



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



**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO  
VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA –  
LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY  
DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME**

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

JULIACA – PERÚ

2024



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO  
VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA –  
LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY  
DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

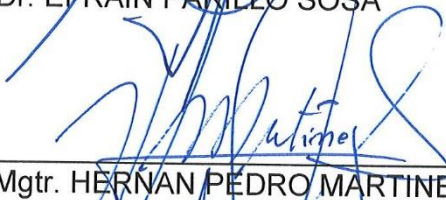
**PRESIDENTE**

:   
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

**PRIMER MIEMBRO**

:   
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

**SEGUNDO MIEMBRO**

:   
Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ASESOR DE TESIS**

:   
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17**



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1771-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 13 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024- 18756 presentado por el (la) Bachiller: **EDY RYDER ITUSACA LAYME** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **EDY RYDER ITUSACA LAYME**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

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

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

**RESUELVE:**

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

- \* **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- \* **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- \* **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.**

**ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **EDY RYDER ITUSACA LAYME**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : Jueves 19 de diciembre del 2024
- \* **HORA** : 12:00 horas
- \* **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



*[Signature]*  
DR. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



*[Signature]*  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR DE  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (e)



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1477-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de noviembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU - 15680 por el señor (a): **EDY RYDER ITUSACA LAYME** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1287- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 248- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDY RYDER ITUSACA LAYME**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 248- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **EDY RYDER ITUSACA LAYME**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
.....  
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS  
.....  
Dr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.  
Archivo  
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 924-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-9596, presentado el señor (a) EDY RYDER ITUSACA LAYME solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 750-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 250 -2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): EDY RYDER ITUSACA LAYME ha presentado su propuesta de investigación Titulado: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Dr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 250 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): EDY RYDER ITUSACA LAYME, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA DECANO CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN "OFICINA DE INVESTIGACIÓN" JULIACA DIRECTOR Dr. Efraim Martín Sosa DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo 2024 Interesado (a)



# 14% Similitud general

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

## Filtrado desde el informe

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

## Fuentes principales

- 12% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 11% 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



<b>Título de la tesis</b>	
<b>EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA – LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y apellidos	EDY RYDER ITUSACA LAYME
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70143936
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0001-9853-6166">https://orcid.org/0009-0001-9853-6166</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	FRANZ JOEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-8509-7224">https://orcid.org/0000-0001-8509-7224</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01316765



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú            Departamento: Puno            Provincia: San Román            Distrito: Juliaca            Latitud: S 15° 25' 56"            Longitud: O 70° 12' 12"</p>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1E7BOR932W6r-1cDqKrX62Uo5l6sw7h4&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1E7BOR932W6r-1cDqKrX62Uo5l6sw7h4&amp;usp=sharing</a></p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2024 - diciembre 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería civil</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

**DIRECTOR**

*Dr. Fritz Willy Mamani Apaza*

**DIRECTOR**  
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo EDY RYDER ITUSACA LAYME, identificado con DNI  
Nro. 70143936, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL  
AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA – LAMPA AL CENTRO POBLADO  
COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Asesorado por: Mgr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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 27 de NOVIEMBRE del 20 25

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



## DEDICATORIA

A Dios, por ser la fuente inagotable de fuerza y sabiduría, quien en los momentos más difíciles iluminó mi camino y me sostuvo con esperanza. A mis padres por su amor incondicional, sacrificio y ejemplo de esfuerzo constante que me enseñó el verdadero valor de la perseverancia y el trabajo honesto. A mi hermano, por su apoyo emocional y palabras de aliento que fueron fundamentales durante el desarrollo de este proyecto. A mi abuelo Domingo que cuida siempre de mí desde donde esté.



## AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad y a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil por brindarme las herramientas académicas necesarias para afrontar este desafío profesional, De igual manera a mi asesor de tesis, por su guía experta, orientación técnica y valiosos comentarios que enriquecieron esta investigación. Finalmente, agradezco a todos quienes, de una u otra forma, contribuyeron con su tiempo, conocimientos y ánimo para que este trabajo pueda culminarse de manera satisfactoria.



## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
RESUMEN .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática .....	16
1.2 Planteamiento del problema .....	17
1.2.1 Problema general.....	17
1.2.2 Problemas específicos .....	17
1.3 Justificación de la investigación.....	18
1.3.1 Justificación practica .....	18
1.3.2 Justificación técnica .....	18
1.3.3 Justificación social .....	19
1.3.4 Justificación metodológica .....	19
1.4 Objetivos.....	19



1.4.1	Objetivo general .....	19
1.4.2	Objetivos específicos .....	20
1.5	Hipótesis .....	20
1.5.1	Hipótesis general .....	20
1.5.2	Hipótesis específicas.....	20
1.6	Variables e indicadores .....	21
1.7	Operación de variables .....	21

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes de la investigación .....	22
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	22
2.1.2	Antecedentes nacionales .....	24
2.1.3	Antecedentes locales .....	26
2.2	Marco teórico .....	28
2.2.1.	Clasificación de Carreteras por Demanda .....	28
2.2.1.1.	Autopistas de Primera Clase. ....	28
2.2.1.2.	Autopistas de Segunda Clase. ....	28
2.2.1.3.	Carreteras de Primera Clase.....	29
2.2.1.4.	Carreteras de Segunda Clase .....	29
2.2.1.5.	Carreteras de Tercera Clase .....	29
2.2.1.6.	Trochas Carrozables .....	30



2.2.1.7. Camino Vecinal .....	30
2.2.2. Sistema Vial del Perú .....	31
2.2.3. Carreteras no Pavimentadas.....	32
2.2.3.1. Elementos de las vías no pavimentadas .....	33
2.2.3.2. Clasificación de vías no pavimentadas.....	34
2.2.3.3. Ciclo de vida de las vías no pavimentadas.....	34
2.2.3.4. Ciclo de Vida Deseable .....	36
2.2.3.5. Tipos de Deterioros y/o fallas en carreteras no pavimentadas ..	37
2.2.3.6. Calificación de la condición del camino vecinal.....	41
2.2.4. Rugosidad .....	45
2.2.4.1. Índice de Rugosidad Internacional (IRI) .....	45
2.2.4.2. Modelo de Cuarto de Carro.....	46
2.2.4.3. Valores del IRI.....	47
2.2.4.4. Escala de valores del IRI en el Perú .....	50
2.2.5. Clasificación de equipos para la medición del IRI .....	50
2.2.5.1. Normativas internacionales para la medición del IRI.....	52
2.2.6. Instrumento para la investigación.....	53
2.2.6.1. El rugosímetro de MERLIN.....	53
2.2.6.2. Partes del rugosímetro de MERLIN.....	54
2.2.6.3. Metodología utilizada para determinar la Rugosidad .....	56
2.2.6.4. Método de Medición .....	58



2.2.6.5. Correlación D vs IRI .....	60
2.2.6.6. Cálculo de la Rugosidad.....	60
2.2.7. La serviciabilidad.....	62
2.2.7.1. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) .....	64
2.2.7.2. Correlación PSI - IRI.....	65
2.3. Marco conceptual .....	65

### CAPITULO III

#### METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación .....	68
3.2. Tipo de investigación .....	68
3.3. Nivel de investigación .....	68
3.4. Diseño de la investigación .....	69
3.5. Población y muestra .....	69
3.5.1. Población .....	69
3.5.2. Muestra .....	69
3.6. Ubicación del estudio.....	69
3.6.1. Ubicación Política.....	69
3.7. Técnicas e instrumentos.....	70
3.7.1. Técnicas de recolección de datos .....	70
3.7.2. Instrumentos .....	71
3.8. Plan de recopilación y procesamiento de datos.....	71



3.8.1. Para la metodología de conservación vial (MTC).....	71
3.8.2. Para la determinación del (IRI).....	74
3.9. Consideraciones Éticas .....	76

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS

4.1. Resultados.....	77
4.1.1. Resultados según la Metodología de conservación vial (MTC).....	77
4.1.2. Resultados del (IRI) obtenidos con el rugosímetro Merlín .....	80
4.1.3. Relación de resultados entre el método del MTC y el IRI .....	92
4.2. Discusión .....	93
CONCLUSIONES .....	94
RECOMENDACIONES .....	95
Bibliografía .....	96
ANEXOS .....	99



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operación de variables .....	21
<b>Tabla 2</b> Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), (2023) .....	32
<b>Tabla 3</b> Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas .....	38
<b>Tabla 4</b> El nivel de daños y averías que sufren las carreteras sin asfaltar. ....	42
<b>Tabla 5</b> Nivel de hundimiento, o concentración de baches, en caminos de grava. 42	
<b>Tabla 6</b> Calificación para carreteras sin pavimentar en tramos de 500 metros 43	
<b>Tabla 7</b> <i>Calificación de la condición</i> .....	44
<b>Tabla 8</b> <i>Clasificación de las condiciones según la calificación</i> .....	44
<b>Tabla 9</b> Tipos de conservación según calificación de condición.....	45
<b>Tabla 10</b> Estado de carreteras no pavimentadas según su rugosidad .....	50
<b>Tabla 11</b> Clasificación de equipos de medición del IRI.....	51
<b>Tabla 12</b> Normativas internacionales para el control de IRI .....	52
<b>Tabla 13</b> Escala de Índice de serviciabilidad .....	64
<b>Tabla 14</b> Ubicación geográfica del camino vecinal.....	70
<b>Tabla 15</b> Calificación de la condición del tramo I(km 16+000 – km 16+500)...	78
<b>Tabla 16</b> Calificación de la condición del tramo II(km 16+500 – km 17+000)..	78
<b>Tabla 17</b> Calificación de la condición del tramo III(km 17+000 – km 17+500). 79	
<b>Tabla 18</b> Calificación de la condición del tramo IV(km 17+500 – km 18+000) 79	
<b>Tabla 19</b> Calificación de la condición promedio del camino vecinal .....	80
<b>Tabla 20</b> Resumen de resultados según la metodología de conservación vial (MTC).....	80
<b>Tabla 21</b> Datos obtenidos en campo del tramo 1, (16+000 al 16+400) .....	81
<b>Tabla 22</b> Datos obtenidos en campo del tramo 2, (16+400 al 16+800) .....	83



<b>Tabla 23</b> Datos obtenidos en campo del tramo 3, (16+800 al 17+200) .....	85
<b>Tabla 24</b> Datos obtenidos en campo del tramo 4, (17+200 al 17+600) .....	87
<b>Tabla 25</b> Datos obtenidos en campo del tramo 5, (17+600 al 18+000) .....	89
<b>Tabla 26</b> Resumen de resultados del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del camino vecinal .....	91
<b>Tabla 27</b> Resultados promedios del MTC y el IRI.....	92



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Elementos principales del camino vecinal.....	30
<b>Figura 2</b> Sistema vial.....	31
<b>Figura 3</b> Sección ce una carreta no pavimentada .....	33
<b>Figura 4</b> Deterioro de las vías no pavimentadas conforme el paso de los años .....	35
<b>Figura 5</b> Condición de la vía con o sin mantenimiento .....	36
<b>Figura 6</b> Deformación de una vía no pavimentada.....	38
<b>Figura 7</b> Erosión de una vía no pavimentada .....	39
<b>Figura 8</b> Baches o huecos de una vía no pavimentada.....	40
<b>Figura 9</b> Encalaminado de una vía no pavimentada .....	40
<b>Figura 10</b> Cruce de agua.....	41
<b>Figura 11</b> Modelo de cuarto de coche .....	46
<b>Figura 12</b> Sistema de clasificación de carreteras según las normas del Banco Mundial .....	48
<b>Figura 13</b> Escala de rugosidad de acuerdo a uso y estado de pavimento .....	49
<b>Figura 14</b> Instrumento de merlín .....	53
<b>Figura 15</b> Partes del rugosímetro de merlín .....	54
<b>Figura 16</b> Escala para determinar la dispersión de las desviaciones .....	55
<b>Figura 17</b> Modificación de la superficie del pavimento con respecto a la línea de base .....	56
<b>Figura 18</b> Representación de la frecuencia por intervalos de desviaciones....	57
<b>Figura 19</b> Método para recopilar datos.....	59
<b>Figura 20</b> Mapa de la carretera vecinal .....	70
<b>Figura 21</b> Ficha de levantamiento de fallas.....	72



<b>Figura 22</b> Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - MTC.....	73
<b>Figura 23</b> Calibración del equipo Merlín .....	74
<b>Figura 24</b> Hoja de campo para la recolección de datos del (IRI).....	75
<b>Figura 25</b> Diagrama de frecuencias del tramo 1, (16+00 al 16+400) .....	82
<b>Figura 26</b> Diagrama de frecuencias del tramo 2, (16+400 al 16+800) .....	84
<b>Figura 27</b> Diagrama de frecuencias del tramo 3, (16+800 al 17+200) .....	86
<b>Figura 28</b> Diagrama de frecuencias del tramo 4, (17+200 al 17+600) .....	88
<b>Figura 29</b> Diagrama de frecuencias del tramo 5, (17+600 al 18+000) .....	90
<b>Figura 30</b> Representación del Perfil del IRI .....	91



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román. La metodología empleada en esta investigación es con un enfoque cuantitativo, además se trata de un estudio descriptivo con un diseño de investigación no experimental.

Esta investigación se realizó a lo largo de 2 km, iniciándose en el km 16+000 del sector cochaquinray y terminando en el km18+000 cerca al desvío carretera Juliaca-lampa. Para la metodología de conservación vial (MTC) se dividió en 4 tramos de 500 metros y para el ensayo de rugosímetro merlín (IRI) se dividió en 5 tramos de 400 metros.

Se determinó que la vía en estudio tiene una condición general (Regular) basado en ambos criterios, tanto con la metodología de conservación vial del MTC que se logró obtener una calificación media de (399,14) y con el rugosímetro merlín que se logró obtener un (IRI) promedio de (7,46 m/km), lo que implica que aún es utilizable, pero ya muestra signos de degradación gradual. En conclusión, la carretera local tiene una condición que corresponde a (regular) y requiere de una intervención que sea de manera periódica para mantener la carretera en óptimas condiciones, aumentar su longevidad y hacer que la circulación vehicular sea confortable.

**Palabras clave:** MTC, IRI, camino vecinal.



## ABSTRACT

The objective of this research was to determine the current surface condition, according to the Road Conservation Methodology (MTC) and the International Roughness Index (IRI), of the unpaved local road leading from the Juliaca-Lampa highway to the town of Cochaquinray in the Province of San Román. The methodology employed in this research is quantitative, and it is a descriptive study with a non-experimental research design.

This research was conducted along a 2 km stretch, starting at km 16+000 in the Cochaquinray sector and ending at km 18+000 near the Juliaca - Lampa highway junction. For the Road Conservation Methodology (MTC), the road was divided into four 500-meter sections, and for the Merlin roughness test (IRI), it was divided into five 400-meter sections.

The road under study was determined to be in fair condition based on both criteria: the MTC's road conservation methodology, which yielded an average score of 399.14, and the Merlin roughness meter, which achieved an average International Roughness Index (IRI) of 7.46 m/km. This indicates that the road is still usable but shows signs of gradual degradation. In conclusion, the local road is in fair condition and requires periodic maintenance to keep it in optimal condition, increase its lifespan, and ensure comfortable vehicular traffic.

