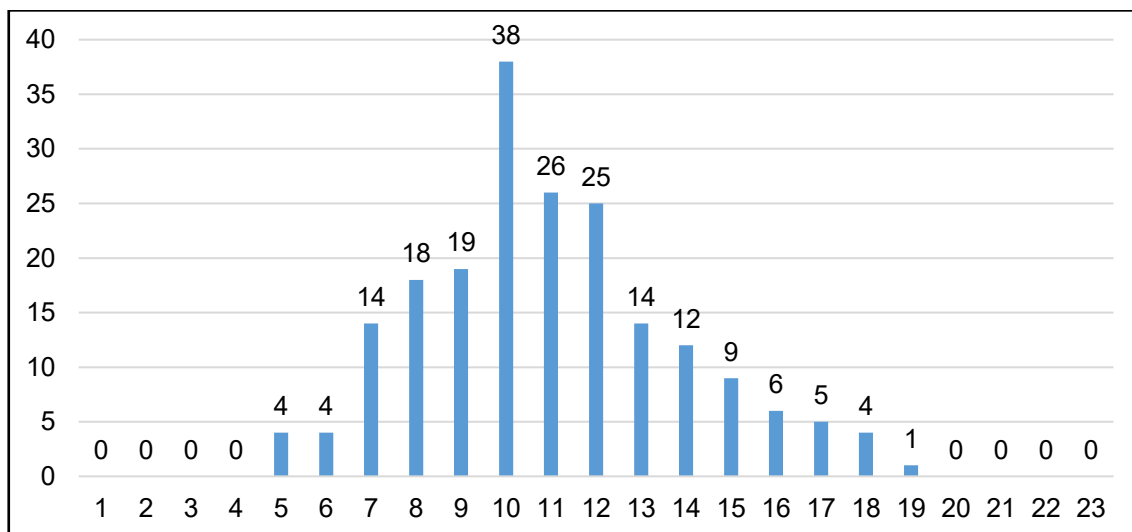
Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
5	0	30	14
6	0	31	18
7	0	32	19
8	0	33	38
9	0	34	26
10	0	35	25
11	0	36	14
12	0	37	12
13	0	38	9
14	0	39	6
15	0	40	5
16	0	41	4
17	0	42	1
18	0	43	0
19	1	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 12

Histograma de frecuencias ensayo N°9



Nota. Resultados del ensayo IRI

4.1.1.10. Ensayo de rugosímetro de Merlín tramo X

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (Nº IRI 31 a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

Tabla 11

Conteo del índice de rugosidad internacional ensayo N°10

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	2
2	0	27	4
3	0	28	1
4	0	29	7
5	0	30	15
6	0	31	24
7	0	32	25
8	0	33	28
9	0	34	31
10	0	35	22
11	0	36	16
12	0	37	8
13	0	38	6
14	0	39	5
15	0	40	2
16	0	41	0
17	0	42	2

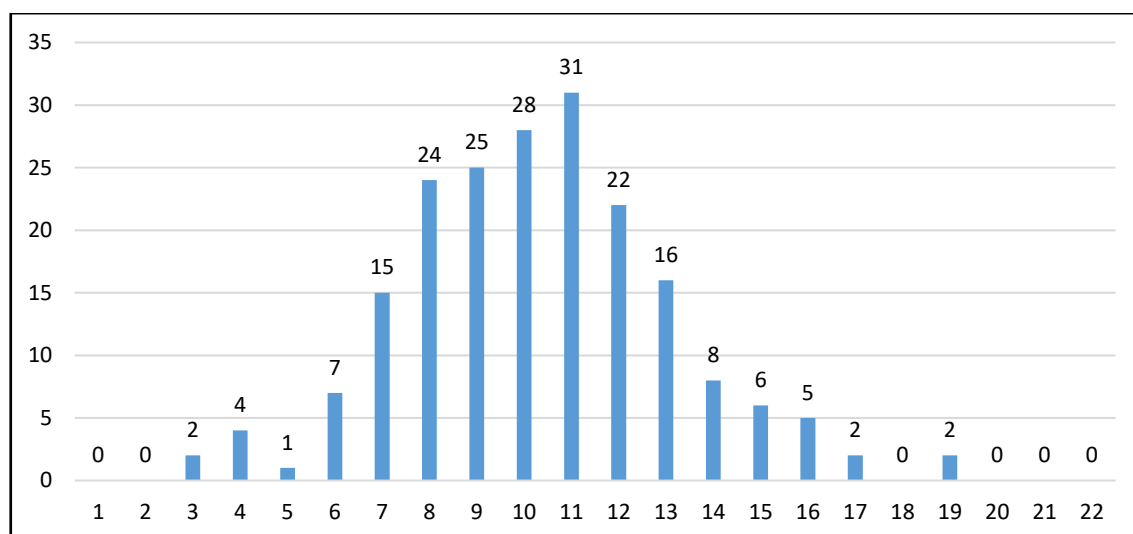
Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	1	47	1
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI

En la tabla se puede apreciar los valores obtenidos del instrumento Rugosímetro de Merlín que se empleó en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará.

Figura 13

Histograma de frecuencias ensayo N°10



Nota. Resultados del ensayo IRI

En la figura se puede apreciar el histograma de frecuencias del conteo del índice de regularidad internacional IRI en el pavimento flexible en la carretera Juliaca-Pucará, además el ensayo de IRI realizado con el rugosímetro MERLIN indica la presencia de irregularidades significativas en la superficie vial, ya que los valores de conteo más altos se concentran en los rangos medios (Nº IRI 31



a 33), sugiriendo una rugosidad moderada que podría estar asociada con un pavimento en mal estado o deterioro progresivo. La ausencia de valores bajos en el conteo refleja la falta de superficies lisas, mientras que la disminución en los valores altos indica que las irregularidades extremas son menos frecuentes, pero no descartables.

4.1.2. Evaluación del estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el Walking Profiler en la carretera Juliaca - Pucará.

Se utilizó el Walking Profiler, un instrumento avanzado diseñado para medir las irregularidades longitudinales de las vías, con el objetivo de evaluar el estado actual de la superficie del pavimento en la carretera Juliaca - Pucará. Este dispositivo me permite obtener información precisa sobre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), un factor crucial para determinar la calidad de la superficie del pavimento en términos de transitabilidad, confort y seguridad. Con el Walking Profiler, que registra los cambios en la superficie del pavimento y transforma esos datos en cifras comprensibles, realizo un análisis en segmentos específicos de la carretera. Durante este proceso, examino los resultados para identificar áreas que puedan requerir rehabilitación o mantenimiento. Esta perspectiva es especialmente valiosa en rutas de alto tráfico, como la Juliaca - Pucará, donde el desgaste puede impactar significativamente a los usuarios y a la economía local. Además de evaluar la rugosidad, utilizo los datos recopilados para crear mapas de deterioro que permiten visualizar el estado del pavimento en diferentes secciones. Esta evaluación me brinda la oportunidad de proponer soluciones técnicas basadas en las necesidades específicas de cada área, asegurando que las acciones que se tomen sean sostenibles a largo plazo y rentables.

4.1.2.1. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo I

Tabla 12.

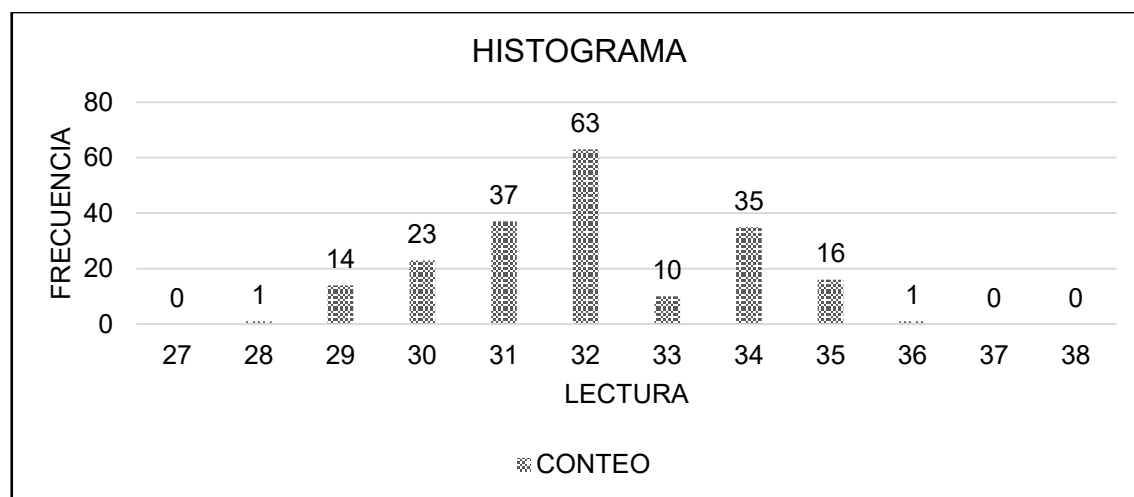
Numero de IRI y conteo de tramo I.

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	1
4	0	29	14
5	0	30	23
6	0	31	37
7	0	32	63
8	0	33	10
9	0	34	35
10	0	35	16
11	0	36	1
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Figura 14.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo I.



Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Interpretación: en la **Tabla 12** y **Figura 14** que muestran el estado de la carretera Juliaca-Pucará, encontramos lo siguiente: La mayoría de los tramos de la vía presentan una rugosidad moderada. Esto se ve claramente en los valores de IRI que más se repiten: 32 (63 veces), 31 (37 veces) y 30 (23 veces). Es decir, el tramo predominante de la carretera se encuentra en una condición aceptable, pero no perfecta. También hay presencia de valores un poco mejores, como 28 y 29, aunque en menor medida. La buena noticia es que los niveles de rugosidad más alta (a partir de 36) son mucho menos frecuentes, lo que indica que hay pocos sectores realmente deteriorados. Por otro lado, no se registraron valores extremos (ni muy bajos, como 26 o 27, ni muy altos, superiores a 37), lo que sugiere que no hay tramos excepcionalmente lisos ni críticamente dañados.

4.1.2.2. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo II

Tabla 13.

Numero de IRI y conteo de tramo II.

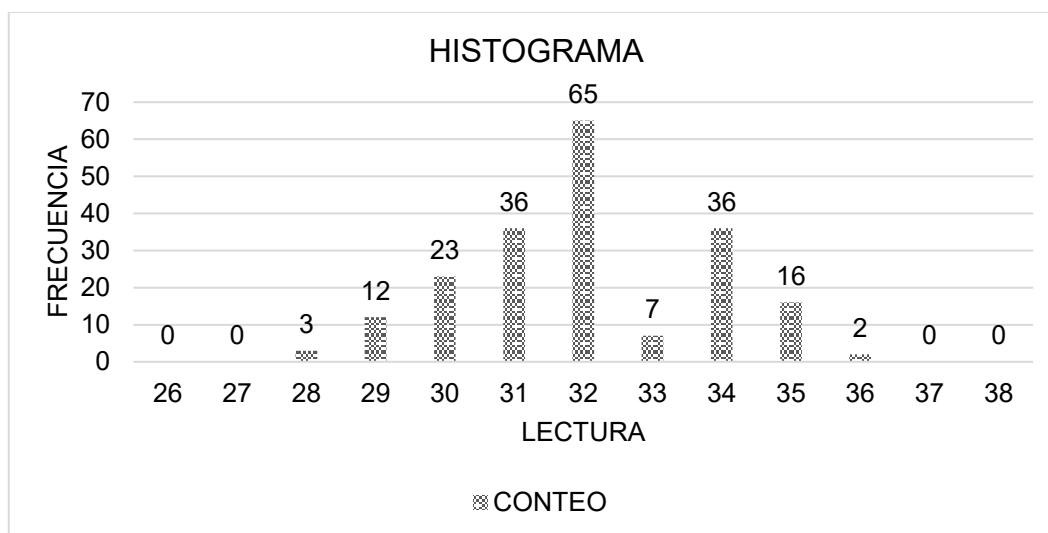
Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	3
4	0	29	12
5	0	30	23
6	0	31	36
7	0	32	65
8	0	33	7
9	0	34	36
10	0	35	16
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER.