**Keywords:** MTC, IRI, local road.



## INTRODUCCIÓN

Dado que las carreteras locales son la columna vertebral del crecimiento económico de nuestro país, es fundamental que se mantengan en excelentes condiciones, especialmente la superficie de la carretera, por la que circulan automóviles y otros vehículos. Si la superficie de la carretera no está en buenas condiciones, habrá más accidentes, más desgaste de los automóviles y más gastos de mantenimiento. Por eso es fundamental evaluar el estado de estas carreteras y aplicar las soluciones necesarias para mejorarlas.

Con el fin de alcanzar este objetivo, se utilizó una carretera local sin asfaltar para evaluar la calidad de la superficie, concretamente su rugosidad y transitabilidad.

Los siguientes capítulos conforman el marco general del trabajo:

Capítulo I. En este capítulo, hemos expuesto el tema de investigación y su razonamiento. A continuación, hemos esbozado los objetivos del estudio, su justificación, su importancia y sus límites. Las hipótesis del estudio y las variables que se utilizarán para comprobarlas se exponen al final del capítulo.

Capítulo II. Este capítulo proporciona la base teórica para el estudio, ofreciendo el contexto global, nacional y local del tema que se utilizará en el análisis de los resultados en la última sección.

Capítulo III. Se expone el marco metodológico de la investigación, que incluye aspectos como el nivel, el tipo y el diseño del estudio; la población y la muestra del estudio; los procedimientos e instrumentos de recopilación de datos



sobre el terreno que generaron los valores del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) y las calificaciones del estado de la superficie de la carretera (MTC).

Capítulo IV. Con el fin de demostrar que nuestra investigación es legítima tanto interna como externamente, la sección (Discusión) compara y contrasta los resultados reales con el material subyacente del marco teórico. Este último capítulo resume y analiza los resultados del IRI y el MTC, de acuerdo con los objetivos que se establecieron al inicio del estudio. En la última sección se presentan las conclusiones y sugerencias.



## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Realidad problemática

La red de carreteras de un país es el factor más importante para determinar su crecimiento social y económico (salud y educación). Por lo tanto, es evidente que se producirá un mayor crecimiento en las proximidades de carreteras más grandes y mejor mantenidas, sin embargo, ocurre lo contrario en carreteras con falta de mantenimiento, donde las intervenciones correctivas suelen ejecutarse de manera tardía, comprometiendo la funcionalidad y la vida útil de estas vías esenciales, lo cual tiene un impacto negativo en el desarrollo económico y social de la población.

Según el informe del MTC (2024), de los 174 709 km de carreteras que hay en Perú, 27 460 km (15,7 %) son carreteras nacionales, 27 752 km (15,9 %) son carreteras departamentales y 119 497 km (68,4 %) son carreteras vecinales; también del total de carreteras que hay en Perú, solo 33 164 km (19 %) están pavimentados, mientras que 141 545 km (81 %) están sin pavimentar.

Por otra parte, la geografía particular del altiplano puneño, caracterizada por su altitud extrema, suelos expansivos y condiciones climáticas severas, constituye un desafío adicional para la conservación de caminos vecinales



afirmados. En ese sentido estos factores geotécnicos y ambientales no solo aceleran los procesos de erosión y degradación, sino que exigen técnicas de mantenimiento adaptadas a la realidad local, las cuales no siempre son aplicadas adecuadamente en proyectos municipales.

Finalmente, la problemática del camino vecinal que conecta la localidad de Cochaquinray con el desvío Juliaca-lampa cuenta con numerosas deficiencias superficiales que dificultan el tránsito tanto de peatones como de vehículos, especialmente durante los meses más lluviosos, esto también repercute en el crecimiento socioeconómico y en el acceso a servicios esenciales (salud, educación).

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cuál es la condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román?

### **1.2.2 Problemas específicos**

1. ¿Cuál es la calificación de condición de la capa de rodadura según la metodología de conservación vial (MTC), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román?



2. ¿Cuál es el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román?

### **1.3 Justificación de la investigación**

El logro de un crecimiento sostenible y la mejora de la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales dependen en gran medida de la infraestructura vial, por lo que esta investigación está justificada. Una vía de vital importancia para el desplazamiento de personas, el transporte de productos agrícolas, ganaderos, servicios básicos, educación y atención médica es la carretera que conecta la localidad de Cochaquinray con el desvío Juliaca-Lampa. Sin embargo, el estado de la superficie de la carretera es deficiente, lo que restringe el tráfico, aumenta los gastos de transporte y crea molestias a los usuarios.

#### **1.3.1 Justificación práctica**

Desde un punto de vista práctico, esto está justificado, ya que el estudio indica que las carreteras locales mejorarán en cuanto a irregularidad y transitabilidad cuando se construyan o reparen en la región, lo cual es una buena noticia para la comunidad.

#### **1.3.2 Justificación técnica**

La necesidad de utilizar los métodos MTC e IRI para detectar y evaluar los defectos superficiales de la carretera local de Cochaquinray justifica este estudio. Aquí utilizaremos ambos métodos para diagnosticar las patologías de los defectos, lo que nos permitirá determinar su grado de irregularidad y



transitabilidad; la información obtenida servirá para dar soluciones técnicas en la reparación de la carretera.

### **1.3.3 Justificación social**

En este caso, los usuarios (tanto conductores como pasajeros), se beneficiarán con este estudio, que contribuirá a reducir el aislamiento territorial que sufren las comunidades rurales altoandinas, promoviendo el desarrollo social inclusivo, la reducción de brechas y el fortalecimiento de oportunidades para estas poblaciones históricamente postergadas.

### **1.3.4 Justificación metodológica**

El hecho de que se haya determinado la transitabilidad de la carretera según el (MTC) y el (IRI) proporciona una justificación metodológica, ya que se trata de indicadores que no suelen evaluarse frecuentemente en este tipo de rutas. Dado que no hay muchos estudios comparables en la zona, esperamos que el nuestro genere un aporte para futuras investigaciones en esta línea.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román.



## **1.4.2 Objetivos específicos**

Determinar la calificación de condición de la capa de rodadura según la metodología de conservación vial (MTC), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román.

Determinar el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis general**

La condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román presenta un buen estado de conservación.

### **1.5.2 Hipótesis específicas**

1. La calificación de condición de la capa de rodadura según la metodología de conservación vial (MTC), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román es aceptable.
2. El índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román es aceptable.

## 1.6 Variables e indicadores

### ✓ Variable independiente

- Metodología de conservación vial (MTC) y el (IRI).

### ✓ Variable dependiente

- Condición superficial.

## 1.7 Operación de variables

Tabla 1

*Operación de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
<b>Variable independiente:</b> <b>Metodología de conservación vial (MTC) y el (IRI).</b>	El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) es una herramienta útil para evaluar el estado del pavimento, y el método de mantenimiento de carreteras desarrollado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) proporciona directrices para la reparación de carreteras. Al incluir planes de mantenimiento, el enfoque del MTC protege las inversiones y garantiza la transitabilidad, la seguridad y la comodidad. El IRI, un indicador fundamental para el mantenimiento de las carreteras, evalúa la rugosidad de las mismas.	Calificación de condición.  IRI.	>400. >150 y ≤ 400. ≤ 150.  Rugosidad.
<b>Variable dependiente:</b> <b>Condición superficial</b>	Las carreteras de una zona determinada se clasifican de excelentes a medianas o malas, dependiendo de la gravedad de los defectos de la superficie, como baches, hundimientos y deformaciones. La evaluación define el tipo de mantenimiento que se necesita; las carreteras que se encuentran en excelentes condiciones necesitan un mantenimiento regular, mientras que las que se encuentran en condiciones aceptables o malas requieren un mantenimiento periódico o una renovación.	Estado Del Camino.	Estado condicional de la carretera según la metodología de conservación vial MTC (bueno, regular, malo) y del IRI (bueno, regular, malo, muy malo)



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO REFERENCIAL

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

López (2017) presentó un informe que examinaba el impacto del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en el proceso funcional y la toma de decisiones en la gestión de carreteras dentro del área muestreada del estudio. Llegando a concluir que, utilizando una serie de parámetros estructurales y funcionales, la rugosidad es el más significativo en los resultados el Índice de Servicio Actual (PSI), por lo tanto, la percepción del conductor sobre la flexibilidad de la carretera durante el trayecto se ve significativamente afectada por la decisión basada en el (IRI). También se ha determinado que esto es adecuado bajo ciertas restricciones teóricas y prácticas, a la luz de los resultados del examen del estado de la superficie del área de investigación en relación con el IRI. Además, la relación entre el IRI y el PSI es inversamente proporcional, por lo que es lógico que la reducción del IRI aumente el PSI, lo que a su vez mejora la dinámica del tráfico, la impresión del usuario sobre el tráfico y los tiempos de viaje tanto para el transporte de mercancías como para los pasajeros (p. 19). Los estudios



mencionados encuentran una relación entre el índice de servicio de la ruta en cuestión y los resultados del IRI, por lo que las variables del estudio convergen.

Sánchez y Martínez (2018) determinaron el IRI del pavimento, mediante el uso de procesos fotogramétricos, equipos Merlin y equipos topográficos de nivel y vista. Un tramo de 200 m de pavimento en el campus de la Universidad Tecnológica José Antonio Echevarría (CUJAE) en La Habana, Cuba, fue el lugar de prueba para el trabajo. El enfoque fotogramétrico, que utilizó una cámara digital Nikon D 300 con una resolución de 5,5  $\mu$ m y una altura base media de 1 metro, se comparó con los procesos Merlin y topográficos. Se diseñó un enfoque para llevar a cabo la investigación que, una vez ejecutado, confirmó la utilidad de los métodos fotogramétricos. Conclusión: los tres métodos arrojaron resultados comparables al clasificar el estado del pavimento como 2,5.

Álvarez (2022) se propuso evaluar, mediante comparación, la eficacia del pavimentado de carreteras en Jipijapa, provincia de Manabí, Ecuador. En el diseño de campo no experimental del autor se tuvieron en cuenta factores como la microtextura, la macrotextura y el IRI. Los estudios de campo recomendaron utilizar los resultados de la prueba del (IRI), antes de construir la infraestructura vial como medio, para mejorar los procesos de construcción. Las siguientes sugerencias se dieron al elegir el material basándose en la comprobación de la superficie de la carretera. Bajo nivel de ruido de la carretera, alta adherencia entre el asfalto y la superficie, menor consumo de combustible y menor daño, menor rebote de luz, mayor macrotextura y buena capacidad para absorber el ruido de la carretera, tanto dentro como fuera del vehículo.



### 2.1.2 Antecedentes nacionales

Mejía (2022) en su investigación "Modelo de Condiciones de Servicio para Mejorar el Tipo de Intervención en Caminos Vecinales, Ancash Huari 2021", utilizó un enfoque descriptivo y explicativo de causa-efecto. Se utilizaron nueve servicios de mantenimiento vial que cubren 100,28 km de caminos vecinales, donde analizó datos de campo, entre los que se encontraban aspectos como el tipo de fallo y los niveles de gravedad. El estudio reveló que el URCl y el MTC difieren en la forma de clasificar los tipos de fallos, como los deslizamientos de tierra y los cruces de agua, a la hora de establecer sus parámetros. Esto sugiere que el método creado por el MTC, no es tan fiable a comparación del método URCl que es para carreteras sin pavimentar, donde la fiabilidad del primero es de un 72,03 %.

Matto (2019) en su investigación descubrió que el pavimento hidráulico de Huánuco tiene un valor IRI que oscila entre 4,71 m/km en el caso más bajo y 7,66 m/km en el más alto, lo que indica que el pavimento se encuentra en buen estado. Por consiguiente, el pavimento de Huánuco no es muy funcional, con defectos evidentes en más del 68 % de la superficie, siendo los más comunes las grietas, los baches y las fisuras en los bordes. A partir de esto, sabemos que el PSI es de 2,01, lo que indica que las condiciones de funcionalidad se consideran aceptables según la escala PSI. Además, casi siempre, la comparación de resultados de las calles en estudio muestra un patrón inverso bastante marcado en estos datos. Podemos saber que, si el IRI aumenta, el PSI disminuye, y cuando el coeficiente de agrietamiento aumenta, el PSI disminuye. Esta información proporciona detalles sobre el estado de la calle sin necesidad



de medición directa. En ambos casos, el análisis confirma que los aspectos funcionales y estructurales tienen una influencia inversa en el PSI, lo que se refleja directamente en los datos. Por último, se obtuvo en promedio un PSI de 1,05 en sección B y 1,10 en la sección C, ambas con una capacidad de servicio deficiente. Por lo tanto, se puede deducir que el pavimento se creó en función del tipo de cimentación, lo que tiene un impacto mínimo en la evaluación del pavimento. página 88. Cabe destacar que, aunque el IRI aumenta, el PSI disminuye en el escenario local, lo que indica que las circunstancias son completamente diferentes. La razón es que, en relación con los gastos, el mantenimiento de carreteras de la región es bastante deficiente.

Meza (2020) examinó una muestra de localidades habitadas, incluyendo Paríamarca, Cuchihaín y Huanca. El objetivo era evaluar los aspectos positivos y negativos de la conservación o las estrategias de mantenimiento de carreteras, así como la gestión del mantenimiento de caminos sin pavimentar. Utilizando la técnica de mantenimiento de carreteras (MTC), la investigación encontró que el 32 % de la carretera se encuentra en excelentes condiciones y el 68 % en condiciones medias. La red de carreteras sin pavimentar se encuentra en condiciones aceptables en el 69 % de las rutas, con un 19 % en excelentes condiciones y un 12 % en muy buenas condiciones según el enfoque URMM. De ello se deduce que el URMM es el enfoque óptimo para presentar los requisitos de las carreteras sin pavimentar.

Cáceres y Segura (2018) en su tesis verificaron los números de rugosidad para la Carretera Panamericana Norte-Trujillo probando dos métodos. Uno era el método de Carretera y Nivelación y el otro era la técnica Merlin. Observaron



el tramo entre el área de la rotonda de Moche y Huancaco en Trujillo. Al usar Merlin y levantamientos topográficos y de nivelación, obtuvieron valores para IRI. Lo que encontraron con ambos sistemas es lo siguiente; en la parte de Ovalo Moche a Víctor Larco, Merlin marca 2.39 sin embargo, Carretera y Nivelación obtiene 2.539. Luego, para Víctor Larco hasta Huanchaco, Merlin muestra 2.43 mientras que Carretera y Nivelación revela 2.832. Por último, en Huanchaco hasta Ovalo del Milagro, Merlin da 2.33 y Carretera y Nivelación obtiene 2.376. Entonces, la diferencia entre Víctor Larco y Huanchaco es mayor que en otros. El enfoque Road and Level supera al método Merlin en términos de datos IRI, por lo que es la opción más precisa y realista a la hora de sopesar la corrección de los datos y el resultado. Sin embargo, requiere más horas de trabajo para su ejecución. En resumen, un IRI cambia las condiciones de funcionamiento y la transitabilidad de una carretera a través de una serie de factores, lo que a su vez afecta al grado de servicio de la carretera. Tras tres días de pruebas a una velocidad máxima de 1,6 km/h, el enfoque Merlin superó cincuenta y ocho de ellas. Con el fin de determinar el perfil de nivel y visibilidad de la ruta objeto de estudio, se utilizaron cinco días de recopilación de datos a 0,8 km/hora para elaborar hojas de campo de 200 sitios, cada uno de los cuales representaba 400 metros.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

Quispe (2022) evaluó las prácticas de mantenimiento vial del distrito de Samán a lo largo de la ruta local Samán Mocco-Quejon Mocco y sugerir una solución vial diferente. Logró el objetivo, siguiendo los procedimientos establecidos en el manual del MTC. La carretera que se evaluó tenía una



longitud de 9,90 km y una anchura de 4,50 m, con tramos de 500 m a lo largo de toda su extensión. Según sus conclusiones, las deformaciones, la erosión, los baches y la calificación, descritos como deterioros de gravedad media a alta, son los más comunes y los que más influyen en la carretera. Finalmente, se concluyó que la superficie de la carretera se encuentra en condiciones aceptables y se sugirió un mantenimiento regular para mantenerla en el mejor estado posible.