Figura 15.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo II



Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Interpretación: en la **Tabla 13** y **Figura 15**, se muestra los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su conteo asociado en la carretera Juliaca - Pucará, destacando una concentración significativa en el intervalo de 32 con 65 registros, seguido por 31 y 34 con 36 registros cada uno, y 30 con 23 registros, lo que indica que la mayor parte del pavimento presenta niveles moderados de rugosidad. También se observan conteos menores en los intervalos de 28 (3 registros), 29 (12 registros), 33 (7 registros) y 36 (2 registros), mientras que no se reportan datos para valores de IRI de 26, 27, y superiores a 37, lo que sugiere la ausencia de condiciones extremas de rugosidad o de mediciones en estos rangos. En general, los datos evidencian una superficie de pavimento con predominancia de niveles aceptables de transitabilidad, aunque



ciertas áreas con menor frecuencia de valores podrían requerir un análisis detallado para identificar necesidades de mantenimiento.

4.1.2.3. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo III

Tabla 14.

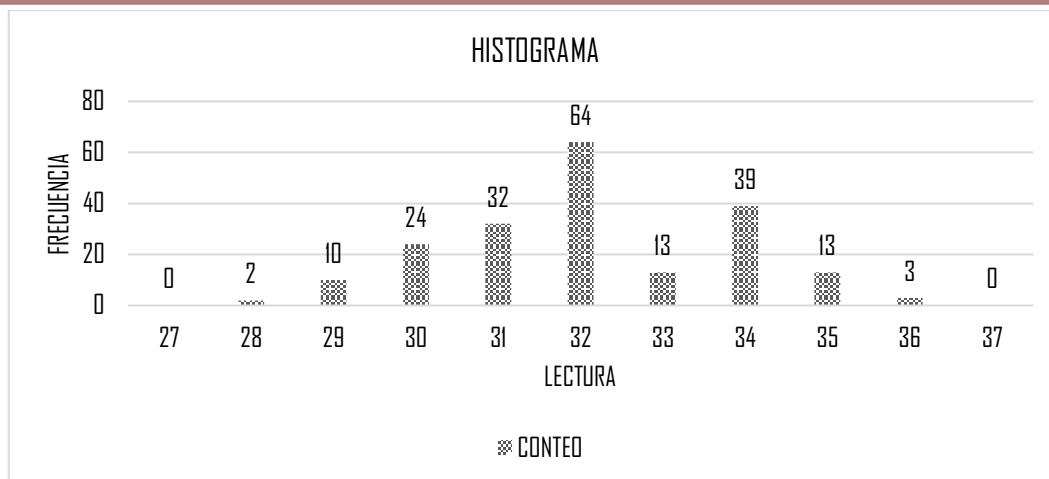
Numero de IRI y conteo de tramo III.

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	10
5	0	30	24
6	0	31	32
7	0	32	64
8	0	33	13
9	0	34	39
10	0	35	13
11	0	36	3
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 16.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo III



Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Interpretación: en la **Tabla 14** y **Figura 16**, se presenta los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su respectivo conteo para la carretera Juliaca - Pucará, evidenciando una concentración predominante en el intervalo de 32, con 64 registros, seguido de los valores 34 (39 registros), 31 (32 registros) y 30 (24 registros), lo que indica que el pavimento muestra en su mayoría niveles moderados de rugosidad. Además, se observa una frecuencia menor en los intervalos 33 y 35, ambos con 13 registros, así como en 29 (10 registros), 28 (2 registros) y 36 (3 registros). Los valores de IRI inferiores a 28 y superiores a 37 no presentan conteos, lo que sugiere la ausencia de condiciones extremas de rugosidad o falta de mediciones en esos rangos. En conjunto, los datos reflejan un estado del pavimento mayoritariamente aceptable, aunque ciertos tramos con menor frecuencia podrían requerir una evaluación adicional para garantizar una adecuada transitabilidad.

4.1.2.4. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo IV

Tabla 15.

Numero de IRI y conteo de tramo IV.

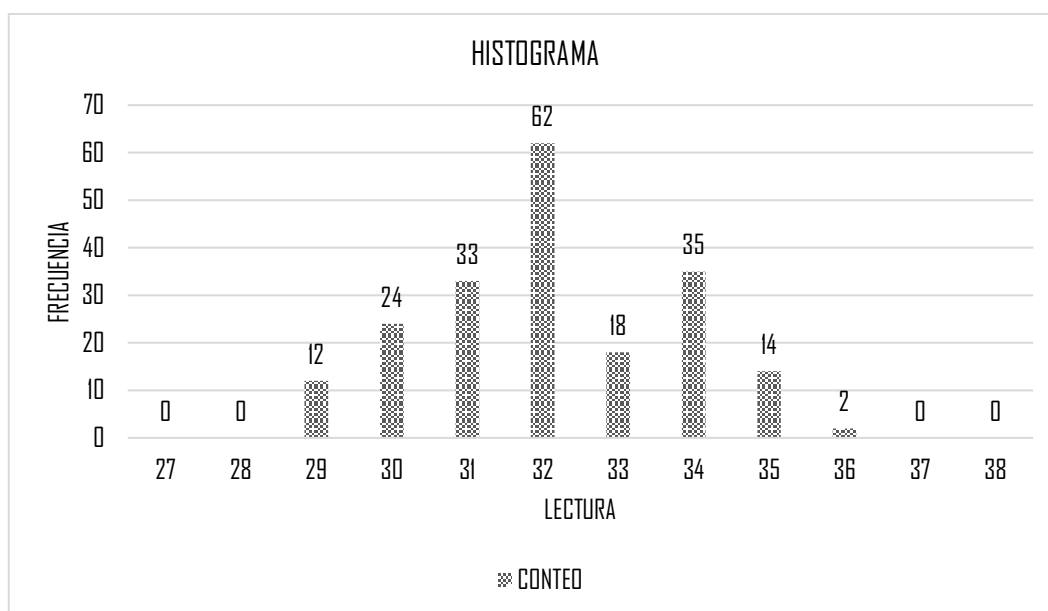
N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	0

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
4	0	29	12
5	0	30	24
6	0	31	33
7	0	32	62
8	0	33	18
9	0	34	35
10	0	35	14
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 17.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo IV



Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Interpretación: en la **Tabla 15** **Figura 17**, se muestra la distribución del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su conteo asociado en la carretera

Juliaca - Pucará, con una concentración predominante en el intervalo de 32, que cuenta con 62 registros, seguido de los valores 31 (33 registros), 34 (35 registros) y 30 (24 registros), lo que indica que el pavimento presenta en su mayoría niveles moderados de rugosidad. También se observan frecuencias menores en los intervalos 33 (18 registros), 35 (14 registros) y 29 (12 registros), mientras que los valores de IRI inferiores a 29 y superiores a 36 no registran datos, lo que sugiere la ausencia de condiciones extremas de rugosidad o la falta de mediciones en esos rangos. En general, los datos reflejan un estado del pavimento mayoritariamente aceptable, aunque los valores menos frecuentes podrían indicar tramos específicos que requieren un análisis más detallado para determinar necesidades de mantenimiento y mejorar la transitabilidad.

4.1.2.5. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo V

Tabla 16.

Numero de IRI y conteo de tramo V.

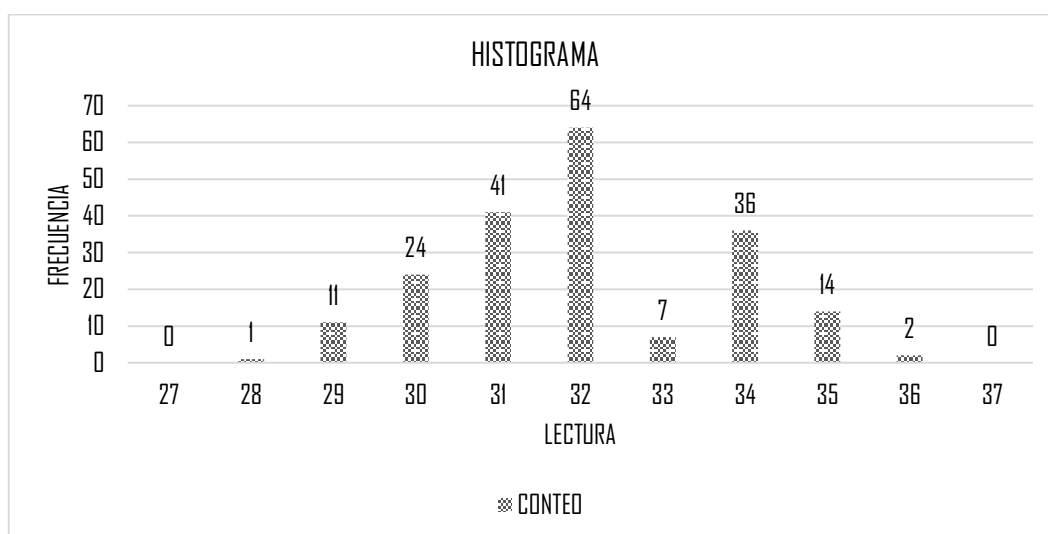
N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	1
4	0	29	11
5	0	30	24
6	0	31	41
7	0	32	64
8	0	33	7
9	0	34	36
10	0	35	14
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Figura 18.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo V



Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Interpretación: en la **Tabla 16** y **Figura 18**, se muestra la distribución de valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su respectivo conteo para la carretera Juliaca - Pucará, destacando que el intervalo con mayor concentración es el de 32, con 64 registros, seguido por el valor 31 con 41 registros, el 34 con 36 registros y el 30 con 24 registros. Asimismo, se observan frecuencias menores en los intervalos de 29 (11 registros), 35 (14 registros), 33 (7 registros) y 28 (1 registro), mientras que no se registran datos en valores inferiores a 28 ni superiores a 36. Esto sugiere que la superficie del pavimento presenta predominantemente niveles moderados de rugosidad, con ciertas

variaciones que podrían corresponder a tramos específicos que requieren atención. En general, los datos indican un estado de transitabilidad aceptable en la mayoría de los segmentos, aunque es necesario profundizar en el análisis de las áreas con menor frecuencia para determinar posibles intervenciones de mantenimiento.

4.1.2.6. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo VI

Tabla 17.

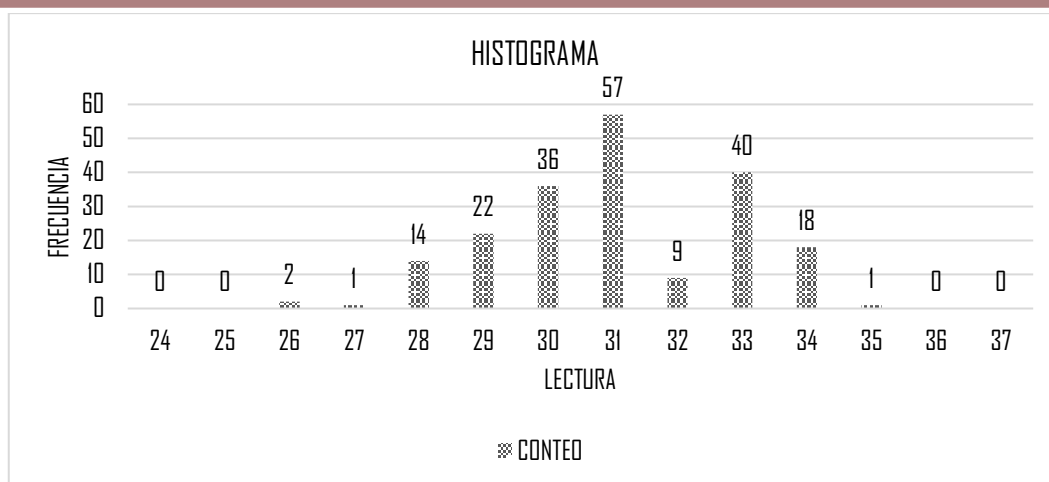
Numero de IRI y conteo de tramo VI.