Margas (2019) en su investigación se centró en determinar, mediante la regularidad superficial, el estado del tramo I de la circunvalación Caracara-Lampa-Cabanilla (circunvalación de Cabanillas). Se utilizó un grupo de prueba de 21.906 kilómetros de la circunvalación Caracara-Lampa-Cabanilla-Cabanillas I y no se emplearon métodos experimentales, ya que su naturaleza era correlacional. Se utilizaron medidores de rugosidad fabricados por MERLIN. Tras analizar la carretera, se comprobó que su estado y capacidad de servicio se calificaron como (buenos) en 2014 y (aceptables a buenos) en 2018. Esto significa que la carretera sigue en buen estado y cumple con las expectativas de vida útil previstas, ya que el Índice Internacional de Rugosidad para 2018 fue ligeramente superior al de 2014.

Mamani (2017) se propuso evaluar el tramo Huarza-Colque-Unión del distrito Pucara-Lampa-Puno, realizar un mantenimiento regular y proporcionar soluciones de pavimentación rentables. Este estudio se ajusta a un diseño descriptivo básico, cuantitativo, prospectivo y transversal, además tiene un carácter descriptivo, explicativo y evaluativo. Cada uno de los 44 tramos de 500 metros (unos 22 kilómetros) del tramo Huarza-Colque-Unión sirvió como población y muestra. Se utilizaron las hojas de datos de la guía del MTC. El

informe concluyó que el tramo entre Huarza y Colque es transitable y que la carretera local solo necesita reparaciones ocasionales.

## **2.2 Marco teórico**

### **2.2.1. Clasificación de Carreteras por Demanda**

A continuación, se presenta una clasificación de las carreteras peruanas basada en la demanda, según lo dispuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018):

#### **2.2.1.1. Autopistas de Primera Clase.**

Esta categoría incluye carreteras con un tráfico medio diario superior a 6000 vehículos, una anchura mínima de 6,00 m entre calzadas, dos o más carriles con una anchura mínima de 3,60 m, puntos de entrada y salida para evitar interrupciones en el tráfico, sin intersecciones y en zonas urbanas, también se requieren puentes peatonales.

#### **2.2.1.2. Autopistas de Segunda Clase.**

Estas vías están planificadas para un tráfico diario de entre 6000 y 40001 vehículos, y sus calzadas están divididas por medianas que pueden tener desde 6 metros de ancho hasta 1 metro. Sin embargo, cuando la mediana es inferior a 1 metro, es obligatoria la instalación de un sistema de contención vehicular. Cada calzada debe contar con al menos dos carriles con un ancho mínimo de 3,60 metros. Para una correcta circulación de los vehículos, se debe contar con un control de acceso parcial en las entradas y salidas. Se permite cruzar por

puentes peatonales o a nivel en zonas urbanas. Una superficie vial adecuada es fundamental.

### **2.2.1.3. Carreteras de Primera Clase**

El flujo habitual de vehículos por estas vías oscila entre 4000 y 2001 al día, con un ancho de carril no inferior a 3,60 metros para dos carriles. Se recomienda la instalación de un puente peatonal y de no ser posible, la instalación de soluciones de seguridad vial para mantener una velocidad segura. Asimismo, en las regiones metropolitanas, se recomienda pavimentar los lugares donde se encuentran pasos a nivel e intersecciones.

### **2.2.1.4. Carreteras de Segunda Clase**

Tienen un ancho mínimo de aproximadamente 3,30 metros, diseñadas para dos carriles, con un tráfico diario promedio anual (TPAA) de entre 2000 y 400 vehículos al día. En las grandes ciudades, además de los pasos a nivel o los cruces vehiculares, deberían existir puentes peatonales u otros sistemas de seguridad vial que proporcionen mayor seguridad a altas velocidades. Todas estas vías deben estar pavimentadas.

### **2.2.1.5. Carreteras de Tercera Clase**

Con una anchura mínima de 3,00 m para dos carriles, estas carreteras tienen un IMDA inferior a 400 coches al día. En algunas rutas es posible alcanzar anchuras de carril extraordinarias de hasta 2,50 m con el respaldo tecnológico adecuado. Estas carreteras pueden estar equipadas con grava como superficie, o con las denominadas opciones básicas o asequibles, como estabilizadores de suelo, emulsiones asfálticas y micro pavimentación. Si se van a pavimentar, deben cumplir los requisitos geométricos de las carreteras de segunda clase.

### 2.2.1.6. Trochas Carrozables

Con un IMDA inferior a 200 vehículos/día, estas rutas son utilizables, pero no cumplen los requisitos geométricos de una autopista. Se requiere construir ensanchamientos, conocidos como plazas de cruce, cada 500 metros en calzadas de al menos 4,00 metros de ancho. La superficie de la carretera puede estar cubierta de pavimento o tierra.

### 2.2.1.7. Camino Vecinal

Esta ruta es mantenida por el gobierno local de Perú y forma parte de la red de carreteras rurales o locales del país. Los componentes de estas carreteras la calzada, las cunetas, las alcantarillas, los badenes, las cunetas coronadas, los muros de contención, los puentes o los pontones son esenciales y sirven para conectar diversas localidades y núcleos de población (Ministerio de Economía y Finanzas, 2011, p. 41). Suele estar compuesto por suelo natural o superficies compactadas y estabilizadas, que pueden soportar un tráfico vehicular ligero.

#### Figura 1

*Elementos principales del camino vecinal*



*Nota:* Manual para desarrollar proyectos rentables de infraestructura de transporte.

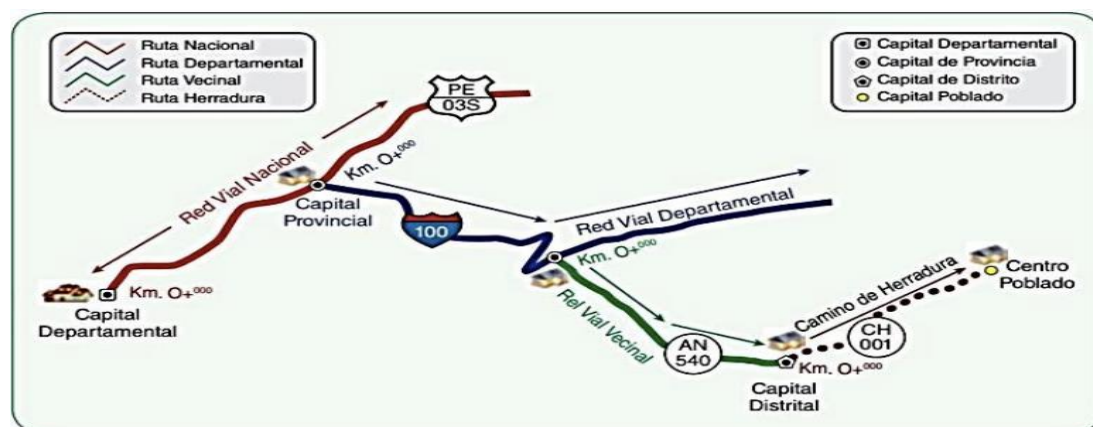
### 2.2.2. Sistema Vial del Perú

De conformidad con la aprobación del Decreto Supremo N.º 017-2007-MTC, de 26 de mayo de 2007, el sistema viario peruano, abreviado como SINAC, se estructura en tres redes: la Red Vial Nacional, la Red Vial Departamental o Regional y la Red Vial Local o Rural.

- a) **La red vial nacional**, La MTC, supervisa las redes y los servicios de transporte del país.
- b) **La red vial departamental**, es competencia de los gobiernos regionales, que supervisan las redes y los servicios de transporte a nivel departamental.
- c) **La red vial vecinal**, Los gobiernos locales, incluidos los municipios, se encargan de la infraestructura y los servicios de transporte a nivel provincial, distrital y urbano. Sin embargo, el MTC ayuda a los gobiernos regionales a gestionar las iniciativas que se implementan a nivel nacional a través de Provias Descentralizado.

Figura 2

*Sistema vial*



*Nota:* (II compendio de buenas prácticas en gestión vial descentralizada)

Según los datos de Transporte de Infraestructura Vial del SINAC al 31 de julio de 2023, la longitud de las carreteras se calcula según cada categoría de la red vial. Las medidas para cada tipo de carretera se encuentran en la tabla estadística posterior:

**Tabla 2**

*Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), (2023)*

	Nacional	Departamental	Vecinal	Total
	Km	Km	Km	Km
<b>1. Carretera Existente</b>	<b>27,441.20</b>	<b>27,729.80</b>	<b>118,723.80</b>	<b>173,894.80</b>
<b>Pavimentada</b>	<b>22,692.70</b>	<b>5,858.10</b>	<b>3,340.20</b>	<b>31,890.90</b>
Asfaltada	15,319.70	3,635.70	2,768.80	21,724.20
Asfaltada con solución básica	7,373.00	2,222.40	571.40	10,166.70
<b>No pavimentada</b>	<b>4,748.60</b>	<b>21,871.70</b>	<b>115,383.60</b>	<b>142,003.90</b>
Afirmada	2,868.90	13,486.90	30,952.60	47,308.50
Sin Afirmar	744.40	4,936.00	30,941.90	36,622.30
Trocha	1,135.20	3,448.70	53,489.10	58,073.10
<b>2. Carretera proyectada</b>	<b>1,860.30</b>	<b>4,614.10</b>	<b>109.30</b>	<b>6,583.80</b>
<b>Total</b>	<b>29,301.60</b>	<b>32,343.90</b>	<b>118,833.10</b>	<b>180,478.60</b>

*Nota:* Mapa de Infraestructura Vial del Compendio de Mapas – (MTC, 2023)

### **2.2.3. Carreteras no Pavimentadas**

Los caminos de herradura y los senderos construidos por necesidad para llegar a lugares aislados son ejemplos de caminos sin pavimentar, ya que no han sido tratados de ninguna manera. Además de tener una sección transversal y un perfil longitudinal y un drenaje suficiente, estos caminos también pueden tener

una superficie granular, haber sido tratados superficialmente y haber pasado por trabajos preliminares de alineación.

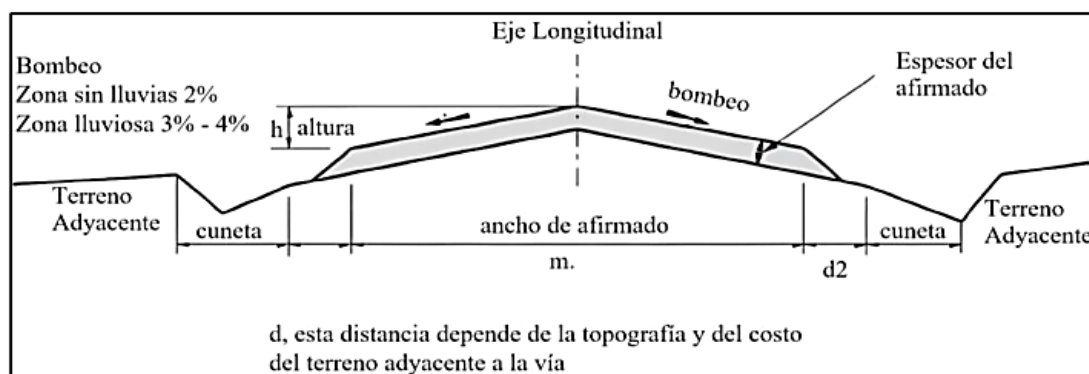
### 2.2.3.1. Elementos de las vías no pavimentadas

Según Meza (2020) "los elementos que comprenden la vía no pavimentada son: Capa de rodadura y obras de drenaje".

- ✓ **Capa de rodadura:** Esta capa es capaz de soportar cargas de tráfico y también mantiene el drenaje de la carretera funcionando bien con pendientes de 2 por ciento a 3 por ciento, y los automóviles pueden moverse sobre ella (Meza, 2020).
- ✓ **Obras de drenaje:** Deben estar instalados para evitar que el agua penetre en las capas inferiores de la carretera y cause daños en la superficie y en la estructura. Las bombas de carretera, los canalones, las zanjas de coronación, los desagües, etc., forman parte del sistema de drenaje (Meza, 2020).

**Figura 3**

*Sección de una carreta no pavimentada*



*Nota:* (Meza, 2020)

### 2.2.3.2. Clasificación de vías no pavimentadas

En el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2014) establece las siguientes categorías de carreteras con superficies sin pavimentar:

- ✓ **Caminos de grava (Lastrados):** El material de piedra natural, seleccionado a mano o cribado, con un tamaño máximo de 75 mm, forma la capa superior de los caminos de grava.
- ✓ **Caminos de tierra:** Es aquella vía constituida por un suelo natural y mejorado en su capacidad con grava seleccionada por zarandeo.
- ✓ **Caminos afirmados:** La carretera se construye utilizando una capa de materiales de cantera que se dosifican de forma natural o mecánica según determinados requisitos de dosificación. Los materiales consisten en arena, piedra y finos, con un tamaño ideal máximo de 25 mm para los materiales.
- ✓ **Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:** incluyen caminos sin pavimentar que han sido reforzados con sustancias como asfalto, cal, cemento, aditivos químicos y muchos otros.