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	2
3	0	28	1
4	0	29	14
5	0	30	22
6	0	31	36
7	0	32	57
8	0	33	9
9	0	34	40
10	0	35	18
11	0	36	1
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 19.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo VI



Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Interpretación: en la **Tabla 17** y **Figura 19**, se refleja la distribución de los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la carretera Juliaca - Pucará, destacando que el intervalo de 32 presenta la mayor concentración, con 57 registros, seguido de los valores 34 con 40 registros, 31 con 36 registros y 30 con 22 registros. También se observan frecuencias menores en los intervalos 29 (14 registros), 35 (18 registros), 33 (9 registros), 27 (2 registros), 28 (1 registro) y 36 (1 registro). Los valores de IRI inferiores a 27 y superiores a 36 no presentan registros, lo que sugiere una ausencia de condiciones extremas de rugosidad o de mediciones en estos rangos. En general, los datos indican que la superficie del pavimento se encuentra en niveles de rugosidad moderados, lo que podría garantizar una transitabilidad aceptable, aunque algunos tramos específicos podrían requerir intervenciones para mejorar su condición.

4.1.2.7. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo VII

Tabla 18.

Numero de IRI y conteo de tramo VII.

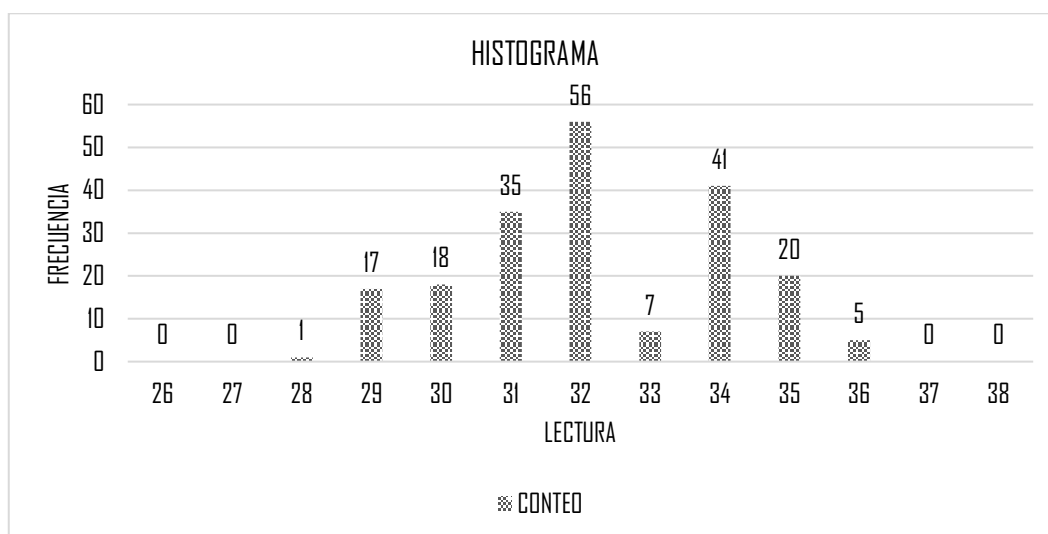
N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	1
4	0	29	17
5	0	30	18

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
6	0	31	35
7	0	32	56
8	0	33	7
9	0	34	41
10	0	35	20
11	0	36	5
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 20.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo VII



Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Interpretación: en la **Tabla 18** y **Figura 20** se muestra la distribución del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su respectivo conteo en la carretera Juliaca - Pucará. Se observa que el intervalo de 32 es el más frecuente, con 56 registros, seguido de los valores 34 con 41 registros, 31 con 35 registros y 30 con 18 registros. También hay una menor frecuencia en los intervalos 29 (17

registros), 33 (7 registros), 35 (20 registros) y 36 (5 registros). Los valores de IRI inferiores a 28 y superiores a 36 no presentan registros, lo que indica que no hay mediciones en esos rangos, lo que sugiere que la rugosidad se encuentra principalmente dentro de una gama moderada. En general, los resultados muestran que el pavimento presenta condiciones de transitabilidad aceptables, aunque ciertos tramos con menos registros podrían requerir atención para mantener su calidad y seguridad.

4.1.2.8. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo VIII

Tabla 19.

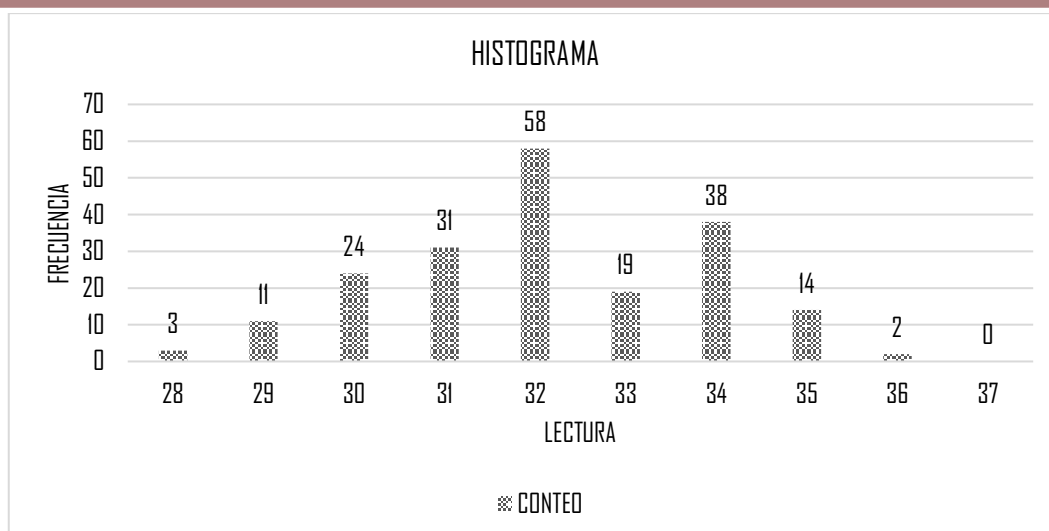
Numero de IRI y conteo de tramo VIII.

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	3
4	0	29	11
5	0	30	24
6	0	31	31
7	0	32	58
8	0	33	19
9	0	34	38
10	0	35	14
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 21.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo VIII



Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Interpretación: en la **Tabla 19** y **Figura 21** se presenta la distribución del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) y su conteo en la carretera Juliaca - Pucará, donde se observa una concentración notable en el intervalo de 32, con 58 registros, seguido por 30 con 24 registros y 31 con 31 registros. Los valores 34 (38 registros), 33 (19 registros) y 29 (11 registros) también muestran una frecuencia destacada. Por otro lado, los valores de IRI inferiores a 28 y superiores a 36 no presentan registros, indicando que la rugosidad se mantiene dentro de un rango moderado en su mayoría. Esto sugiere que el pavimento tiene condiciones de transitabilidad aceptables, aunque ciertos tramos, especialmente aquellos con valores más altos de IRI (como 34 y 32), podrían necesitar atención para mejorar la comodidad y seguridad vial.

4.1.2.9. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo IX

Tabla 20.

Numero de IRI y conteo de tramo IX

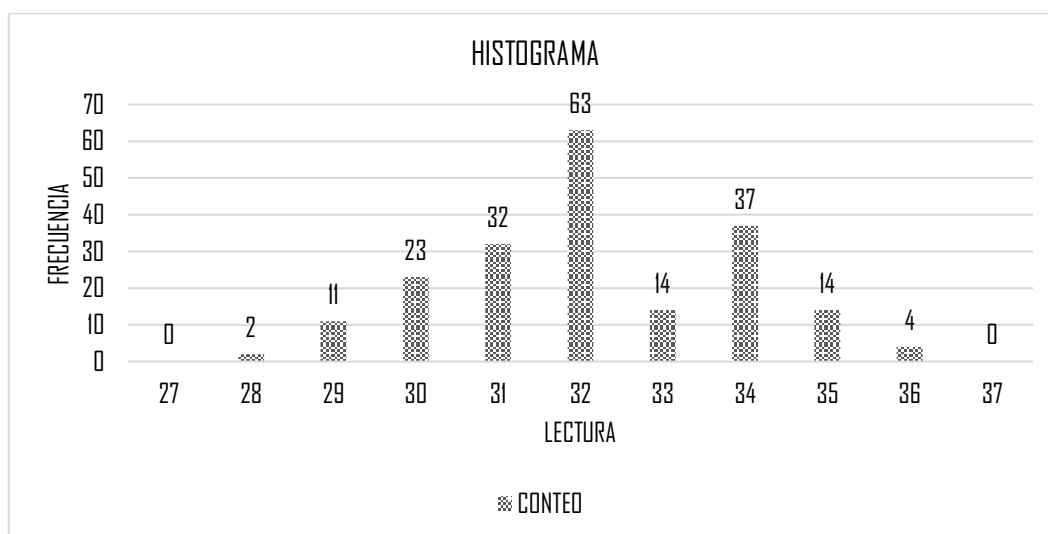
N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	11
5	0	30	23

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
6	0	31	32
7	0	32	63
8	0	33	14
9	0	34	37
10	0	35	14
11	0	36	4
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 22.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo IX.



Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Interpretación: en la **Tabla 20** y **Figura 22**, se muestra la distribución del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la carretera Juliaca - Pucará. Se observa que el intervalo de IRI 32 es el más frecuente, con 63 registros, seguido de 31 con 32 registros, 30 con 23 registros, 34 con 37 registros y 33 con 14 registros. Los intervalos de IRI superiores a 36 y menores a 28 tienen una

frecuencia muy baja o nula, lo que sugiere que la mayoría de las mediciones están concentradas en un rango de rugosidad moderada. Esto implica que la carretera presenta condiciones de transitabilidad razonablemente buenas, aunque algunos tramos con valores de IRI más altos (como 32 y 34) podrían necesitar mantenimiento para mejorar la calidad del pavimento y la seguridad vial.

4.1.2.10. Ensayo mediante el Walking Profiler tramo X

Tabla 21.

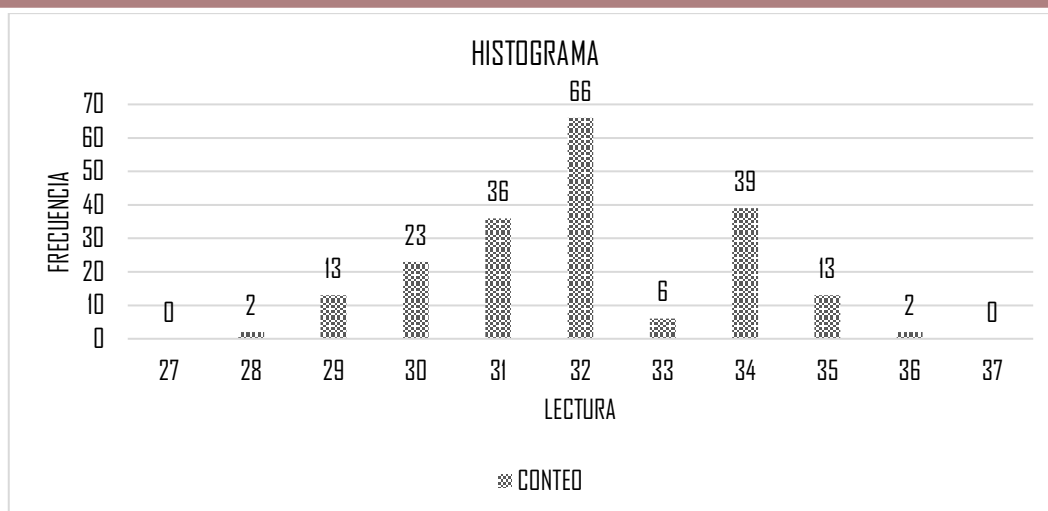
Numero de IRI y conteo de tramo X.

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	13
5	0	30	23
6	0	31	36
7	0	32	66
8	0	33	6
9	0	34	39
10	0	35	13
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0

Nota. Resultados del ensayo IRI Walking Profiler

Figura 23.

Diagrama y numero de IRI y conteo de tramo X



Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Interpretación: en la **Tabla 21** y **Figura 23**, se aprecia la distribución del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en la carretera Juliaca - Pucará muestra que el valor de IRI 32 es el más frecuente, con 66 registros, seguido por 31 con 36 registros y 30 con 23 registros. Los valores 34 (39 registros), 29 (13 registros) y 33 (6 registros) también tienen una presencia significativa. Sin embargo, no se registran valores para IRI menores a 28 ni mayores a 36, lo que indica que la mayoría de los tramos de la carretera tienen una rugosidad moderada, con algunas áreas que podrían necesitar mantenimiento o atención, especialmente aquellas con valores de IRI más altos, como 34 y 32, que podrían afectar la calidad de la transitabilidad y el confort vial.

4.1.3. Comparar los resultados obtenidos por ambos métodos de medición de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará.

Se realizó la comparación de los resultados obtenidos mediante dos métodos de medición: el rugosímetro convencional Merlin y el Walking Profiler, ambos empleados para evaluar el estado de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará. Este análisis comparativo busca identificar las similitudes y diferencias entre los parámetros obtenidos mediante distintos

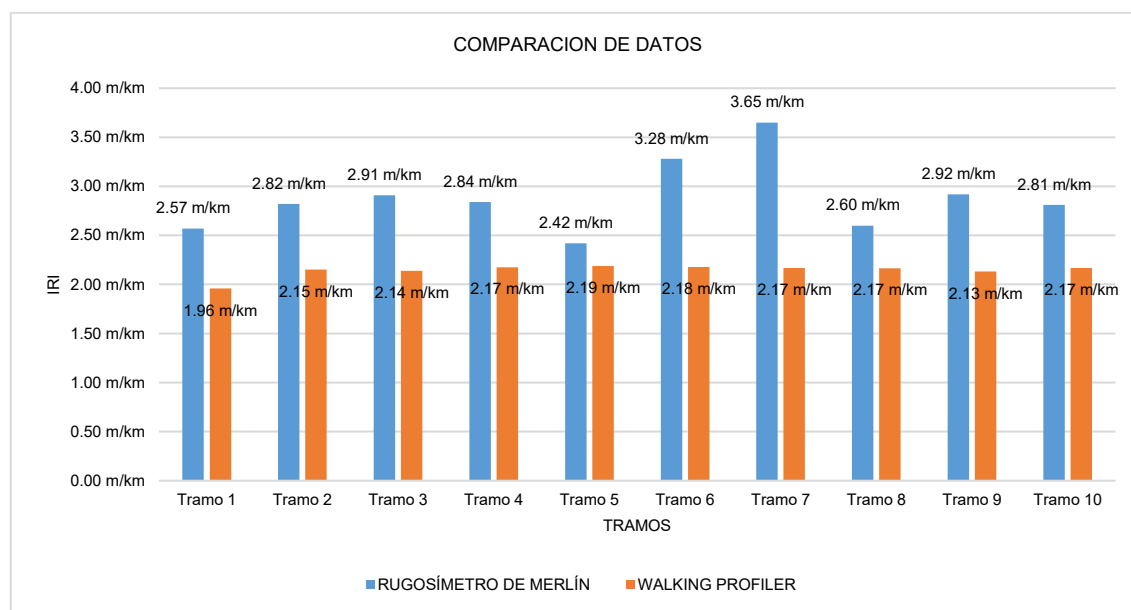
métodos de medición, además de evaluar cuán precisos y útiles son en función de las condiciones locales. Primero, se examinan los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) recolectados por ambos equipos. Una herramienta que destaca por su simplicidad y fácil acceso es el rugosímetro Merlin, lo que la convierte en una opción especialmente valiosa para investigaciones preliminares o en lugares con recursos limitados. En contraste, el Walking Profiler ofrece mediciones más precisas y detalladas de las irregularidades longitudinales del pavimento gracias a su tecnología más avanzada. Luego, se comparan los datos obtenidos por ambas herramientas en tramos específicos de carretera, analizando su capacidad para detectar fallos como grietas, hundimientos y ondulaciones que podrían afectar la calidad de la superficie vial.

Tabla 22.
Comparación de rugosímetro de merlín.

COMPARACIÓN DE DATOS			
TRAMO	RUGOSÍMETRO DE MERLÍN	WALKING PROFILER	DIFERENCIA
Tramo 1	2,57 m/km	1,96 m/km	0,61 m/km
Tramo 2	2,82 m/km	2,15 m/km	0,67 m/km
Tramo 3	2,91 m/km	2,14 m/km	0,77 m/km
Tramo 4	2,84 m/km	2,17 m/km	0,67 m/km
Tramo 5	2,42 m/km	2,19 m/km	0,23 m/km
Tramo 6	3,28 m/km	2,18 m/km	1,10 m/km
Tramo 7	3,65 m/km	2,17 m/km	1,48 m/km
Tramo 8	2,60 m/km	2,17 m/km	0,43 m/km
Tramo 9	2,92 m/km	2,13 m/km	0,79 m/km
Tramo 10	2,81 m/km	2,17 m/km	0,64 m/km
Promedio	2,88 m/km	2,14 m/km	0,74 m/km

Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Figura 24.
Diagrama de comparación de rugosímetro de merlín.



Nota. Resultados del ensayo IRI WALKING PROFILER

Interpretación. En la **Tabla 22** y **Figura 24**, Al comparar las mediciones de rugosidad entre el rugosímetro MERLÍN y el Perfilómetro Andante, se ve que el MERLÍN siempre reporta valores más altos (2,88 m/km en promedio frente a 2,14 m/km), lo que sugiere que tiende a exagerar un poco la irregularidad del pavimento. Aunque en algunos tramos las diferencias son pequeñas, en otros son bastante notorias, lo que probablemente se deba a las características técnicas de cada equipo: el MERLÍN, al ser más sencillo, podría ser menos preciso en superficies muy irregulares, mientras que el Andante parece más fiable en pavimentos homogéneos. Ambos métodos son útiles para evaluar la condición de la vía, pero la elección del equipo dependerá del nivel de precisión que se necesite, especialmente si las decisiones de mantenimiento dependen directamente de estos resultados. Por eso, es fundamental calibrar y comparar bien ambos métodos para asegurar que los datos sean consistentes y confiables.

4.1.4. Determinación del índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de Merlín y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca – Pucara.

Para determinar el índice de serviciabilidad del pavimento en la carretera Juliaca – Pucará utilizando el rugosímetro Merlín y el Walking Profiler, se inicia con la selección de los tramos representativos del pavimento, asegurando condiciones homogéneas en cuanto a tipo de superficie y tráfico; luego, se realiza la calibración de los equipos según las especificaciones del fabricante y normas técnicas vigentes; posteriormente, se procede al levantamiento de datos de rugosidad longitudinal mediante recorridos controlados con ambos dispositivos, registrando las variaciones en el perfil del pavimento; los datos obtenidos se procesan para calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que se correlaciona con el índice de serviciabilidad presente (PSI) mediante fórmulas empíricas validadas; finalmente, se analizan los resultados para evaluar el estado funcional del pavimento y se documenta el procedimiento con los valores obtenidos, observaciones de campo y recomendaciones para mantenimiento o rehabilitación.

Tabla 23.
Índice de serviciabilidad del pavimento.

TRAMO	ROGUSIMETRO DE MERLÍN	WALKING PROFILER
Tramo 1	3.13	3.50
Tramo 2	2.99	3.38
Tramo 3	2.95	3.39
Tramo 4	2.98	3.37
Tramo 5	3.22	3.36
Tramo 6	2.75	3.36
Tramo 7	2.57	3.37
Tramo 8	3.12	3.37
Tramo 9	2.94	3.39
Tramo 10	3.00	3.37
Promedio	2.97	3.39

Interpretación. La tabla 24 presenta los valores del índice de serviciabilidad del pavimento obtenidos mediante dos métodos de medición: el rugosímetro de Merlín y el Walking Profiler, en diez tramos de la carretera Juliaca – Pucará. Se observa que los valores obtenidos con el Walking Profiler son consistentemente más altos que los del rugosímetro de Merlín, con un promedio general de 3.39 frente a 2.97, lo que indica una percepción de mejor condición superficial del pavimento según este equipo. Esta diferencia puede atribuirse a la mayor precisión y sensibilidad del Walking Profiler en la detección de irregularidades longitudinales. En general, ambos métodos reflejan niveles aceptables de serviciabilidad, aunque algunos tramos como el 6 y el 7 muestran valores más bajos con el rugosímetro de Merlín, lo que podría sugerir la necesidad de inspecciones más detalladas o intervenciones puntuales en esas zonas. La consistencia de los valores del Walking Profiler también sugiere una mayor estabilidad en la medición, lo que lo convierte en una herramienta confiable para la evaluación funcional del pavimento.

4.2. Proceso de la prueba de hipótesis

Contrastación de hipótesis

Plantear las hipótesis

Hipótesis nula (H_0): Las diferencias no son significativas en el índice de serviciabilidad obtenidos con los dos métodos de medición el rugosímetro Merlín y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.

Hipótesis alternativa (H_a): Las diferencias son significativas en el índice de serviciabilidad obtenidos con los dos métodos de medición el rugosímetro Merlín y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.

Seleccionar el nivel de significancia (α):

Si el valor p obtenido de la prueba estadística es:

$p \leq \alpha = 0.05$: Rechazar H_0 . Existe evidencia estadísticamente significativa para aceptar la hipótesis alternativa (H_a).

$p > \alpha = 0.05$: No rechazar H_0 . No hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Elegir la prueba estadística adecuada:

ANOVA: Para comparar más de dos medias.

Calcular el estadístico de prueba (t):**Tabla 24.***Cuadro estadístico de muestras*

	Estadísticas para una muestra			
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RUGOSÍMETRO DE MERLÍN	102,8820		,35770	,11312
WALKING PROFILER	102,1424		,06709	,02122

Nota. Extraído del software SPSS.

Tabla 25.*Cuadro de prueba de hipótesis.*

	Prueba para una muestra				
	Valor de prueba = 0.05				
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior Superior
RUGOSÍMETRO DE MERLÍN	25,036 9		,000	2,83200	2,5761 3,0879
WALKING PROFILER	98,619 9		,000	2,09237	2,0444 2,1404

Nota. Extraído del software SPSS.

Interpretación. Los resultados de la prueba para una muestra indican que los valores de significación bilateral de 0.000 tanto para el Rugosímetro de Merlín como para el Walking Profiler, siendo menores al valor de prueba de 0.05, lo que indica que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas. Por

tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyéndose que existen diferencias significativas en los índices de serviciabilidad obtenidos con ambos métodos de medición en la carretera Juliaca – Pucará. Además, la diferencia de medias es mayor en el caso del Rugosímetro de Merlín (2.83200) frente al Walking Profiler (2.09237), y los intervalos de confianza al 95% no se superponen, lo cual refuerza la evidencia de que cada instrumento reporta resultados distintos, aspecto relevante para la interpretación técnica del estado del pavimento.

4.3. Discusión de los resultados

4.3.1. Discusión del objetivo específico 01

En relación con el primer objetivo específico, los resultados obtenidos a través del Rugosímetro MERLIN evidencian que la mayoría de los tramos del pavimento flexible de la carretera Juliaca–Pucará presentan una rugosidad moderada, con valores de IRI concentrados principalmente entre 31 y 33, lo que sugiere un deterioro progresivo que afecta la transitabilidad y demanda acciones preventivas de mantenimiento. La ausencia de valores bajos ($IRI < 30$) refleja la falta de uniformidad superficial, mientras que los valores altos ($IRI > 33$), aunque menos frecuentes, indican zonas con deterioro localizado. El valor promedio de 2.88 m/km supera el estándar internacional de 2.0 m/km para un pavimento en condiciones aceptables, confirmando la necesidad de intervención vial. Estos hallazgos contrastan con el estudio de Reyes (2020), quien, al aplicar el mismo método en la Avenida La Prensa, encontró valores promedio de 2.0 m/km, clasificando dicho pavimento como nuevo y en buenas condiciones. Asimismo, al realizar la prueba de hipótesis con ambos métodos de medición (Rugosímetro Merlin y Walking Profiler), se obtuvieron valores de significación bilateral de

0.000, menores al nivel crítico de 0.05, lo que lleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, concluyendo que existen diferencias estadísticamente significativas entre los índices de serviciabilidad obtenidos con ambos equipos. La diferencia de medias y los intervalos de confianza no superpuestos refuerzan que ambos instrumentos arrojan resultados distintos, lo cual es clave para una evaluación técnica precisa del estado del pavimento en distintos contextos.