### 2.2.3.3. Ciclo de vida de las vías no pavimentadas

El ciclo de vida de las vías no pavimentadas debe contar con un mantenimiento mayor a las pavimentadas, porque las acciones de conservación deben de programarse para que de esta manera no exista un deterioro excesivo



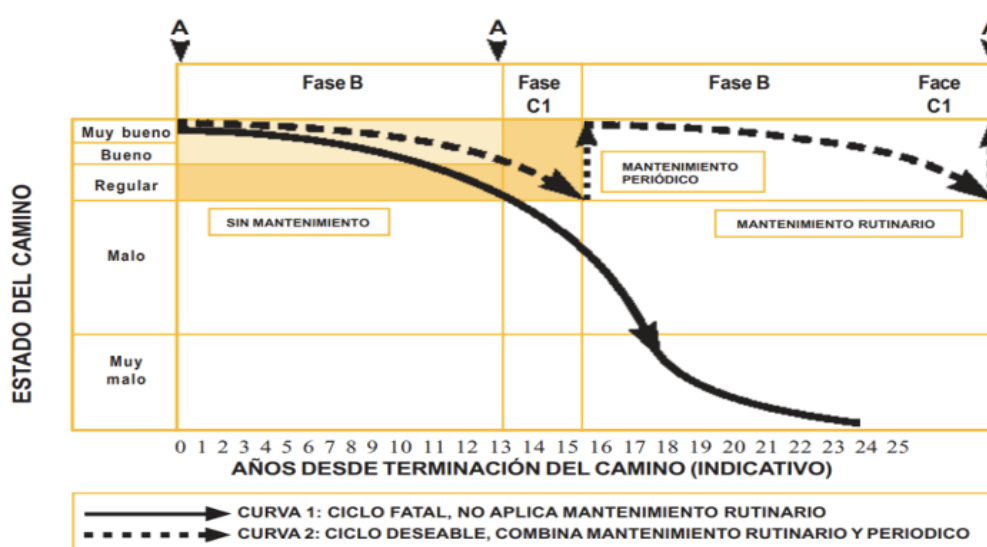
- ✓ **Fase C:** Daños acelerados: Además de los signos evidentes de desgaste de la carretera, también se observan daños en otras partes. Este período no dura mucho.
- ✓ **Fase D:** Degradación total: Las personas que lo utilizan tienen dificultades para desplazarse por la ciudad. La reducción de la capacidad de la carretera afecta a componentes de los vehículos como los neumáticos y los ejes. Las curvas de degradación letal e ideal son idénticas a las de las carreteras pavimentadas.

### 2.2.3.4. Ciclo de Vida Deseable

En lugar del colapso total de la carretera, como se muestra en la figura 5, es factible mantener o lograr una degradación de la carretera dentro de unos límites aceptables mediante reparaciones oportunas y técnicamente precisas.

**Figura 5**

*Condición de la vía con o sin mantenimiento*



*Nota:* Manual Técnico, (Menéndez, 2003, pág. 7)



En lo que respecta a las carreteras rurales o vecinales, los gobiernos locales desempeñan un papel fundamental en su mantenimiento, lo que prolonga el período antes de que se necesiten formas adicionales de intervención y garantiza que las carreteras duren el mayor tiempo posible. La figura 5 muestra el ciclo de vida ideal de las carreteras, haciendo hincapié en el mantenimiento regular que prolonga el estado excelente o muy bueno de las mismas. Como resultado del deterioro natural esperado o deseado de la carretera, es necesario realizar un mantenimiento regular sustituyendo la capa desgastada. Esto devuelve la carretera a su estado original ideal. Lo que esto significa es que, idealmente, una carretera local debería pasar de estar en excelente estado a estar en condiciones normales en el transcurso de cuatro o cinco años. Por ello, el mantenimiento regular es fundamental, ya que prolonga la vida útil de la carretera y la mantiene en excelente estado.

#### **2.2.3.5. Tipos de Deterioros y/o fallas en carreteras no pavimentadas**

En el volumen 1, capítulo 4, de la guía del (MTC) (Aspectos conceptuales, niveles de servicio, inventario del estado), se describe el método para evaluar el estado de las carreteras sin asfaltar (de grava). La siguiente tabla enumera las numerosas formas de degradación o descomposición:

**Tabla 3***Deterioros o fallas de las carreteras no pavimentadas*

Código de daño	Deterioros/ Fallas	Gravedad
1	Deformación	1: Huellas sensibles al usuario, pero < 5cm 2: Huellas entre 5 cm y 10 cm 3: Huellas > 10 cm
2	Erosión	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm 2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm 3: Profundidad > 10 cm
3	Baches (huecos)	1: Pueden repararse por conservación rutinaria. 2: Se necesita una capa de material adicional. 3: Se necesita una reconstrucción.
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario, pero profundidad < 5cm 2: Profundidad entre 5cm y 10cm
5 y 6	Lodazal y cruce de agua	1: Transitabilidad baja o intransitabilidad en épocas de lluvia.

*Nota:* Manual de carreteras Vol. 1

A continuación, se muestran ejemplos de tipos de degradación y fallos:

**a) Deformación**

En carreteras sin pavimentar se pueden observar problemas como la formación de surcos en la calzada, el desgaste por el tráfico y también la formación de surcos o depresiones específicas debido a la baja resistencia de la subbase. Estos problemas se presentan cuando se produce deformación en la capa superior de la superficie de la carretera o en la subbase de grava, con mayor frecuencia en zonas específicas por donde circulan los vehículos. Es decir, es bastante habitual observar estos problemas en ocasiones.

**Figura 6***Deformación de una vía no pavimentada*

*Nota:* (MTC, 2014).

## b) Erosión

Un drenaje fluvial insuficiente a lo largo de la carretera, que es la principal causa de la falla por erosión. La erosión se produce de forma rápida y violenta; sin embargo, el tipo de suelo, las pendientes longitudinales pronunciadas y los cruces de ríos tienen un impacto significativo en la gravedad de esta degradación, especialmente en épocas de fuertes lluvias.

### Figura 7

*Erosión de una vía no pavimentada*



*Nota:* Extraído del MTC (2014)

## c) Baches (huecos)

Provoca desgaste, lo que a su vez provoca baches, que aumentan de tamaño a medida que aumenta el tráfico. Son causados por las fluctuaciones climáticas, el mal drenaje y un diseño insuficiente del sistema de bombeo; los usuarios comienzan a sentirse incómodos cuando alcanzan una profundidad de 20 cm. El nivel de esta degradación se evalúa en función de las medidas correctivas necesarias.

## Figura 8

*Baches o huecos de una vía no pavimentada*



*Nota:* (MTC, 2014).

### d) Encalaminado

Cuando las vibraciones de los automóviles golpean la superficie de los materiales granulares, pueden generar fallas de encalaminado, que se ven como ondulaciones o corrugaciones. Este tipo de fallas tienden a manifestarse con mayor frecuencia en caminos de tierra costeros.

## Figura 9

*Encalaminado de una vía no pavimentada*



*Nota:* (MTC, 2014).

### e) Cruces de Agua y Lodazales

Siempre que hay una gran cantidad de partículas finas de material, este tipo de degradación fangosa se produce en las carreteras sin pavimentar. La zona está tan embarrada durante la temporada de lluvias que los coches no pueden atravesarla. Debido a la deformación del material y al drenaje inadecuado, la circulación se vuelve problemática durante las estaciones secas si no se realizan las operaciones de mantenimiento adecuadas.

#### Figura 10

*Cruce de agua*



*Nota:* (MTC, 2014).

#### 2.2.3.6. Calificación de la condición del camino vecinal

Este enfoque permite evaluar el estado de la capa de rodadura utilizando tramos de 500 metros de carreteras tanto pavimentadas como sin pavimentar.

Cada tramo de 500 metros de la capa de rodadura se evalúa en función del alcance y la gravedad de cada tipo de degradación o fallo.

Para cada tipo de deterioro o fallo observado, se deben determinar con precisión los puntos inicial y final del nivel de gravedad.

Una vez recopilados todos los datos necesarios, se utilizan las siguientes tablas para su procesamiento: A modo de ejemplo, la tabla 4 muestra la clase de extensión para el segmento de 500 m de carretera que se ha deteriorado; la tabla 5 se refiere a los surcos y baches; y la tabla 6 explica cómo clasificar la superficie de la carretera sin pavimentar o compactada según el tipo de fallo o degradación.

#### Tabla 4

*El nivel de daños y averías que sufren las carreteras sin asfaltar.*

Clase	Descripción	Criterio (porcentaje del área de la sección evaluada).
1	Leve	Menor a 10 %
2	Moderado	Entre 10 y 30 %
3	Severo	Mayor a 30 %

*Nota:* Manual de carreteras Vol. 1

Si queremos saber cuál es la gravedad de los baches (cuánto hundimiento hay), necesitamos más datos sobre cuántos hay en la zona afectada, o cuántos hay por cada 500 metros. Esta medición se realiza utilizando la siguiente escala:

#### Tabla 5

*Nivel de hundimiento, o concentración de baches, en caminos de grava*

Clase	Descripción	Criterio de densidad de baches (huecos) (número / 500 m)
1	Leve	Menor a 10
2	Moderado	Entre 10 y 20
3	Severo	Mayor a 20

*Nota:* Manual de carreteras Vol. 1

Con los datos obtenidos según las anteriores tablas se procede llenar datos y calcular la suma de puntaje de condición en la tabla 6.



Tabla 6

Calificación para carreteras sin pavimentar en tramos de 500 metros

Código de daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de deterioro A <sub>ij</sub> (m <sup>2</sup> ) Número de deterioros (N <sub>ij</sub> ) Longitud del deterioro (L <sub>ij</sub> )	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la Sección Evaluada (m <sup>2</sup> ) As	Porcentaje de Extensión del deterioro/falla EF <sub>ij</sub> = (A <sub>ij</sub> /As)×100	Extensión Promedio Ponderada	Puntaje de Condición Según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante Por Cada Tipo de Deterioro/Falla
									0: Sin Deterioros o sin fallas	1: Leve EFp = Menor a 10%	2: Moderado EFp = entre 10% y 30%	3: Severo EFp = mayor a 30%	
1	Deformación	1: Huellas/hundimientos sensibles al usuario pero < 5cm	Área (A <sub>11</sub> ): Daño 1 Gravedad 1 A <sub>11</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>11</sub>	$EFp = [(EF_{11} \times A_{11} + EF_{12} \times A_{12} + EF_{13} \times A_{13}) / (A_{11} + A_{12} + A_{13})]$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		2: Huellas/hundimientos entre 5 cm y 10 cm	Área (A <sub>12</sub> ): Daño 1 Gravedad 2 A <sub>12</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>12</sub>						
		3: Huellas/hundimientos ≥ 10 cm	Área (A <sub>13</sub> ): Daño 1 Gravedad 3 A <sub>13</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>13</sub>						
2	Erosión	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área (A <sub>21</sub> ): Daño 2 Gravedad 1 A <sub>21</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>21</sub>	$EFp = [(EF_{21} \times A_{21} + EF_{22} \times A_{22} + EF_{23} \times A_{23}) / (A_{21} + A_{22} + A_{23})]$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área (A <sub>22</sub> ): Daño 2 Gravedad 2 A <sub>22</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>22</sub>						
		3: Profundidad ≥ 10 cm	Área (A <sub>23</sub> ): Daño 2 Gravedad 3 A <sub>23</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>23</sub>						
3	Baches (Huecos)	1: Pueden repararse por conservación rutinaria	Número (N <sub>31</sub> ): Daño 3 Gravedad 1					$EFp = N_{31} + N_{32} + N_{33}$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		2: Se necesita una capa de material adicional	Número (N <sub>32</sub> ): Daño 3 Gravedad 2										
		3: Se necesita una reconstrucción	Número (N <sub>33</sub> ): Daño 3 Gravedad 3										
4	Encalaminado	1: Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm	Área (A <sub>41</sub> ): Daño 4 Gravedad 1 A <sub>41</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>41</sub>	$EFp = [(EF_{41} \times A_{41} + EF_{42} \times A_{42} + EF_{43} \times A_{43}) / (A_{41} + A_{42} + A_{43})]$	0	> 0 y < 20	≥ 20 y < 100	100	
		2: Profundidad entre 5 cm y 10 cm	Área (A <sub>42</sub> ): Daño 4 Gravedad 2 A <sub>42</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>42</sub>						
		3: Profundidad ≥ 10 cm	Área (A <sub>43</sub> ): Daño 4 Gravedad 3 A <sub>43</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>43</sub>						
5 y 6	(5) Lodazal	1: Transitabilidad baja o Intransitabilidad en épocas de lluvia	Área (A <sub>51</sub> ): Daño 5 Gravedad 1 A <sub>51</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>51</sub>	$EFp = [(EF_{51} \times A_{51}) / (A_{51})]$	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
	(6) cruce de agua	1: Transitabilidad baja o Intransitabilidad en épocas de lluvia	Área (A <sub>61</sub> ): Daño 6 Gravedad 1 A <sub>61</sub> = Longitud x Ancho (del deterioro)	ancho	500	anchox500	EF <sub>61</sub>	$EFp = [(EF_{61} \times A_{61}) / (A_{61})]$	0	> 0 y < 10	≥ 10 y < 50	50	
									<b>SUMA PUNTAJE DE CONDICIÓN</b>				

Nota: Manual de carreteras – Conservación Vial Vol. 1

El número máximo no puede ser superior a 500. A continuación, puedes ver cómo obtener la calificación del estado restando la puntuación del estado de la suma total (500):

### Tabla 7

*Calificación de la condición*

Calificación de Condición =	500 – Suma Puntaje Condición
Calificación de Condición =	

*Nota:* Manual de carreteras Vol. 1

Hay tres consideraciones principales en el método que utiliza el estado para evaluar las condiciones de las carreteras. Estas clases representan varios tipos de superficies de carretera, incluidas las carreteras pavimentadas y sin pavimentar:

- ✓ Bueno
- ✓ Regular
- ✓ Malo

Los rangos de clasificación del estado utilizados para clasificar el estado de la capa de rodadura incluyen:

### Tabla 8

*Clasificación de las condiciones según la calificación*

Condición Bueno	> 400
Condición Regular	> 150 y ≤ 400
Condición Malo	≤ 150

*Nota:* Manual de carreteras Vol. 1

Es posible pronosticar las reparaciones necesarias para cada tramo de 500 metros clasificando el desgaste de la vía:

**Tabla 9**

*Tipos de conservación según calificación de condición*

RECONSTRUCCIÓN - REHABILITACIÓN			CONSERVACIÓN PERIÓDICA					CONSERVACIÓN RUTINARIA	
[Pattern]			[Pattern]					[Pattern]	
50	100	150	200	250	300	350	400	450	500

*Nota:* Manual de carreteras – Conservación Vial Vol. 1

#### **2.2.4. Rugosidad**

Según la norma ASTM E867-06 Terminología relacionada con los sistemas de vehículos y pavimentos, esta rugosidad se debe a la desviación que presenta respecto a una superficie teóricamente plana. Las diferentes anchuras de esta desviación afectan al drenaje, la carga dinámica, el rendimiento de la conducción y la dinámica del vehículo. Además, la deformación de la superficie de la carretera que da lugar a una aceleración vertical inquietante se conoce como rugosidad (Perera y Kohn, 2002).

Existe un parámetro conocido como Índice Internacional de Rugosidad (IRI) para determinar la suavidad del pavimento. En estas circunstancias, se espera que los usuarios de la carretera disfruten de ello.

##### **2.2.4.1. Índice de Rugosidad Internacional (IRI)**

La rugosidad de la superficie y otras cualidades del pavimento pueden cuantificarse utilizando el IRI, una métrica que se utiliza a nivel mundial. Simula cómo funcionará un automóvil a una determinada velocidad, teniendo en cuenta

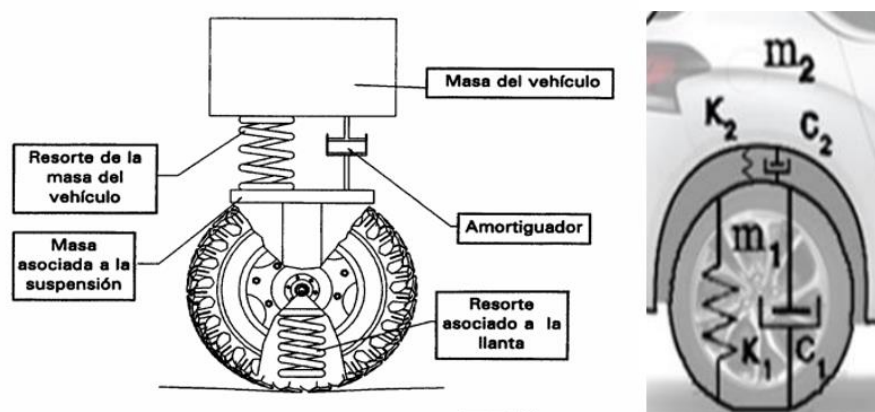
atributos prioritarios para el usuario, como la comodidad y la seguridad. Además de organizar la construcción y el cuidado de la mayoría de las carreteras de la ciudad, también se utiliza para averiguar cuánto cuesta mantener los vehículos en funcionamiento (Sayers et al., 1986).

#### 2.2.4.2. Modelo de Cuarto de Carro.

Mientras viaja a 80 km/h por una ruta predeterminada, este modelo (QC) simula el movimiento acumulado de la suspensión. El nombre se inspira en un componente integral del vehículo. La figura 11 muestra los numerosos componentes de la suspensión de un vehículo, incluyendo la rueda en realidad un resorte vertical, el eje soportado por los neumáticos, los resortes y amortiguadores que mantienen la suspensión en su sitio y, por último, la masa del coche, frenada por los neumáticos (Sayers y Karamihas, 1998).

**Figura 11**

*Modelo de cuarto de carro*



Nota: Sayers & Karamihas (1998)

Donde:



- ✓ **L**= Longitud de cálculo del IRI
- ✓ **v**= Velocidad de circulación del vehículo
- ✓ **m1**= Masa inferior
- ✓ **m2**= Masa superior o suspendida
- ✓ **K1**= La rigidez constante de los neumáticos (la suspensión principal del vehículo entre la carretera y la masa inferior del vehículo).
- ✓ **K2**= La suspensión secundaria, que conecta las masas inferior y superior del vehículo, mantiene una rigidez constante.
- ✓ **C1**= constante de amortiguación de la suspensión principal.
- ✓ **C2**= es la constante de amortiguación de la suspensión secundaria.

Para obtener el IRI, sumamos las desviaciones verticales absolutas de la masa superior (el cuerpo) y la masa inferior (el eje) del modelo de góndola. Según Sayers y Karamihias (1998), el resultado se divide entonces por la distancia recorrida en millas, kilómetros o metros.

### 2.2.4.3. Valores del IRI

Los siguientes valores son accesibles dentro de los parámetros establecidos por el Banco Mundial y la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM) [1926-98]:

Para diversos tipos de carreteras y rangos de valores IRI, el Banco Mundial ha desarrollado una escala de medición de la rugosidad de la superficie, que incluye lo siguiente:

- ✓ IRI de 0 a 12 m/km: camino pavimentado

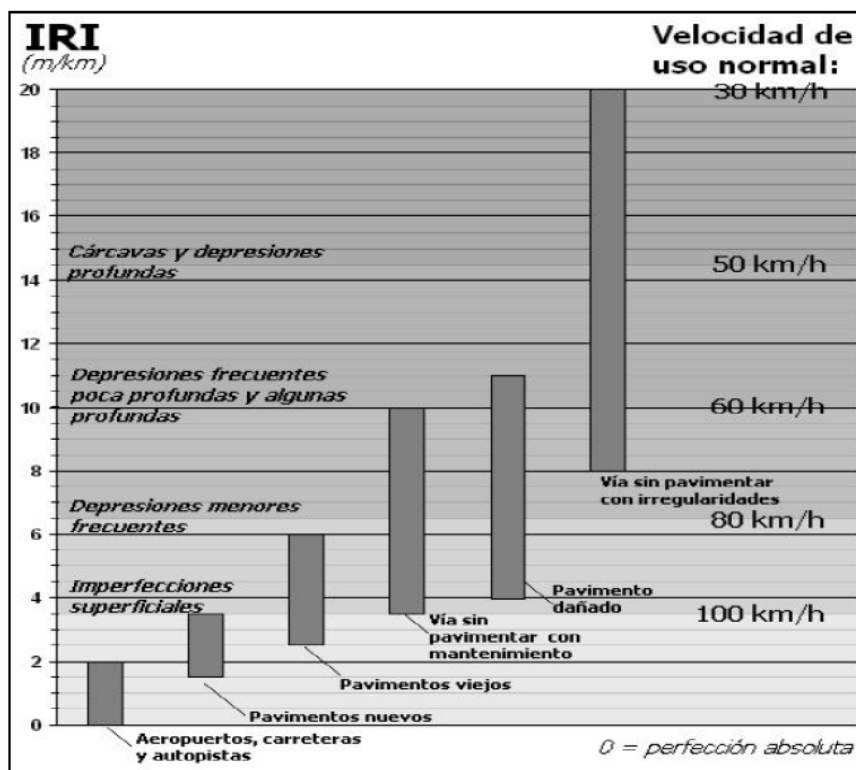
✓ IRI de 0 a 20 m/km: camino no pavimentado

En este sistema, una carretera con un nivel suficiente de regularidad se representa con un número cero, mientras que una carretera sin asfaltar se representa con un valor de veinte.

La figura 12 muestra la escala del Banco Mundial para determinar los valores del IRI.

**Figura 12**

*Sistema de clasificación de carreteras según las normas del Banco Mundial*

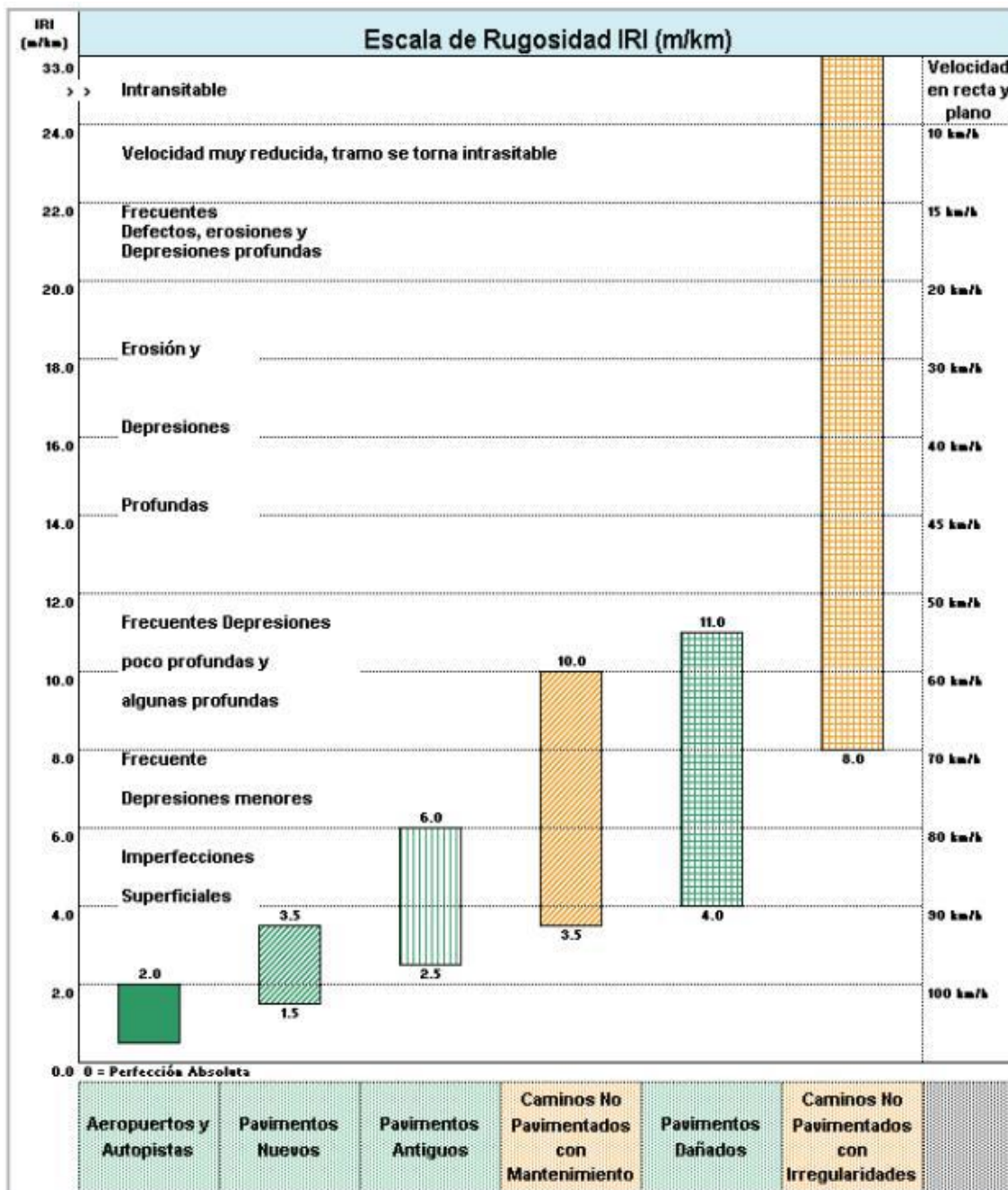


Nota: (Badilla Vargas, 2009) Adaptado de UMTRI Research Review.

Según el Manual de Carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, se utilizará la escala de rugosidad del MTC para determinar el IRI del pavimento.

Figura 13

Escala de rugosidad según el uso y estado del pavimento



Nota: Manual MTC (2014).

#### 2.2.4.4. Escala de valores del IRI en el Perú

la investigación se basó en los hallazgos descritos en las Especificaciones Técnicas Generales para el Mantenimiento Vial de 2007 del MTC. Las cifras y datos del IRI utilizados en Perú se presentan en la Tabla 10.

**Tabla 10**

*Estado de carreteras no pavimentadas según su rugosidad*

Estado	Rugosidad
Bueno	$IRI \leq 6$
Regular	$6 < IRI \leq 8$
Malo	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$10 \leq IR$

Nota: MTC, 2007.

#### 2.2.5. Clasificación de equipos para la medición del IRI

Para clasificar las herramientas de medición de la superficie de las carreteras, consultamos el Documento Técnico n.º 46 del Banco Mundial, (Directrices para la implementación y calibración de mediciones de la rugosidad de las carreteras), y la norma ASTM E-95098, que especifica la resolución de medición y los intervalos de almacenamiento de datos que pueden ofrecer diversas herramientas. La tabla 11 muestra esta información.

En esta sección se compara el sistema de categorización del Banco Mundial con el de la ASTM:

Tabla 11

## Clasificación de equipos de medición del IRI

CLASIFICACIÓN DE EQUIPO	CLASIFICACIÓN SEGÚN BANCO MUNDIAL, BOLETÍN TÉCNICO N° 46	CLASIFICACIÓN SEGÚN ASTM E-950-98	
	REQUERIMIENTOS	INTERVALOS LONGITUDINALES DE ALMACENAMIENTO DE DATOS	RESOLUCIÓN DE MEDICIONES VERTICALES
Clase 1	Perfilómetros de precisión. Requiere que el perfil longitudinal de un camino sea medido como una serie de puntos de elevación equidistantes a través de la huella o rodera de la vía para calcular el IRI. Esta distancia no debería superar los 0.25 mm y la precisión en la medición de la elevación debería de ser 0.5 mm para pavimentos que posean valores de IRI valores de IRI entre 10 y 20 m/km.	Menor o igual a 25 mm.	Menor o igual a 0.1 mm.
Clase 2	Otros métodos perfilométricos. Requieren una frecuencia de puntos de perfil, no superior a 0.5 m y una precisión en la medición de la elevación comprendida entre 1.0 mm para pavimentos que posean valores de IRI entre 1 y 3 m/km y 6.0 mm para pavimentos con valores de IRI entre 10 y 20 m/km.	Mayor que 25 mm. hasta 150 mm.	Mayor que 0.1 mm. hasta 0.2 mm.
Clase 3	IRI estimado mediante ecuaciones de correlación. La obtención del perfil longitudinal se hace mediante equipos tipo respuesta (RTRRM), los cuales han sido calibrados previamente con perfilómetros de precisión mediante ecuaciones de correlación.	Mayor que 150 mm. hasta 300 mm.	Mayor que 0.2 mm. hasta 0.5 mm.
Clase 4	Estimaciones subjetivas y mediciones no calibradas. Incluyen mediciones realizadas con equipos no calibrados, estimaciones subjetivas con base en la experiencia en la calidad de viaje o inspecciones visuales de las carreteras.	Mayor que 300 mm	Mayor que 0.5 mm

Nota: Laser y KJ Law, 1988.

### 2.2.5.1. Normativas internacionales para la medición del IRI

El Banco Mundial, según afirma Montoya (2013), el IRI se considera el principal estándar para medir la rugosidad en las carreteras, pero AASHTO, ASTM, FWHA y otros grupos tienen sus propios criterios para valorar el IRI. Sin embargo, es fundamental revisar los métodos o tipos de valores desarrollados por los grupos según el tipo de carretera o si la superficie es de otro tipo. Para los métodos de medición, la FWHA y el Banco Mundial utilizan un IRI promedio, que muestra un número absoluto como medida para una carretera específica.

**Tabla 12**

*Normativas internacionales para el control de IRI*

NORMATIVA U ORGANIZACIÓN	Requerimientos de IRI según tipo de superficie		
	Descripción	Carpeta asfáltica	Concreto hidráulico Tratamiento superficial
ASTM E 1926-98	IRI obtenido en sub-lotes de 0.1 km	Presenta dos escalas de valores de IRI con descripción verbal, una para vías pavimentadas y otra para no pavimentadas.	
AASHTO PP-37-02	No específica	No específica.	
FFWHA	Promedio de los valores de IRI determinado en cada huella cada 100 metros	No específica.	
BANCO MUNDIAL	Promedio global de toda la medición	Presenta una escala de rugosidad para diferentes tipos de vial.	

*Nota:* Montoya, 2013.

### 2.2.6. Instrumento para la investigación

El Merlín, a menudo denominado bicicleta Merlín, es una herramienta de bajo costo, polivalente, sencilla y fácil de usar que se desarrolló pensando en los países en desarrollo; por ello, es ideal para evaluar tramos de carretera muy cortos.

#### 2.2.6.1. El rugosímetro de MERLIN

El rugosímetro MERLIN es un instrumento para evaluar la rugosidad a un costo muy bajo. Fue fabricado por el Laboratorio Británico de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) y se basó en un perfilómetro estático. Su objetivo principal era crear una herramienta económica y de fácil aplicación, con un enfoque analítico sencillo para obtener resultados fiables (Hirpahuanca Laura, D. 2016).