4.3.2. Discusión del objetivo específico 02

En relación con el segundo objetivo específico, la aplicación del método Walking Profiler en la carretera Juliaca – Pucará permitió obtener un análisis detallado del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), revelando que los valores se concentraron principalmente en los intervalos 31, 32 y 34, con frecuencias de 63, 66 y 39 registros respectivamente, lo que evidencia una predominancia de rugosidad moderada en la mayoría de los tramos evaluados. Si bien se observaron algunos registros con valores más bajos (28 y 29) y una disminución notable a partir del IRI 36, no se detectaron valores extremos fuera del rango de 28 a 37, lo cual sugiere una superficie con condiciones generalmente aceptables de transitabilidad, aunque con ciertos sectores que podrían beneficiarse de intervenciones para mejorar el confort vial. Esta realidad se complementa con el estudio de Tingal (2021), quien encontró valores de IRI significativamente menores en la carretera Cajamarca – Baños del Inca, con promedios de 1.07 m/km y 1.10 m/km, indicando una mejor condición superficial en comparación con Juliaca – Pucará. En el marco de la contratación de hipótesis, los resultados de la prueba para una muestra reflejan valores de significación bilateral de 0.000 para ambos métodos, menores al nivel crítico de 0.05, lo que conlleva al rechazo



de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa, confirmando diferencias significativas entre los índices de serviciabilidad obtenidos con el Rugosímetro de Merlín y el Walking Profiler. La diferencia de medias y la no superposición de los intervalos de confianza respaldan que ambos instrumentos arrojan resultados distintos, siendo necesario considerar sus características y precisión al momento de evaluar y planificar acciones de mantenimiento vial.

4.3.3. *Discusión del objetivo específico 03*

En relación con el tercer objetivo específico, el análisis comparativo de los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) obtenidos mediante el Rugosímetro MERLÍN y el Walking Profiler evidencia diferencias estadísticamente significativas en la medición de la rugosidad del pavimento en la carretera Juliaca – Pucará, siendo el promedio general del MERLÍN de 2.88 m/km, mientras que el del Walking Profiler fue de 2.14 m/km, reflejando una diferencia media de 0.74 m/km. Esta diferencia se acentúa en tramos con mayor irregularidad, como el Tramo 7 (diferencia de 1.48 m/km), y se reduce en tramos más homogéneos como el Tramo 5, lo que sugiere que el MERLÍN tiende a sobrestimar la rugosidad en superficies irregulares debido a sus limitaciones técnicas, mientras que el Walking Profiler, por su tecnología avanzada, proporciona lecturas más precisas en tramos uniformes. Esta discrepancia en los resultados coincide con lo encontrado por Camacho (2019), quien comparó el método tradicional (MERLÍN) con una alternativa innovadora basada en smartphones (Roadroid), destacando que, si bien ambos métodos son útiles, presentan diferencias que deben ser consideradas al momento de evaluar el estado del pavimento. A partir de la contratación de hipótesis, los valores de significación bilateral obtenidos (0.000) son menores al umbral de 0.05, lo cual

permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, concluyendo que existen diferencias significativas entre ambos métodos de medición. La mayor diferencia de medias reportada para el MERLÍN (2.83200) frente al Walking Profiler (2.09237), sumada a la no superposición de los intervalos de confianza al 95%, refuerza la necesidad de seleccionar el instrumento de medición más adecuado según las condiciones del pavimento y el nivel de precisión requerido, para garantizar una evaluación técnica eficiente y una toma de decisiones informada en cuanto al mantenimiento vial.

4.3.4. *Discusión del objetivo específico 04*

La comparación entre los resultados obtenidos en nuestra investigación en la carretera Juliaca – Pucará y el estudio de Reyes (2020) en la Avenida La Prensa evidencia la utilidad y confiabilidad de diversas tecnologías para evaluar la rugosidad y serviciabilidad del pavimento. En los dos análisis, la herramienta principal fue el rugosímetro de Merlín. Este arrojó valores de PSI que se encuentran dentro de rangos tolerables y que indican una transitabilidad adecuada. Sin embargo, nuestros hallazgos revelan que el Walking Profiler ofrece mediciones más consistentes y ligeramente más altas (con un promedio de 3.39 frente a los 2.97 del rugosímetro), lo que sugiere que tiene una mejor capacidad para detectar anomalías en la superficie. Por otro lado, el trabajo de Reyes incorpora el uso del rugosímetro junto con aplicaciones móviles y software especializado, lo que le permite alcanzar un PSI de 3.31 y clasificar la vía como pavimento nuevo. El hecho de que los resultados coincidan respalda el concepto de que las herramientas digitales y los equipos convencionales pueden ser empleados con eficacia para determinar la condición funcional de los pavimentos. Asimismo, se evidencia que la selección del instrumento de



medición puede tener un impacto considerable en la exactitud de los datos, lo cual es crucial para tomar decisiones correctas respecto al mantenimiento de las vías. Ambas perspectivas, en conjunto, apoyan la implementación de tecnologías confiables y accesibles como fundamento para asegurar la calidad y la seguridad de las infraestructuras de transporte.



CONCLUSIONES

PRIMERA. El análisis efectuado con el Rugosímetro MERLIN permite concluir que la carretera Juliaca-Pucará muestra una rugosidad superior a la recomendada, lo que indica un deterioro progresivo de su pavimento flexible. La concentración de los valores de IRI que se ubican entre 31 y 33, además del promedio de 2.88 m/km (que es más alto que el estándar internacional que es de 2.0 m/km), señalan la necesidad apremiante de realizar acciones preventivas para el mantenimiento. La ausencia de tramos con baja rugosidad y la presencia de sectores con valores elevados confirman una condición de servicio comprometida. Asimismo, la diferencia estadísticamente significativa entre los datos obtenidos con los dos métodos de medición utilizados confirma que ambos equipos entregan resultados distintos, lo cual debe ser considerado al momento de tomar decisiones técnicas para una evaluación precisa del estado del pavimento.

SEGUNDA. El análisis de la carretera Juliaca-Pucará revela que, en general, su estado es aceptable y no presenta niveles de irregularidad alarmantes. La mayoría de los tramos se concentran en rangos de rugosidad moderada, lo que indica que la vía es transitable; sin embargo, se detectaron algunas zonas específicas que sí requieren atención y trabajos de mantenimiento puntuales para garantizar un viaje cómodo y seguro para los usuarios. En comparación con otras carreteras mejor conservadas, como la de Cajamarca – Baños del Inca, se evidencia una desventaja en cuanto a calidad superficial. Además, los resultados estadísticos respaldan que existen diferencias

significativas en los datos obtenidos entre el MERLIN y el Walking Profiler, reafirmando la importancia de elegir adecuadamente el equipo según el nivel de análisis que se requiera.

TERCERA. El contraste entre los valores del IRI obtenidos con el Rugosímetro MERLIN y el Walking Profiler deja en evidencia diferencias importantes en la precisión de ambos equipos. Mientras el MERLIN reporta un promedio mayor (2.88 m/km), el Walking Profiler muestra un valor más bajo (2.14 m/km), lo que implica una diferencia promedio de 0.74 m/km. Esta disparidad se acentúa especialmente en tramos más deteriorados, lo que sugiere que el MERLIN tiende a sobreestimar la rugosidad, especialmente en superficies irregulares. La prueba estadística confirma la significancia de estas diferencias, lo cual refuerza la idea de que la elección del equipo debe depender de las condiciones del pavimento y del nivel de precisión requerido. Así, se concluye que, para una gestión vial eficiente, es fundamental comprender las fortalezas y limitaciones de cada tecnología antes de planificar intervenciones en la infraestructura.

CUARTO. Referente al cuarto objetivo la comparación que se realizó con los dos tipos de equipos para encontrar el índice de serviciabilidad de un tramo de la pavimentación de Juliaca – Pucara, se aprecia que el equipo Walking Profiler muestra lecturas con mayor exactitud en comparación con el rugosímetro de Merlín. Lo que muestra que el equipo presenta mayor precisión y sensibilidad al momento de detectar las irregularidades que tiene un pavimento, el equipo Walking



Profilier destaca la importancia de complementar estudio y evaluaciones con mayor detalle y garantizado.



RECOMENDACIONES

- PRIMERA.** Para futuras investigaciones, se recomienda profundizar en el análisis de los tramos con valores de rugosidad elevados detectados por el Rugosímetro MERLIN, incorporando inspecciones visuales y estudios complementarios que permitan validar el deterioro progresivo del pavimento y establecer criterios más precisos para la programación de mantenimiento preventivo.
- SEGUNDA.** Se sugiere realizar estudios comparativos entre carreteras de similares características, como la Juliaca – Pucará y la Cajamarca – Baños del Inca, con el fin de identificar factores que influyen en la calidad superficial y desarrollar estrategias de conservación que mejoren la transitabilidad, tomando como referencia los resultados obtenidos con el Walking Profiler.
- TERCERA.** Para investigaciones futuras, es recomendable evaluar el comportamiento de ambos equipos en distintos tipos de pavimento y condiciones climáticas, con el objetivo de establecer parámetros de calibración que reduzcan la disparidad en los valores de IRI y permitan una interpretación más uniforme de la rugosidad en contextos diversos.
- CUARTO.** Se aconseja incorporar el uso del Walking Profiler en estudios de evaluación funcional del pavimento, especialmente en proyectos que requieran alta precisión, y complementar sus resultados con otras técnicas de diagnóstico para obtener una visión integral del estado de la infraestructura vial.



REFERENCIAS

- Abdulhai, K., Azimi, S., & Naimzad, M. (2024). *Fibers Pavement Concrete Proposed for Salang Road-Afghanistan-A review*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9879212>
- Aldas, M., Acosta, R., Frías, A., & López, B. (2024). *Modelo de mantenimiento de vías, con pavimento flexible de la zona central del Ecuador*. Obtenido de <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/2978/7837>
- Andrés Silva, B., Omar Daza, L., & Lesly, L. (2018). *Gestión de pavimentos basada en sistemas de información geográfica (SIG): A Review/Gestion de pavimentos basado en sistemas de informacion geografica (SIG): una revision/Gestao de pavimentos baseada em Sistemas de Informacao Geografica (SIG): uma revisao*. Obtenido de <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA585800600&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19003102&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7Ef1bd99d4&aty=open-web-entry>
- Cárdenas, C., Carrillo, J., & Izarra, A. (2023). *Herramientas tecnológicas de evaluación de fallas en la superficie de pavimento flexible, una revisión sistemática*. doi:<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i2.121>
- Chea, J., Dan, H., & Ding, Y. (2021). *Nuevas innovaciones en materiales e ingeniería de pavimentos: una revisión de la investigación en ingeniería de pavimentos 2021*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209575642100101X>



- Herrera, D. (2021). *Verificación mediante el método racional de las alternativas estructurales de pavimentos flexibles para vías con bajos volúmenes de tránsito del INVIAS*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e3f62b8-d0f2-4f3e-8faf-5c5a33019b45/content>
- Holgado, M. (2022). *Influencia de las fallas superficiales del pavimento flexible en la transitabilidad del tramo vía nacional San Salvador - Pisac, provincia de Calca, departamento del Cusco - 2021*. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/12397/2/IV_FIN_105_TE_Holgado_Palma_2022.pdf
- Mamani, R. (2021). Evaluación del pavimento rígido y la eficiencia del flujo vehicular, en la avenida sesquicentenario de la ciudad de Puno - 2021. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/71567>
- Martínez, M., & Pérez, I. (2021). *Guía de diseño de pavimentos mecanicista-empírico: características y elementos distintivos*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2015000100004&script=sci_arttext&lng=pt
- Ramos, S., & Reyna, J. (2022). Diseño del pavimento flexible empleando el método AASHTO 93 en la Avenida 4 del Centro Poblado Alto Trujillo, 2022. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110045>
- Rodríguez, M., Marín, C., & Restrepo, L. (2022). *Modelo probabilístico para la predicción del índice de rugosidad internacional basado en Monte Carlo*.



Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732022000200117&script=sci_arttext&tlng=en

Vásquez, L., & García, F. (2021). *Una descripción general del diseño de pavimentos asfálticos para calles y carreteras*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-62302021000100010&script=sci_arttext&tlng=en

Babativa, N. C. A. (2017). Investigación cuantitativa. In *Investigación cuantitativa* (Vol. 1). <https://core.ac.uk/download/pdf/326424046.pdf>

Camacho, P. 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*.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UANT_5c0bbba378b0c24e1d595221a46c9eeb

Campos, F. Y. (2021). Técnicas de investigación. *Revista Académica Institucional*, 4, 1–8.
<https://rai.usam.ac.cr/index.php/raiusam/article/view/40/40>

Castro, de R. A. (2016). Recolección de datos: Fichas. *Unidad Didáctica Investigación*, 3, 1–12.
<https://melpe025.files.wordpress.com/2015/03/lasfichas-amycastro14215.pdf>

Chaluisa, C. E. J., & Estévez, C. D. A. (2023). *Diseño, elaboración e implementación de un “rugosímetro merlín” en el Laboratorio de Pavimentos de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito, Campus Sur*. 1–23.



<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25106>

Chambilla, V. E. D., & Ramos, D. Y. M. (2021). Evaluación de Pavimento Flexible mediante método de Rugosidad de Merlin y el aplicativo IRI-CALC-FREE en la Avenida Simón Bolívar, Puno. In *Universidad Andina del Cusco*.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75230>

Chevarría, J. (2019). *Correlación entre el índice de regularidad internacional y el índice del inventario de condición del ministerio de transportes y comunicaciones*. 109.
https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5342/chevarria_bjle.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cisneros-Cacedo, A. J., Guevara-García, A. F., Urdánigo-Cedeño, J. J., & Garcés-Bravo, J. E. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia. *Dominio de Las Ciencias*, 8(1), 1165–1185.
<https://doi.org/10.23857/dc.v8i1.2546>

Cruz, P. J. R. (2021). *Modelo del índice de serviciabilidad (PSI) para la evaluación de pavimentos flexibles en una vía de primer orden*. 6.
<https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19101>

Espinoza-Pajuelo, L. Á., & Ochoa-Pachas, J. M. (2021). El nivel de investigación relacional en las ciencias sociales. *Acta Jurídica Peruana*, 2(3), 93–111.
<http://201.234.119.250/index.php/AJP/article/view/257>

Freire, C. B. A. (2024). Análisis comparativo del método de PCI e IRI en la calificación de la condición actual del pavimento flexible en un tramo de la Av. Llíra Ñan y OE2 en la Ciudad de Quito. *Tesis*, 1–57.



<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27921>

Guevara, A. G. P., Verdesoto, A. A. E., & Castro, M. N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 3, 163–173.

[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Ed.). Editorial McGraw Hill.

Huamán, B. D. F. (2022). *Índice de regularidad internacional de un pavimento hidráulico aplicando el equipo merlín y el perfilómetro láser para encontrar su coeficiente de correlación* (Vol. 16, Issue 1).

<https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/cfaf77aa-0ea7-4a88-935a-6b39eba6a7b3>

Hudson, W. R., & Haas, R. (2009). *Pavement Management Systems*. McGraw-Hill.

Ibáñez, J. J. (2019). Hipótesis Nula e Hipótesis Alternativa en Ecología y Edafología. *Madrid Blogs*, 1–15.

<https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2019/06/19/149708>

Lozada, J. (2016). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *Cienciaamérica*, 1(3), 34–39.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749#:~:text=La investigaci3n aplicada busca la,la teor3a y el producto.>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). *“Manual De Carreteras”: Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], M. (2013). *Manual De*



Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos.

http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, M. (2010). *Norma CE.010*

- *Pavimentos Urbanos*. <https://es.slideshare.net/AdrianCiezaArias/ce010-p-urbanos>

Mucha-Hospinal, L. F., Chamorro-Mejía, R., Oseda-Lazo, M. E., & Alania-

Contreras, R. D. (2021). Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado.

Journal of Social Sciences and Humanities, 12(1), 50–57.

<https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>

Ñaupas, P. H., Valdivia, D. M. R., Palacios, V. J. J., & Romero, D. H. E. (2018).

Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Quinta Ed., Vol. 53,

Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Ortega, C. (2023). *Tipos de observación: Características y ventajas*.

<https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-observacion/>

Prieto, C. B. J. (2017). El uso de los métodos deductivo e inductivo para

aumentar la eficiencia del procesamiento de adquisición de evidencias digitales. *Cuadernos de Contabilidad*, 18(46).

<https://doi.org/10.11144/javeriana.cc18-46.umdi>

Reyes, P. B. (2020). *Determinación del Índice de Rugosidad Internacional en la*

Av. La Prensa, Usando Aparatos Inteligentes y el Rogosímetro de Merlin. 90.

Sachún, J. (2019). Estudio del índice de rugosidad internacional de la



panamericana norte - zona trujillo. Para su mantenimiento. *Universidad*

Privada Antenor Orrego, 239.

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2548>
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2548>

Tingal, H. (2021). Análisis del índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – baños del inca, utilizando el rugosímetro de Merlín. *Universidad Nacional De Cajamarca*, 174. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/493>

Villasís-Keever, M. Á., Márquez-González, H., Zurita-Cruz, J. N., Miranda-Novales, G., & Escamilla-Núñez, A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. *Revista Alergia Mexico*, 65(4), 414–421. <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>



ANEXOS



Anexo 01. Matriz de consistencia

PREGUNTAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
PREGUNTA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DE ESTUDIO 1: ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD		
¿Cuál son las diferencias que existen en los resultados del índice de serviciabilidad obtenidos con los dos métodos de medición el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará?	Comparar el índice de serviciabilidad del pavimento utilizando el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.	Las diferencias son significativas en el índice de serviciabilidad obtenidos con los dos métodos de medición el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler en la carretera Juliaca-Pucará.			
PREGUNTAS ESPECÍFICAS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS			
PE5.¿Cuál es el índice de serviciabilidad del pavimento medido con el rugosímetro Merlin en la carretera Juliaca-Pucará?	O1. Evaluar el estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el rugosímetro convencional de Merlin en la carretera Juliaca-Pucará.	H1. El índice de serviciabilidad por el método de rugosímetro Merlin del pavimento es pésimo en la carretera Juliaca-Pucará.			
PE6.¿Cuál es el índice de serviciabilidad del pavimento medido con el Walking Profiler en la carretera Juliaca - Pucará?	O2. Evaluar el estado actual de la superficie del pavimento Juliaca - Pucará mediante el Walking Profiler en la carretera Juliaca - Pucará.	H2. El índice de serviciabilidad por el método Walking Profiler del pavimento es pésimo en la carretera Juliaca-Pucará.			
PE7.¿Cuál es la diferencias o similitudes de datos que se observan entre los resultados obtenidos por el rugosímetro Merlin y el Walking Profiler?	O3. Comparar los resultados obtenidos por ambos métodos de medición de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará.	H3. Los datos no varían significativamente por los métodos de medición de la superficie del pavimento de la carretera Juliaca - Pucará.			
PE8.¿Cuánto es el índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de Merlin y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca - Pucara, 2024?	O4. Determinar el índice de serviciabilidad de pavimento con rugosímetro de Merlin y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca - Pucara, 2024.	H4. El índice de serviciabilidad del pavimento no varía significativamente con rugosímetro de Merlin y Walking PROFILER, en la carretera Juliaca - Pucara, 2024.			

Dimensiones	Indicadores	Ítem / Índices
IRI con rugosímetro de Merlin	< 1.0 muy buena 1.0 a 1.9 superficie buena 1.9 a 3.6 superficie regular 3.6 a 6.4 superficie deficiente > 6.4 superficie muy deficiente	Escala Razón
IRI con Walking Profiler	< 1.0 muy buena 1.0 a 1.9 superficie buena 1.9 a 3.6 superficie regular 3.6 a 6.4 superficie deficiente > 6.4 superficie muy deficiente	
Índice de serviciabilidad	5 = muy buena 4 = muy buena 3 = buena 2 = regular 1 = mala 0 = pésima	



METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADÍSTICA
ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN Cuantitativo DISEÑO DE INVESTIGACIÓN No experimental MÉTODO DE INVESTIGACIÓN deductivo NIVEL DE INVESTIGACIÓN Descriptivo TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada	Universo 63.9 km de la carretera Juliaca a Pucara Población 63.9 km de la carretera Juliaca a Pucara Muestra La muestra para la indagación está compuesta por los 2.0 km de la carretera Juliaca a Pucara, pavimento de tipo flexible.	TÉCNICAS Una técnica de investigación es un conjunto de procedimientos o métodos específicos que se utilizan para recolectar, analizar y procesar datos en el marco de un estudio o investigación. Técnica de investigación según método: • OBSERVACION DIRECTA INSTRUMENTOS Un instrumento de investigación es una herramienta o dispositivo específico que se utiliza para recolectar datos durante el proceso de investigación. Estos instrumentos permiten al investigador obtener información estructurada y medible, de acuerdo con los objetivos del estudio. Instrumento de investigación según técnica: • FICHAS DE OBSERVACIÓN	La contratación de hipótesis se realiza mediante el planteamiento de la hipótesis emitida y la hipótesis nula. H1: Hipótesis emitida y H0: Hipótesis nula La hipótesis emitida se suele designar por H1 y la hipótesis nula se suele designa por H0 y se llama Hipótesis nula porque parte del supuesto que la diferencias entre el valor verdadero del parámetro y su valor hipotético es debida al azar, es decir no hay diferencia.



Anexo 02. Matriz instrumental

Variable	Dimensiones		Indicadores	Items	Escala
Índice de serviciabilidad	IRI con rugosímetro de Merlín		< 1.0 muy buena	m/km	Escala Razón
			1.0 a 1.9 superficie buena		
			1.9 a 3.6 superficie regular		
			3.6 a 6.4 superficie deficiente		
			> 6.4 superficie muy deficiente		
	IRI con Walking Profiler		< 1.0 muy buena	m/km	
			1.0 a 1.9 superficie buena		
			1.9 a 3.6 superficie regular		
			3.6 a 6.4 superficie deficiente		
			> 6.4 superficie muy deficiente		
	Índice de serviciabilidad		5 = muy buena	PSI	
			4 = muy buena		
			3 = buena		
			2 = regular		
			1 = mala		
			0 = pésima		



Anexo 03. Instrumento(s) de la investigación



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÉSAR VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PÚBICAS
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: ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA-PUCARA, 2024

SOLICITANTE: Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

TRAMO: DISTRITO DE JULIACA - PUCARA

COORDENADAS: UTM 373853.654 E - 8301945.839 N

CARRIL: IZQUIERDO PROGRESIVA: 1+247 AL 1+447 km

FECHA: 17 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 1 **HORA** 08:10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	33	36	38	35	33	33	32	29	25	33
2	32	31	37	39	35	34	32	36	34	31
3	34	32	33	36	31	32	30	33	31	29
4	33	34	32	37	36	37	32	35	30	33
5	33	37	34	37	33	32	33	30	40	35
6	33	32	33	35	33	27	34	31	34	31
7	36	35	33	32	33	35	35	35	30	31
8	34	32	33	33	30	35	31	29	34	32
9	34	32	30	35	31	30	29	32	33	30
10	35	32	34	33	32	32	34	36	35	31
11	34	30	35	33	30	31	30	27	30	29
12	36	28	34	31	29	27	32	37	32	34
13	33	34	32	37	36	37	32	35	30	33
14	33	37	34	37	33	32	33	27	28	35
15	33	32	33	28	33	28	34	31	34	31
16	34	35	33	32	33	35	35	35	30	31
17	33	32	33	33	30	35	31	29	34	32
18	33	32	28	35	31	30	29	33	33	30
19	33	32	34	33	32	32	28	36	35	31
20	31	30	35	33	30	31	30	34	30	29

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO ☐

BASE GRANULAR ☐

BASE IMPRIMIDA ☐

TRAT. BICAPA ☐

CARPETA EN FRIO ☐

CARP. EN CALIENTE ☒

RECAPEO ASFALTICO ☐

SELLO ☐

OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.40

CENTRO: 8.00

D: 8.40 und

D: 42.00 mm

F: 1.00

CALCULO IRI

IRI = $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 2.57 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

$PSI = 5 / [e^{(IRI/5.3)}]$

PSI = 3.13



B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



NORMA AASHTO PP 37-04

FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 1

HORA 08:10

CENTRO: 8



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

B. N° 008-0030808A

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANTONIO "NESTOR CACHES 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

TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE
MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE: BACH. REYMER MAGNO MAMANI ARDAS
TRAMO: DISTRITO DE PUCARA - JULIACA
COORDENADAS: UTM 173851.654 E - 8301945.839 N
CARRIL: IZQUIERDO PROGRESIVA 1+447 AL 1+647 km
FECHA: 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 2

HORA 09:00

	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	38	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	38
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	35	36	38	34	43	36	36	36
12	37	35	37	30	37	34	38	36	43	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	35	30	37	36	37	39	39

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO ☐

BASE GRANULAR ☐

BASE IMPRIMIDA ☐

TRAT. BICAPA ☐

CARPETA EN FRIO ☐

CARP. EN CALIENTE ☒

RECAPED ASFALTICO ☐

SELLO ☐

OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA 0.86
COLA DERECHA 0.63
CENTRO 8.00
D. 9.48 und.
D. 47.41 mm
F 1.00

CALCULO IRI

IRI $0.593 + 0.0471 \times D$
IRI = 2.82 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

$PSI = 5 / [e^{IRI/5.5}]$
PSI = 2.99



B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍA 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 ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILE, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024

SOLICITANTE Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

TRAMO DISTRITO DE PUCARA - JULIACA

COORDENADAS UTM 373853.654 E - 8301945.839 N

CARRIL IZQUIERDO

FECHA 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 2

HORA 09:00

COLA IZQUIERDA 0.86

COLA DERECHA 0.63

CENTRO 8

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA

Lectura (I)	Frecuencia (f)
24	2
25	7
26	7
27	7
28	12
29	17
30	17
31	29
32	34
33	32
34	21
35	8
36	3
37	4
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0

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

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
CIPI 1000047

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MIRELIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : BACH. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS : UTM 373853.654 E - 8301945.839 N
CARRIL : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 3

HORA 10:00

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

TIPO DE PAVIMENTO:

- AFIRMADO ☐
BASE GRANULAR ☐
BASE IMPRIMIDA ☐
TRAT. SICAPA ☐
CARPETA EN FRIO ☐
CARP. EN CALIENTE ☒
RECAPEO ASFALTICO ☐
SELLO ☐
OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.83

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 9.00

D: 0.83 und.

D: 49.15 mm

F: 1.00

CALCULO IRI

IRI $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 2.91 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 2.95



B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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

ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE

MEJUN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024

SOLICITANTE

Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

TRAMO

DISTRITO DE JULIACA - PUCARA

COORDENADAS

UTM 371853.654 E - 8301945.839 N

CARRIL

IZQUIERDO

FECHA

17 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

3

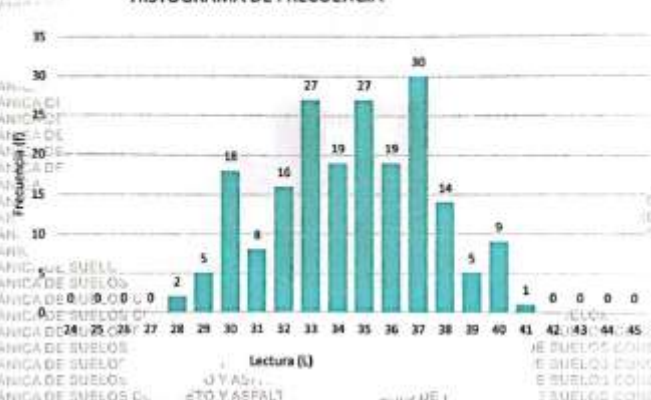
HORA 10:00

COLA IZQUIERDA: 0.83

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 9

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA



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

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

B. N° 006-00308088



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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA-PUCARA, 2024
SOLICITANTE : BACH. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS : UTM 373853.654 E - 8301945.839 N
CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA: 1+847 AL 2+047 km
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024
(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 4

HORA 10:50

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

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT. BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE ☒

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OTROS

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.56

CENTRO: 9.00

D: 9.56 und.

D: 47.78 mm

F: 1.00

CALCULO IRI

IRI $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 2.84 m/km

CALCULO PSI

SEGUN D. DUJESIN Y A. ARROYO (1995)

$PSI = 5 / (e^{IRI/5.5})$

PSI = 2.98



B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : Blach, REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS : UTM 373853.654 E - 8301945.839 N
CARRIL : IZQUIERDO
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 4

HORA 10:50

COLA IZQUIERDA 0.00

COLA DERECHA: 0.56

CENTRO: 9



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



UANCV / FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
MAG. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
CIP 100027

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOSENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD
INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE
MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024

SOLICITANTE : BACA, REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA

COORDENADAS : UTM 373853.654 E + 8301945.839 N

CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA : 2+047 AL 2+247 km

FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 5

HORA 11:50

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

TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT. BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLO

OTROS

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA:

COLA DERECHA:

CENTRO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

D: SUELO:

CALCULO IRI

 $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 2.42 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1996)

 $PSI = 5 - \{e^{IRI/5.5}\}$

PSI = 3.22

UANCV - PUCP
CAP INGENIERÍA CIVIL
Ing. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
CIP 46667

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CACERES VELASQUEZ"
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

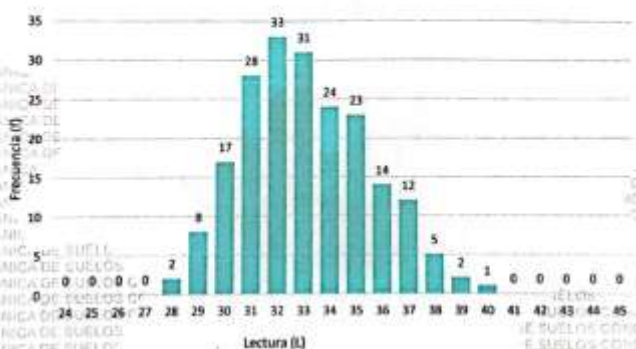
TESIS: ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024.
SOLICITANTE: Bch. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO: DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS: UTM 373853.654 E - 8301945.839 N
CARRIL: IZQUIERDO
FECHA: 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°: 5
COLA IZQUIERDA: 0.00
COLA DERECHA: 0.83
CENTRO: 7

HORA 11:50

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA



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

UANCV FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
MAGNO MAMANI ARIAS
CIP 11517

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PÚCARA, 2024
SOLICITANTE : Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PÚCARA
COORDENADAS : UTM 373634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA: 2+247 AL 2+447
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024
(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 6

HORA 13:00

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

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO ☐

BASE GRANULAR ☐

BASE IMPRIMIDA ☐

TRAT. BICAPA ☐

CARPETA EN FRIO ☐

CARP. EN CALIENTE ☒

RECAPED ASFALTICO ☐

SELLO ☐

OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.43

CENTRO: 11.00

D: SUELOS 11.43 und

D: SUELOS 57.15 mm

F: SUELOS 1.00

CALCULO IRI

IRI 0.593 + 0.0471 x D

IRI = 3.28 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 2.75



UANCV - FCP
CAP DE INGENIERIA CIVIL
REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
CIP. 16627

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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

ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MENJIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA-PUCARA, 2024

SOLICITANTE

Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

TRAMO

DISTRITO DE JULIACA - PUCARA

COORDENADAS

UTM 373634.602 E - 8302313.795 N

CARRIL

IZQUIERDO

FECHA

12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°: 006

HORA 13:00

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.43

CENTRO: 11

HISTOGRAMA DE FRECUENCIA



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



UNP/ICP
CAR. INGENIERIA CIVIL
N° 100-127

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : BACH. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE PUCARA - JULIACA
COORDENADAS : UTM 373634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA: 2+447 AL 2+647 km
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 7

HORA 14:00

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

TIPO DE PAVIMENTO

- AFIRMADO** ☐
BASE GRANULAR ☐
BASE IMPRIMIDA ☐
TRAT. BICAPA ☐
CARPETA EN FRIO ☐
CARP. EN CALIENTE ☒
RECAPEO ASFALTICO ☐
SELLO ☐
OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00
COLA DERECHA: 0.00
CENTRO: 13.00
D: 13.00 und.
D: 65.00 mm
F: 1.00

CALCULO IRI

IRI $0.593 + 0.0471 \times D$
IRI = 3.65 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)
 $PSI = 5/[e^{IRI/5.5}]$
PSI = 2.57



UANCV
CAP. INGENIERIA CIVIL
AP. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
DIP 100-27

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE PUCARA - JULIACA
COORDENADAS : UTM 373634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° **7**

HORA 14:00

COLA IZQUIERDA 0.00

COLA DERECHA 0.00

CENTRO: 13



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

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Ing. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
CIP 100.27

B. N° 006-00306066

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "HÉCTOR CÁDIZ 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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : BACH. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
SECTOR : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
TRAMO : UTM 873634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA: 2+647 AL 2+647 km
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024
(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 8

HORA 14:50

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

TIPO DE PAVIMENTO:

AFIRMADO ☐

BASE GRANULAR ☐

BASE IMPRIMIDA ☐

TRAT. BICAPA ☐

CARPETA EN FRIO ☐

CARP. EN CALIENTE ☒

RECAPEO ASFALTICO ☐

SELLO ☐

OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.93

COLA DERECHA: 0.60

CENTRO: 7.00

D: 8.53 und

D: 42.65 mm

F: 1.00

CALCULO IRI

$0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 2.60 m/km

CALCULO PSI

SEGUN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 3.12



UANCV, RCP
CAP INGENIERIA CIVIL
Ing. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
CAP 100-27

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



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

ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILE, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024

SOLICITANTE

Bach. RYMER MAGNO MAMANI ARIAS

SECTOR

DISTRITO DE JULIACA - PUCARA

TRAMO

UTM 373634.602 E - 8302313.795 N

CARRIL

IZQUIERDO

FECHA

12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 8

HORA 14:50

COLA IZQUIERDA 0.93

COLA DERECHA 0.60

CENTRO 7



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



MANCAY - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
CIP 100-57

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD NACIONAL "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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS : UTM 373634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA 2+847 AL 3+047 km
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 9

HORA 15:30

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

TIPO DE PAVIMENTO

- AFIRMADO ☐
- BASE GRANULAR ☐
- BASE IMPRIMIDA ☐
- TRAT. BICAPA ☐
- CARPETA EN FRO ☐
- CARP. EN CALIENTE ☒
- RECAPEO ASFALTICO ☐
- SELLLO ☐
- OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.86

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 9.00

D: 9.06 und.