#### Figura 14

*Instrumento de merlín*



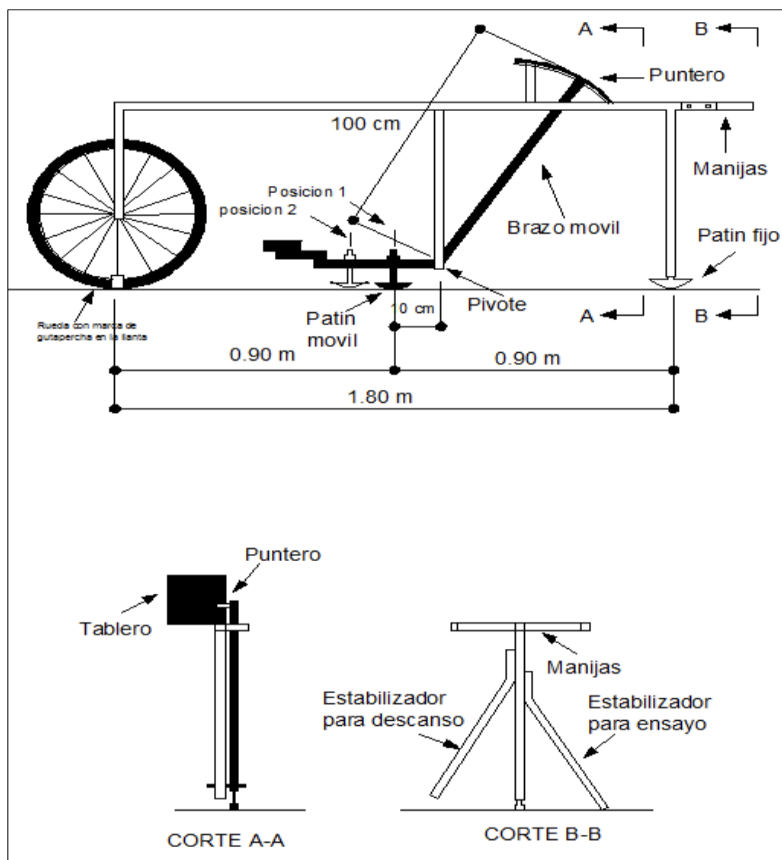
*Nota:* <https://gylcorporation.rugosimetro-merlin/>

## 2.2.6.2. Partes del rugosímetro de MERLIN

El equipo MERLIN se compone de unos pocos componentes básicos: dos mitades, la vertical y la horizontal, forman el armazón de este aparato. La sección vertical delantera está equipada con dos ruedas, mientras que dos soportes basculantes laterales refuerzan la parte trasera. El del lado derecho mantiene el dispositivo firmemente sujeto al suelo mientras se utiliza, y el del lado izquierdo hace lo mismo en sentido inverso. El Águila (1999) describe el artilingio como un dispositivo con dos asas en la parte horizontal, que permiten levantarlo y transportarlo sobre ruedas, de forma similar a una carretilla.

**Figura 15**

*Partes del rugosímetro de merlín*



*Nota:* Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999

Una barra vertical que no toca el suelo sobresale en el centro del elemento horizontal; es en su base donde gira el brazo móvil. Según Del Águila (1999), la parte del brazo móvil que toca directamente el suelo está conectada a una almohadilla roscada ajustable que se adapta a diferentes tipos de terreno.

El movimiento del puntero se anota según donde señale en la escala del instrumento, que tiene cincuenta marcas diferentes, cada una de 5 milímetros de ancho y adheridas a lo largo del borde del tablero (véase la figura 16).

**Figura 16**

*Escala para determinar la dispersión de las desviaciones*



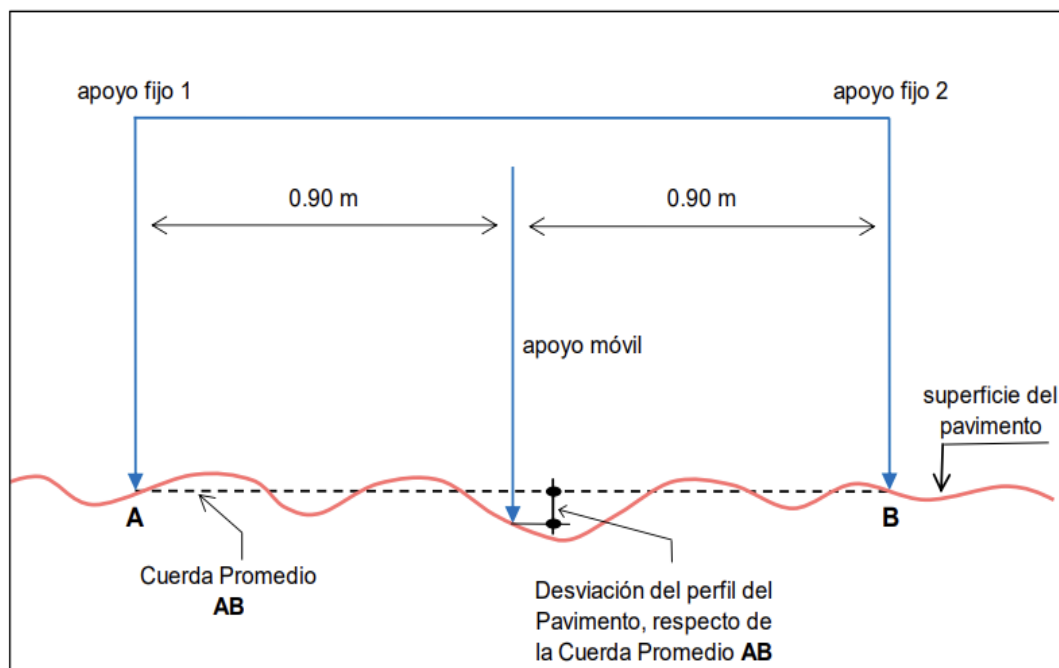
*Nota:* Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999

### 2.2.6.3. Metodología utilizada para determinar la Rugosidad

Para determinar la rugosidad del pavimento, observamos cuánto se desvía la superficie de una distribución media de cuerdas. Según Del Águila (1999), se puede utilizar una línea imaginaria de longitud constante para estimar el desplazamiento vertical entre la superficie de la carretera y el punto medio. Esto se muestra en la figura 17. La desviación de la cuerda media caracteriza el desplazamiento.

**Figura 17**

*Modificación de la superficie del pavimento con respecto a la línea de base*



*Nota:* (Merliner, 1999)

Dado que esta distancia ofrece los mejores resultados en las correlaciones, la longitud típica de la cuerda es de 1,80 m. Del mismo modo, se ha establecido que deben medirse 200 valores atípicos de la longitud media de la cuerda de forma secuencial a lo largo de la pista, con una separación

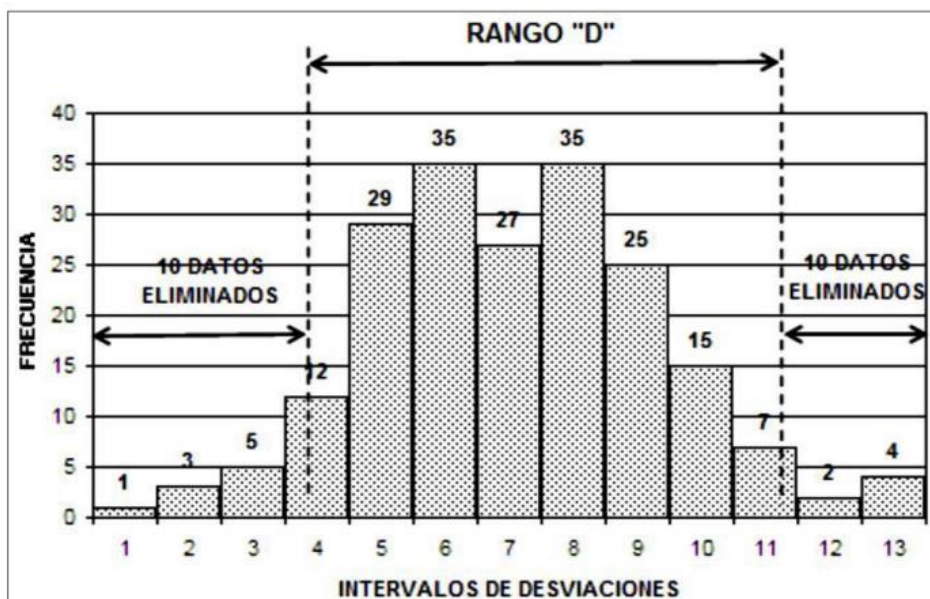
constante entre cada lectura (Hirpahuanca Laura, D. 2016). En estas condiciones, la rugosidad de la superficie se correlaciona directamente con la variabilidad del desplazamiento.

### a) Histograma de la distribución de frecuencias

Cuando se crea un histograma que muestra la frecuencia de los 200 valores de datos, una escala de rugosidad típica ayuda a verificar cuánto se distribuyen las desviaciones, como se muestra en la Figura 18. Después de descartar un 10 por ciento de las lecturas (eliminar en el histograma 10 lecturas de ambos extremos), el rango de muestra, indicado como D, se convierte en una estadística que muestra cuán ampliamente se distribuyen los valores. El valor D es la unidad MERLIN para la rugosidad del pavimento.

**Figura 18**

*Representación de la frecuencia por intervalos de desviaciones*



*Nota:* (Merliner, 1999)

No es una idea novedosa ni única que TRRL utilice la dispersión de las desviaciones superficiales con respecto a una cadena media para evaluar la rugosidad del pavimento. Esta noción ha sido utilizada por otros académicos para sugerir varias medidas de rugosidad, incluido el famoso índice Quarter-car (QI), que se examina en la obra citada (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999).

#### **2.2.6.4. Método de Medición**

El Banco Mundial proporciona una clasificación en cuatro partes para evaluar la rugosidad, que se refiere a la técnica de medición (véase la tabla 11).

Además, se creó un perfilómetro estático conocido como técnica de clase 1 para medir superficies utilizando el medidor de rugosidad MERLIN, que ofrece resultados muy precisos (0,98). Según Del Águila (1999), varios fabricantes sugieren utilizar este método para calibrar los medidores de rugosidad debido a su excelente precisión cuando se combina con el método de referencia (carril y nivel).

##### **a) Procedimiento de ensayo**

Para realizar la prueba, se necesitan dos personas. La primera debe usar un instrumento y obtener mediciones en un rango de 1 a 50, mientras que el ayudante anota estos valores en la hoja de campo que contiene una cuadrícula de 20 x 10 casillas (véase la Figura 19 para obtener orientación).

Para realizar el trabajo de campo, se debe elegir un carril determinado de la carretera con una longitud de 400 m. Del mismo modo, para obtener el valor de rugosidad, es necesario observar las (irregularidades de la carretera) 200 veces. La ubicación del indicador de cotización indica cada observación que

MERLÍN detecta en el borde móvil. Se produce una lectura como resultado de la tabla que crea. Se requieren comprobaciones periódicas, normalmente cada 2 metros.

### Figura 19

*Método para recopilar datos*

ENSAYOS PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
Carretera:					Ensayo N°:						
Sector:					Progresiva:						
Huella:					Fecha:						
Inspector:											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1											<b>Tipo de Pavimento</b> Afirmado <input checked="" type="checkbox"/> Base granular <input type="checkbox"/> Base imprimada <input type="checkbox"/> Tratamiento bicapa <input type="checkbox"/> Carpeta en frio <input type="checkbox"/> Carpeta en caliente <input type="checkbox"/> Recapeo asfáltico <input type="checkbox"/> Sello <input type="checkbox"/> Otros <input type="checkbox"/>
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
Observaciones:											

*Nota.* (Merliner, 1999)

Esto es evidente si hablamos de la circunferencia de la rueda MERLIN. Es recomendable usar una señal visible en el borde de la rueda, ya que cada comprobación se realiza después de que la rueda haya dado una vuelta. La misma regla se aplica a la observación. El estabilizador para probar las ruedas y el soporte fijo trasero deben permanecer en el punto exacto de la carretera. Las

mediciones se realizan sin detenerse a una velocidad de desplazamiento de aproximadamente 2 km/h. Del Águila en 1999.

#### 2.2.6.5. Correlación D vs IRI

Seguir esta técnica le permitirá vincular los resultados del medidor de rugosidad con el Índice Internacional de Rugosidad (IRI):

- Si el valor del IRI se encuentra entre  $2.4 < IRI < 15.9$

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * Dc \dots \dots (1)$$

- Si el valor del IRI  $< 2.4$

$$IRI = 0.0485 * Dc \dots \dots (2)$$

Las superficies de carretera de asfalto, granulares o de tierra se evalúan utilizando la expresión 1, y los pavimentos recién construidos se someten a un control de calidad utilizando la expresión 2.

#### 2.2.6.6. Cálculo de la Rugosidad

##### a) Cálculo del rango D

Al determinar la distribución de las mediciones o ubicaciones obtenidas por la aguja, se puede examinar la varianza de los datos MERLIN. Por motivos didácticos, esto se puede mostrar en forma de histograma. Después de eliminar el 10 % de los datos relacionados con ubicaciones del puntero inexactas o no representativas, se establece la escala de valores asociada con el intervalo de frecuencia (D). Si se observa el histograma detenidamente, se verá que se eliminan tanto el 5 % más bajo como el 5 % más alto. Para tener en cuenta las proporciones que pueden surgir de la eliminación de datos, la «anchura del



histograma» se calcula en una escala después de la eliminación de datos Del Águila (1999, p. 8) afirma.

Tenga en cuenta que un revestimiento que no es grueso tendrá una flecha en el tablero que muestra un número cercano a 25, mientras que un revestimiento que es rugoso tendrá una flecha cercana a 1 o 50. Por lo tanto, para obtener la rugosidad MERLIN en este momento, debemos multiplicar el valor del gráfico de frecuencia por el valor de cada unidad (5 mm), convertirlo a milímetros (mm) y luego colocarlo en el nivel IRI.

#### **b) Factor de corrección para el ajuste D.**

La relación entre los brazos del medidor de rugosidad puede ser cualquier valor entre 1 y 10. Cuando el brazo deslizante del equipo se desgasta, esta relación cambia en la práctica; para solucionarlo, basta con utilizar el factor de corrección (CF). Utilizando la plataforma móvil en el suelo, obtenga la lectura inicial (por ejemplo, lectura = 25) y, a continuación, transfírala al bastidor; esto le dará el factor de corrección. Antes de utilizar el medidor de rugosidad, asegúrese de que la superficie sea plana. Mientras está en funcionamiento, la aguja del medidor se moverá a una relación de brazo estándar de 1:10 cuando se coloque en el suelo. Cerca del campo 12 (el valor final), la aguja se situará si la relación real del brazo del dispositivo coincide con la relación prevista. Si no es así, tendrá que ajustar (D) utilizando esta fórmula:

$$F.C. = \frac{EP * 10}{(LI - LF) * 5} \dots \dots (3)$$

Donde:



- EP: Espesor de la pastilla
- LI: Posición inicial del puntero
- LF: Posición final del puntero
- F.C.: Factor de corrección para el ajuste D

El valor de rugosidad en (unidades MERLIN) se obtiene multiplicando el rango (D) por el F.C.