D: 49.30 mm

F: 1.00

CALCULO IRI

0.593 + 0.0471 x D

IRI = 2.92 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

$PSI = 5 / [e^{IRI/5.5}]$

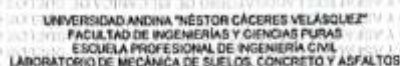
PSI = 2.94



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
Cajamarca, 12 de Noviembre del 2024

B. N° 006-00306088

Escaneado con CamScanner



NORMA AASHTO PP 37-04

TESUS

ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILES, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA 2024

SOLICITANTE

Dach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

TRAMP

DISTRITO DE JULIACA - PUCARA

COORDENADAS

-UTM 323634 602 E - 8303333 295 N

COORDENADOR
CARRU

• 0164 37363
• 02044 8800

БЕЧНА

12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

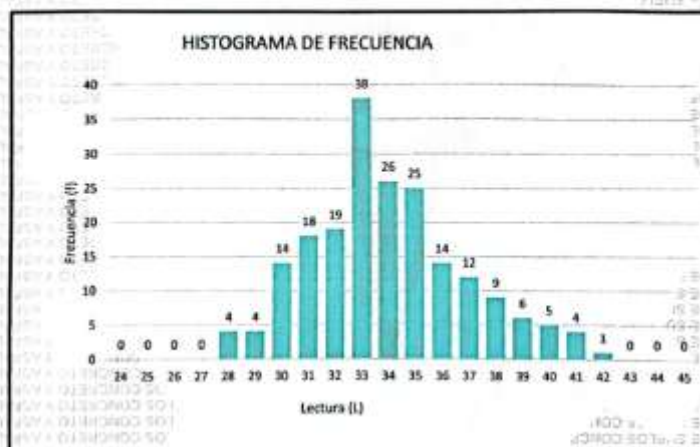
9

HORA 15:30

COLA IZQUIERDA 0.85

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 9



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

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR 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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TRAMO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS : UTM 373634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO PROGRESIVA: 3+047 AL 5+247 km
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° 10

HORA 16:20

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

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO ☐

BASE GRANULAR ☐

BASE IMPRIMIDA ☐

TRAT. BICAPA ☐

CARPETA EN FRIO ☐

CARP. EN CALIENTE ☒

RECAPEO ASFALTICO ☐

SELLO ☐

OTROS ☐

CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.57
COLA DERECHA: 0.83
CENTRO: 8.00
D: 9.40 und.
D: 47.00 mm
F: 1.00

CALCULO IRI

$0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 2.81 m/km

CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

$PSI = 5 / [e^{IRI/5.5}]$

PSI = 3.00



UANCV - FICP
CARINEROS
CIP 100-27

B. N° 006-00308088

Escaneado con CamScanner



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 : ESTUDIO COMPARATIVO DEL INDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSIMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024
SOLICITANTE : Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS
TITULO : DISTRITO DE JULIACA - PUCARA
COORDENADAS : UTM 873634.602 E - 8302313.795 N
CARRIL : IZQUIERDO
FECHA : 12 DE NOVIEMBRE DEL 2024

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

HORA 16:20

COLA IZQUIERDA: 0.57
COLA DERECHA: 0.83
CENTRO: 8



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

UANCV - PUC
CAP INGENIERIA CIVIL
CIP 1405-57

B. N° 006-00308088

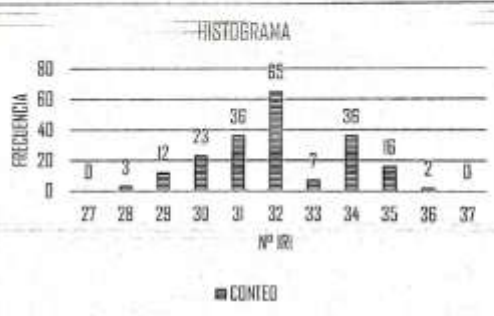
Escaneado con CamScanner



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
MÉTODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUBOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Vía (m):	200.00
Lugar:	Vía Juliaca - Puno	Ancho de Vía (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m ²):	1050.00
Tramo:	1+447 AL 1+647		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	3
4	0	29	12
5	0	30	23
6	0	31	36
7	0	32	65
8	0	33	7
9	0	34	36
10	0	35	16
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



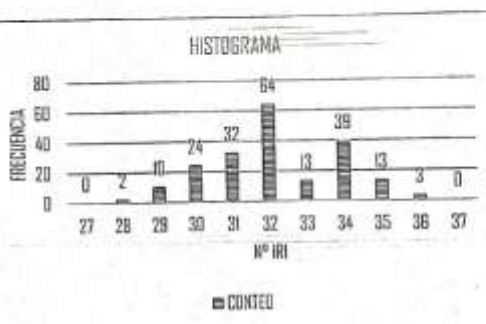
Frank Soder Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Via (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Via (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m ²):	1050.00
Tramo:	I+647 AL I+847		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	10
5	0	30	24
6	0	31	32
7	0	32	64
8	0	33	13
9	0	34	39
10	0	35	13
11	0	36	3
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



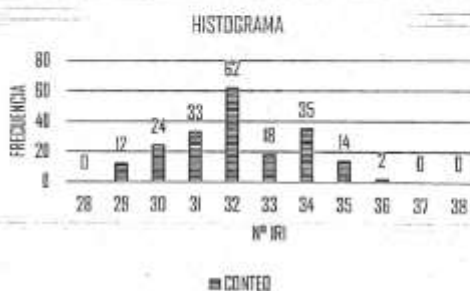
[Firma]
Frank Soder Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633

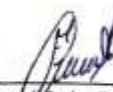


LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Vía (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Vía (m):	5.25
Carri:	Derecha	Área Tramo (m2):	1050.00
Tramo:	1+847 AL 2+047		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	0
4	0	29	12
5	0	30	24
6	0	31	33
7	0	32	62
8	0	33	18
9	0	34	35
10	0	35	14
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



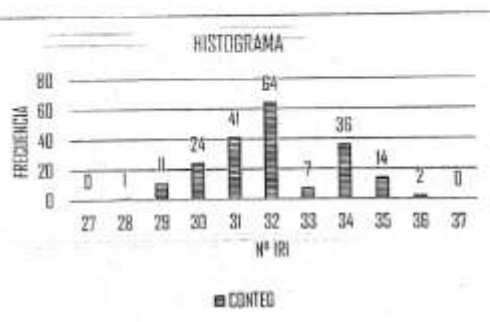

Francis Sader Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Vía (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Vía (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m ²):	1050.00
Tramo:	2+047 AL 2+247		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	1
4	0	29	11
5	0	30	24
6	0	31	41
7	0	32	64
8	0	33	7
9	0	34	36
10	0	35	14
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



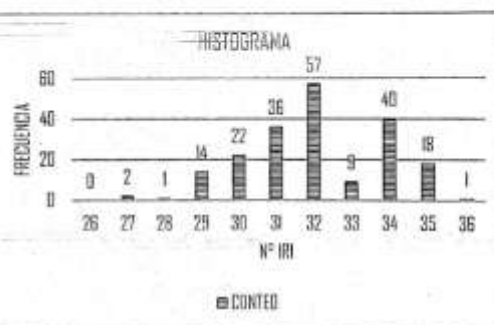

Franky Soder Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
MÉTODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Vía (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Vía (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m2):	1050.00
Tramo:	2+247 AL 2+447		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

N° IRI	CONTEO	N° IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	2
3	0	28	1
4	0	29	14
5	0	30	22
6	0	31	36
7	0	32	57
8	0	33	9
9	0	34	40
10	0	35	18
11	0	36	1
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



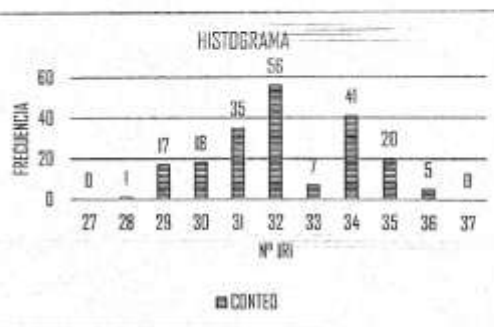
Francisco Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bech. REYNER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Via (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Via (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m2):	1050.00
Tramo:	2+447 AL 2+647		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	1
4	0	29	17
5	0	30	18
6	0	31	35
7	0	32	56
8	0	33	7
9	0	34	41
10	0	35	20
11	0	36	5
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



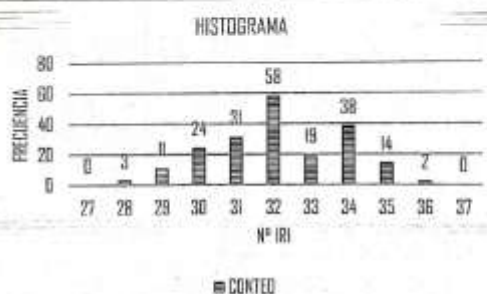
Francisco Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUCOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Via (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Via (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m2):	1050.00
Tramo:	2+647 AL 2+847		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	3
4	0	29	11
5	0	30	24
6	0	31	31
7	0	32	58
8	0	33	19
9	0	34	38
10	0	35	14
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



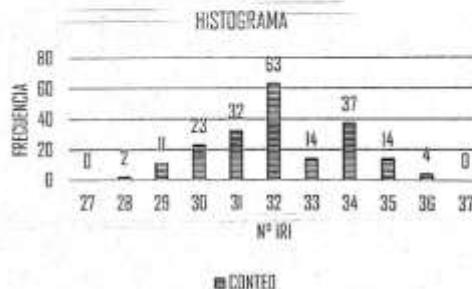
Francisco Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Vía (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Vía (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m ²):	1050.00
Tramo:	2+847 AL 3+047		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	11
5	0	30	23
6	0	31	32
7	0	32	63
8	0	33	14
9	0	34	37
10	0	35	14
11	0	36	4
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



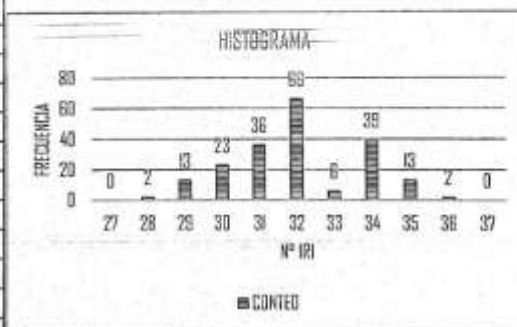

Frank Soder Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Vía (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Vía (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m2):	1050.00
Tramo:	3+047 AL 3+247		
Fecha:	martes, 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	2
4	0	29	13
5	0	30	23
6	0	31	36
7	0	32	66
8	0	33	6
9	0	34	39
10	0	35	13
11	0	36	2
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



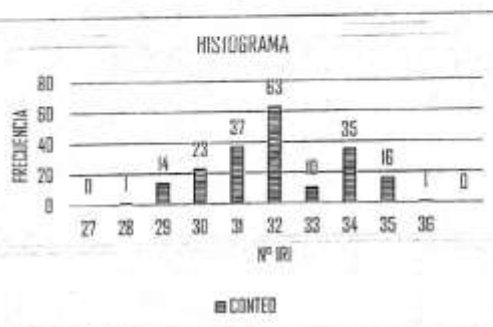
Francisco Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280633



LABORATORIO DE FERROBRAS S.A.C.
LABORATORIO DE ESTUDIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
METODO DE EVALUACIÓN PAVIMENTO CON "Walking Profiler"

Proyecto:	ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTO CON RUGOSÍMETRO DE MERLIN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024		
Solicitante:	Bach. REYMER MAGNO MAMANI ARIAS	Longitud de Via (m):	200.00
Lugar:	Via Juliaca - Puno	Ancho de Via (m):	5.25
Carril:	Derecho	Área Tramo (m2):	1050.00
Tramo:	I-247 AL I-447		
Fecha:	martes 12 de noviembre de 2024		

Nº IRI	CONTEO	Nº IRI	CONTEO
1	0	26	0
2	0	27	0
3	0	28	1
4	0	29	14
5	0	30	23
6	0	31	37
7	0	32	63
8	0	33	10
9	0	34	35
10	0	35	16
11	0	36	1
12	0	37	0
13	0	38	0
14	0	39	0
15	0	40	0
16	0	41	0
17	0	42	0
18	0	43	0
19	0	44	0
20	0	45	0
21	0	46	0
22	0	47	0
23	0	48	0
24	0	49	0
25	0	50	0



Franck Sader Quispe Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP N° 280533



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30-09-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: REYMER MAGNO MAMANI ARIAS

Dirección: Jr. Andamarca s-13 URB. Villa Fatima

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 73111858

Teléfono: 924939454 email: magno.ing.01@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. SEGUNDO ORTIZ CANSAYA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐

Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐

Trabajo Académico ☐

Título: ESTUDIO COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO

CON RUGOSÍMETRO DE MERLÍN Y WALKING PROFILER, EN LA CARRETERA JULIACA PUCARA, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): (IRI), Rugosímetro MERLÍN, Walking Profiler, Pavimento flexible y Mantenimiento vial.

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

2

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 ☐ Titulo ☐ 2da Especialidad ☒ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50

Firma de Autor



huella digital

30 de setiembre del 2025

Fecha