### c) Cálculo del rango D

Corregido. El valor se obtiene de la siguiente expresión:

$$D_c = D * F.C.* RB \dots \dots (4)$$

Donde:

- D: rango D calculado
- F.C.: Factor de corrección
- RB: Relación de brazos
- Dc: Rango D corregido

### d) Determinación de la rugosidad en la escala IRI

Para convertir las unidades MERLIN a la escala IRI de rugosidad del pavimento, se pueden aplicar las expresiones (1) o (2), según sea aplicable al estado del pavimento.

### 2.2.7. La serviciabilidad

La funcionalidad de la superficie de una carretera es un indicador clave de rendimiento. Tiene que ver con el rendimiento práctico que garantiza la



seguridad y la comodidad del usuario mientras conduce. Tiene que ver con las características físicas del pavimento, como defectos y fisuras. La capacidad del servicio para soportar peso (rendimiento estructural) puede verse afectada. (Arroyo y Dujisin, 1995). A continuación, se presenta un resumen de los cinco puntos principales señalados por los autores mencionados en relación con la idea de la capacidad de servicio:

1. Las personas construyen carreteras para poder viajar cómoda y fácilmente.
2. La impresión y la opinión subjetivas del usuario están relacionadas con la comodidad o la calidad de la transitabilidad.
3. En tercer lugar, la calificación de la capacidad de servicio (PSI) es una forma de que los usuarios de la carretera comuniquen la capacidad de servicio.
4. El pavimento tiene características físicas que pueden medirse objetivamente y evaluarse subjetivamente. Este enfoque permite obtener un nivel de servicio objetivo.
5. El desgaste del pavimento con el paso del tiempo es un indicador de su rendimiento. La calidad de la conducción, que está directamente relacionada con la seguridad y la comodidad de los usuarios, viene determinada por la nivelación de la superficie de la carretera. Los servicios se clasifican según este criterio, conocido como PSI.

### 2.2.7.1. Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

La estandarización de enfoques objetivos para evaluar el desgaste del pavimento fue inicialmente un esfuerzo de la (AASHTO) por crear una relación entre los estados funcionales y estructurales.

La capacidad de un pavimento para soportar el volumen de tráfico para el que fue construido originalmente se conoce como su nivel de servicio o estado de servicio. La tabla 13 muestra la escala del índice de servicio, donde 0 indica carreteras completamente intransitables y 5 indica superficies perfectas.

**Tabla 13**

*Escala de Índice de serviciabilidad*

PSI	TRANSITABILIDAD
0 - 1	Pésima
1 - 2	Malo
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

*Nota:* Escala de referencia, Guía AASHTO

La inspección superficial del pavimento permite certificar su estado según el Índice de Servidabilidad (PSI). Según lo indicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en 2014, página 157.

Para saber en qué estado se encuentra el pavimento, utilizamos el índice de servicio actual (PSI). Este índice determina el estado funcional o de servicio del pavimento. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones [MTC], 2014, p. 157).

### 2.2.7.2. Correlación PSI - IRI

Los investigadores optan por calcular el valor actual del servicio (PSI) y compararlo con el índice internacional de rugosidad (IRI). Para conectar y relacionar valores del IRI con el PSI, se construyó la ecuación siguiente:

$$PSI = \frac{5.0}{\exp\left(\frac{IRI}{5.5}\right)} \dots \dots (5)$$

Donde:

- ✓ IRI: Índice Internacional de Rugosidad
- ✓ PSI: Índice de Serviciabilidad

En este momento, con el fin de tener en cuenta el hecho de que la rugosidad tiene el mayor impacto en la facilidad de mantenimiento según las fórmulas originales de la prueba de carretera AASHO, Dujisin y Arroyo propusieron la siguiente ecuación:

$$PSI = 5.85 - 1.68 * IRI^{0.5} \dots \dots (6)$$

## 2.3. Marco conceptual

1. **Transitabilidad.** Describe la facilidad con la que se puede viajar o cruzar una superficie, como una carretera o un camino. Se tienen en cuenta aspectos como la comodidad, la seguridad y la facilidad de acceso tanto para los peatones como para los coches (Gonzales y Sánchez, 2021).
2. **Rugosímetro de Merlín.** La rugosidad de la superficie del pavimento se puede medir con este instrumento. Según Huanca (2023), mide con



precisión la textura del pavimento, lo que puede utilizarse para evaluar el estado y la seguridad de las carreteras.

3. **Carretera.** Los vehículos motorizados son los principales usuarios de las vías públicas, como autopistas y carreteras.
4. **Regularidad.** Lo que queremos decir con (regular) aquí, es algo que sigue un patrón de manera constante.
5. **Índice de serviciabilidad.** Teniendo en cuenta aspectos como la comodidad de los usuarios y la longevidad del pavimento, es una forma de evaluar la capacidad que tiene un pavimento con el propósito de obtener un nivel adecuado de confort (Llerena y Torres, 2016).
6. **PSI.** Significa la compresión que el suelo o terreno subyacente puede soportar, expresada en libras por pulgada cuadrada. Este valor ayuda a determinar la carga que el pavimento puede soportar y si puede soportar vehículos sin deformarse significativamente (Cárdenas, 2018).
7. **Daños.** Se produce en la superficie de una carretera, cuando las condiciones meteorológicas y el tráfico interactúan entre sí.
8. **Deflexión.** Se trata del cambio transitorio en la altura del pavimento que se produce cuando las ruedas de las unidades móviles ejercen presión sobre la superficie.
9. **Derecho de Vía.** Son zonas de propiedad estatal que se utilizan para construir la carretera y cualquier estructura auxiliar o ampliación de las mismas.
10. **Afirmado.** Es una capa granular muy fina compacta que soporta directamente el peso y las fuerzas del tráfico, puede ser tanto natural o tratado. Debe haber suficiente material cohesivo con partículas finas para



que se mantengan unidas. Su uso principal es como superficie de carreteras y vías de circulación.

**11. Carretera no pavimentada.** Una carretera cuya superficie es de piedra triturada o grava, tierra estabilizada o el propio suelo.

**12. Camino Vecinal.** Es una carretera que conecta varias comunidades con las carreteras de mayor rango, la cual tiene la finalidad de mejorar los servicios de transporte a los lugares recónditos.

**13. Baches en el pavimento.** se generan por la presencia de depósitos de agua, sin embargo, los vehículos aceleran el proceso de su aparición, en la mayoría de los casos, los conductores comienzan a notarlos cuando alcanzan un diámetro de alrededor de 0,2 metros.

**14. Encalaminado.** Describe las imperfecciones que se encuentran en la superficie provocadas por la reacción de los materiales granulares a las vibraciones producidas por los vehículos en circulación.

**15. Drenaje subterráneo.** El objetivo de estas estructuras es permitir que el agua superficial y subterránea se drene lejos de las carreteras y otras infraestructuras viarias, que se encuentran bajo la plataforma.



## CAPITULO III

### METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Enfoque de la investigación

Los datos de campo de la carretera obtenidos para ambos métodos son numéricos, por lo que pueden analizarse y procesarse mediante análisis estadísticos. Por lo tanto, es de carácter cuantitativo.

#### 3.2. Tipo de investigación

La investigación que aquí se presenta es de tipo aplicado. De acuerdo con Lozada (2014), su propósito es generar conocimiento mediante la utilización de técnicas que permitan abordar problemas en la sociedad o en el ámbito productivo.

#### 3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es descriptivo ya que busca recopilar los datos que describen los acontecimientos que luego, se tabula, organiza y describe de manera ordenada todos los datos recolectados, (Abreu, 2012).

### **3.4. Diseño de la investigación**

Este estudio es de diseño no experimental, ya que se centra en sucesos reales que ya han tenido lugar, sin que la intervención del investigador haya influido en ellos.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

se considera como población, al total de la longitud del Camino vecinal afirmado desvió carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray, en la provincia de San Román, región de Puno, el cual es objeto de este estudio.

#### **3.5.2. Muestra**

Para la metodología (MTC) se dividió en cuatro tramos de 500 metros cada uno y para determinar el (IRI) se dividió en cinco tramos de 400 metros cada uno, lo que conforman los 2 km de carretera sin asfaltar, siendo su inicio en el km 16+000 y fin en el km 18+000. También se consideró a la muestra como no probabilística o selectiva, además se seleccionó en función de una serie de factores, entre los que se incluyen las características físicas de la carretera, las irregularidades y las características del estudio.

### **3.6. Ubicación del estudio**

#### **3.6.1. Ubicación Política**

- Departamento: Puno
- Provincia: San Román
- Distrito: Juliaca

- Centro poblado Cochaquinray

**Figura 20**

*Mapa de la carretera vecinal*



**Tabla 14**

*Ubicación geográfica del camino vecinal*

Descripción	Progresiva	Latitud	Longitud
Inicio	Km 16+000	15°25'21.33"S	70°12'45.85"O
Final	Km 18+000	15°26'8.53"S	70°12'1.68"O

### 3.7. Técnicas e instrumentos

#### 3.7.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica utilizada para la metodología de conservación vial (MTC), consiste inspeccionar visualmente y registrar de forma directa las condiciones físicas de la superficie del camino vecinal afirmado, identificando y clasificando cada uno de los tipos de deterioro presentes en el tramo de estudio, para luego procesarlo en las hojas de cálculo Excel. Este estudio incluye también fotografías de las fallas encontradas en la vía.



La técnica utilizada para la determinación del (IRI), consistió en registrar cada una de las lecturas obtenidos en campo luego de la aplicación del rugosímetro merlín, para luego procesarlo en plantillas Excel.

### **3.7.2. Instrumentos**

Los instrumentos que se utilizaron para la aplicación de la metodología de conservación vial (MTC) son:

- Hojas de registro.
- Flexómetro.
- Regla metálica de 1.2 metros.
- Cámara fotográfica.
- Hojas de cálculo Excel.

Los instrumentos que se utilizaron para la determinación del (IRI) son:

- Rugosímetro merlín.
- Hojas de registro.
- Flexómetro.
- Regla metálica de 3 metros.
- Hojas de cálculo Excel.

## **3.8. Plan de recopilación y procesamiento de datos**

### **3.8.1. Para la metodología de conservación vial (MTC)**

#### **a) Preparación y planificación:**

Antes de pasar a evaluar las fallas primero se procedió a verificar el tramo total del camino en estudio desde el kilómetro 16+000 hasta el kilómetro 18+000,

para evitar cualquier tipo de inconveniente en el proceso de evaluación, además se planifico la división de la ruta en cuatro tramos de 500 m cada uno, de acuerdo con la recomendación de la metodología utilizada.

### b) Levantamiento de fallas en la vía según la metodología:

De acuerdo con la metodología, registramos los resultados de nuestra evaluación de fallas, en la ficha que se muestra en la figura 21 que es proporcionado por el (MTC), identificando minuciosamente el tipo, la gravedad, el número y el alcance de las fallas que se produjeron en la vía estudiada.

**Figura 21**

*Ficha de levantamiento de fallas*

Código del daño	Tipo de daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía promedio	$\Sigma$ (Áreas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm		
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm		
		3. Huellas/Hundimientos $\geq$ 10 cm		
2	Erosión	1. Sensible al usuario pero profundidad < 5 cm		
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm		
		3. Profundidad $\geq$ 10 cm		
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria		
		2. Se necesita una capa de material adicional		
		3. Se Necesita una reconstrucción		
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm		
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm		
		3. Profundidad $\geq$ 10 cm		
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia		
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia		

### c) Procesamiento de datos en gabinete:

Finalizada la inspección, los datos recolectados fueron organizados en matrices de Excel para su procesamiento, procediéndose a calcular los resultados necesarios en el formulario del (MTC) que es para evaluar las carreteras sin pavimentar la cual se muestra en la figura 22.



Figura 22

Ficha de evaluación para vías no pavimentadas - MTC

Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	TRAMO ANALIZADO (500 m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro /Falla Eij=(Aij/As) x100	EFinjxAij	Extensión Promedio Ponderado EPP	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
				Aij=(Área de Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la sección Evaluada (m)				0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve EPP = Menor a 10%	2. Moderado EPP = entre 10% y 30%	3. Severo EPP = mayor a 30%	
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al Usuario pero < 5 cms.	Área (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho del deterioro												
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cms	Área (A12) Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho del deterioro						$EPP = [(EF11 \times A11 + EF12 \times A12 + EF13 \times A13)/(A11 + A12)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cms	Área (A13) Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho del deterioro												
2	Erosión	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A21) Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho del deterioro												
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms.	Área (A22) Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho del deterioro						$EPP = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23)/(A11 + A12 + A13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A23) Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho del deterioro												
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1												
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32) Daño 3 Gravedad 2						$EPP = N31 + N32 + N33$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 3												
4	Encalaminado	1. Sensible al Usuario pero profundidad < 5 cms	Área (A41) Daño 4 Gravedad 1 A41= Longitud x Ancho del deterioro												
		2. Profundidad entre 5 y 10 cms	Área (A42) Daño 4 Gravedad 2 A42= Longitud x Ancho del deterioro						$EPP = [(EF41 \times A41 + EF42 \times A42 + EF43 \times A43)/(A41 + A42)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cms	Área (A43) Daño 4 Gravedad 3 A43= Longitud x Ancho del deterioro												
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A51) Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho del deterioro												
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A61) Daño 6 Gravedad 1 A61= Longitud x Ancho del deterioro								0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50.00	
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>															

### 3.8.2. Para la determinación del (IRI)

#### a) Preparación y planificación:

Antes de comenzar a recopilar las lecturas, se prepararon varios aspectos como la verificación de la ruta, la selección de un colaborador que sirva como recopilador de datos, el traslado e instalación del equipo merlín entre otros que formaron parte de este proceso.

#### b) Equipamiento y calibración:

Para garantizar la fiabilidad de los resultados, comprobamos el funcionamiento y la calibración del dispositivo merlín cumpliéndose con cada uno de los detalles que amerita este procedimiento.

### Figura 23

*Calibración del equipo Merlín*



### c) Recopilación de datos en campo:

En este siguiente paso, se procedió a realizar las lecturas que corresponden, llenándose las hojas de campo que se destinó para cada uno de los cinco tramos de 400 metros, dicha hoja de campo se muestra en la figura 24.

### Figura 24

*Hoja de campo para la recolección de datos del (IRI)*

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME

**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : KM 16+000 - KM 16+400

**CARRIL** : DERECHO

**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

**(HOJA DE CAMPO)**

ENSAYO N°  HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

**TIPO DE PAVIMENTO**

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT. BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

### d) Procesamiento de datos en gabinete:

Finalizada la inspección, los datos recolectados fueron organizados en matrices de Excel para su procesamiento, procediéndose a calcular los resultados necesarios que amerita este método.



### 3.9. Consideraciones Éticas

Dada la naturaleza del proyecto, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones éticas.

La fiabilidad de los resultados de ambos métodos obtenidos tanto sobre el terreno como en el laboratorio queda garantizada por la documentación fotográfica y los informes de laboratorio. Además, esta investigación da crédito a quien corresponda, citando correctamente a los autores de cada una de las fuentes utilizadas.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANALISIS

#### 4.1. Resultados

Para la investigación del proyecto que se desarrolló en el Camino vecinal afirmado desvió carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray, se presenta los resultados obtenidos tanto por la aplicación de la metodología de conservación vial (MTC), como también del (IRI) utilizando el rugosímetro merlín.

##### ***4.1.1. Resultados según la Metodología de conservación vial (MTC)***

Con los datos y resultados obtenidos que se muestran en el anexo 02, como la suma de puntajes de condición que se determinó para cada uno de los 4 tramos (I, II, III y IV), se procedió a organizar las tablas 15,16,17 y 18 donde se muestran la calificación y el tipo de condición de cada uno de los tramos, además también se muestra el tipo de intervención que requieren estas.

La calificación de la condición del tramo I(km 16+000 – 16+500) resulta de la siguiente operación  $500 - 88 = 412$ . El tipo de condición que corresponde a la calificación de 412 es (bueno) y la intervención que requiere es de manera rutinaria, para mayores detalles ver la tabla 15.

**Tabla 15**

Calificación de la condición del tramo I(km 16+000 – km 16+500)

TIPOS DE COND. (Según Rango)	TIPOS DE COSERV.	CALIF. DE COND.	CONDICIÓN	CONSERVACIÓN
Bueno:(>400)	Rutinaria	412	<b>BUENO</b>	<b>RUTINARIA</b>
Regular:(>150 y <= 400)	Periódica			
Malo:(<= 150)	Recon. – Rehab.			

*Nota:* Adaptado del Manual MTC

La calificación de la condición del tramo II(km 16+500 – 17+000) resulta de la siguiente operación  $500 - 103,42 = 396,58$ . El tipo de condición que corresponde a la calificación de 396,58 es (regular) y la intervención que requiere es de manera periódica, para mayores detalles ver la tabla 16.

**Tabla 16**

Calificación de la condición del tramo II(km 16+500 – km 17+000)

TIPOS DE COND. (Según Rango)	TIPOS DE COSERV.	CALIF. DE COND.	CONDICIÓN	CONSERVACIÓN
Bueno:(>400)	Rutinaria			
Regular:(>150 y <= 400)	Periódica	396,58	<b>REGULAR</b>	<b>PERIÓDICA</b>
Malo:(<= 150)	Recon. – Rehab.			

*Nota:* Adaptado del Manual MTC

La calificación de la condición del tramo III(km 17+000 – 17+500) resulta de la siguiente operación  $500 - 110,55 = 389,45$ . El tipo de condición que corresponde a la calificación de 389,45 es (regular) y la intervención que requiere es de manera periódica, para mayores detalles ver la tabla 17.

**Tabla 17**

Calificación de la condición del tramo III(km 17+000 – km 17+500)

TIPOS DE COND. (Según Rango)	TIPOS DE COSERV.	CALIF. DE COND.	CONDICIÓN	CONSERVACIÓN
Bueno:(>400)	Rutinaria			
Regular:(>150 y <= 400)	Periódica	389,45	REGULAR	PERIÓDICA
Malo:(<= 150)	Recon. – Rehab.			

Nota: Adaptado del Manual MTC

La calificación de la condición del tramo IV(km 17+500 – 18+000) resulta de la siguiente operación  $500 - 101,48 = 398,52$ . El tipo de condición que corresponde a la calificación de 398,52 es (regular) y la intervención que requiere es de manera periódica, para mayores detalles ver la tabla 18.

**Tabla 18**

Calificación de la condición del tramo IV(km 17+500 – km 18+000)

TIPOS DE COND. (Según Rango)	TIPOS DE COSERV.	CALIF. DE COND.	CONDICIÓN	CONSERVACIÓN
Bueno:(>400)	Rutinaria			
Regular:(>150 y <= 400)	Periódica	398,52	REGULAR	PERIÓDICA
Malo:(<= 150)	Recon. – Rehab.			

Nota: Adaptado del Manual MTC

Luego se procede a determinar la calificación promedio, que resulta el valor de 399,14. Para el valor de 339,14 la condición que corresponde es (regular) y la intervención que requiere es de manera periódica. Los detalles se muestran en la tabla 19.

**Tabla 19***Calificación de la condición promedio del camino vecinal*

TIPOS DE COND. (Según Rango)	TIPOS DE COSERV.	CALIF. PROM.	CONDICIÓN	CONSERVACIÓN
Bueno:(>400)	Rutinaria			
Regular:(>150 y <= 400)	Periódica	399,14	REGULAR	PERIÓDICA
Malo:(<= 150)	Recon. – Rehab.			

*Nota:* Adaptado del Manual MTC

A continuación, se muestra en la tabla 20 un resumen de todos los resultados que se obtuvo aplicando la metodología de conservación vial (MTC).

**Tabla 20***Resumen de resultados según la metodología de conservación vial (MTC)*

Tramo	Progresiva		Calificación MTC	Condición
	Inicio	Final		
I	16+000	16+500	412.00	Bueno
II	16+500	17+000	396.58	Regular
III	17+000	17+500	389.45	Regular
IV	17+500	18+000	398.52	Regular
<b>Promedio</b>			<b>399.14</b>	<b>Regular</b>

#### **4.1.2. Resultados del (IRI) obtenidos con el rugosímetro Merlín**

Para determinar la rugosidad de la vía en estudio de 2 km que comienza en el km 16+000 y termina en el km 18+000, se dividió en 5 tramos de 400 metros cada uno, en el tramo 1 se logró obtener solo 191 lecturas, porque se encontró 2 zonas de lodazal, la primera interfirió en 4 lecturas y la segunda en 5 lecturas. En los tramos 2,3,4 y 5 no se encontró ningún tipo de obstáculo para



hacer las lecturas que corresponden, lo cual permitió obtener las 200 lecturas sin problema alguno. Los datos obtenidos del rugosímetro Merlín se muestran a continuación.

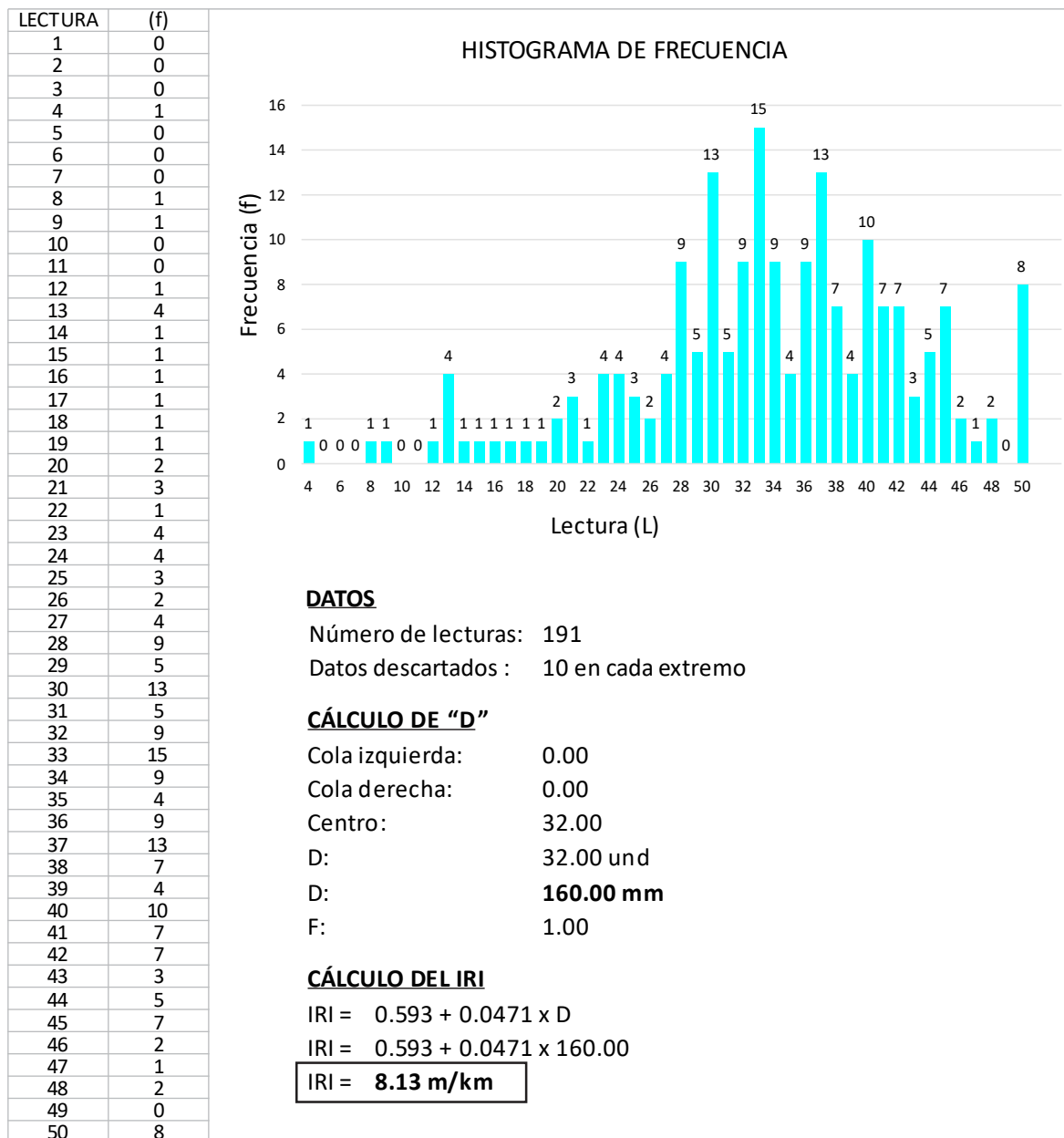
**Tabla 21**

*Datos obtenidos en campo del tramo 1, (16+000 al 16+400)*

LECTURAS									
30	33	34	28	38	41	32	33	39	33
37	30	32	29	16	37	24	38	38	45
48	42	28	27	17	31	37	37	30	33
20	41	41	30	29	42	38	18	19	45
12	39	25	04	22	33	44	31	27	29
25	25	24	33	13	23	33	24	28	39
26	13	20	30	44	28	21	21	48	45
09	-	-	-	-	13	50	31	32	37
30	23	26	42	37	35	50	36	32	40
32	34	41	28	15	50	50	36	24	23
31	36	42	36	45	30	39	36	38	40
14	43	28	40	50	40	41	30	32	40
23	47	40	28	44	33	30	30	30	50
-	-	-	-	-	50	21	50	32	42
29	33	34	45	33	33	28	44	31	27
36	45	40	36	33	37	40	37	32	32
34	44	43	13	34	34	35	37	30	40
36	37	34	41	38	43	42	33	34	42
35	37	28	41	36	34	37	30	38	46
35	46	33	45	27	33	37	29	08	40

**Figura 25**

*Diagrama de frecuencias del tramo 1, (16+00 al 16+400)*



El cálculo del (IRI) del tramo 1 dio como resultado un valor de 8,13 m/km. Según la tabla 10 este valor se encuentra dentro del rango considerado como condición superficial (malo), lo que indica que la vía presenta una superficie no confortable para la circulación vehicular.



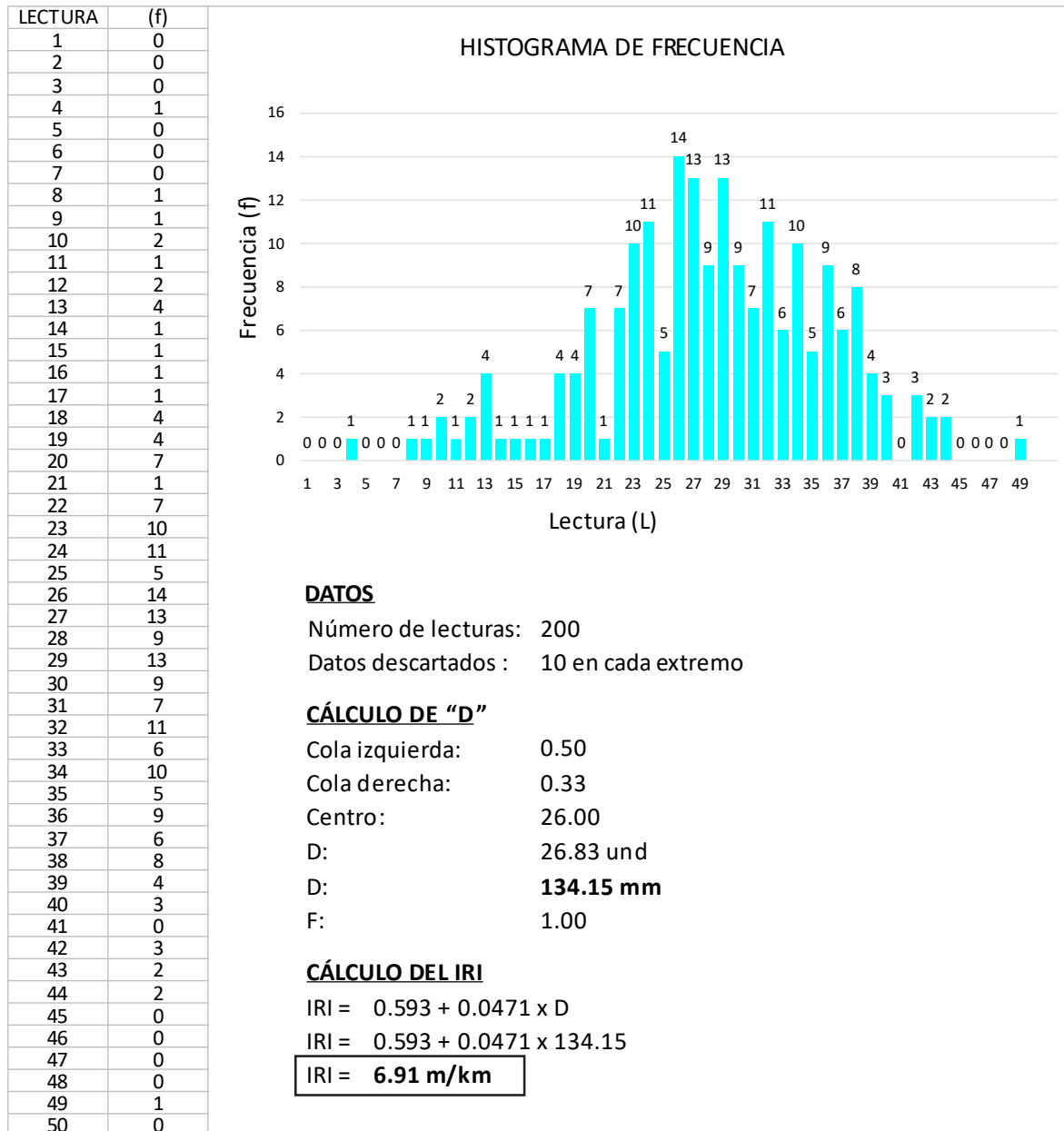
**Tabla 22**

*Datos obtenidos en campo del tramo 2, (16+400 al 16+800)*

LECTURAS									
40	36	29	26	38	34	27	34	35	32
30	37	42	27	39	33	36	26	42	37
30	31	38	31	04	13	12	14	26	35
30	20	20	28	23	44	49	29	36	37
19	29	30	36	18	29	24	23	39	22
31	19	27	20	26	24	18	22	33	13
15	23	16	26	27	32	23	22	21	25
31	37	26	27	28	26	19	33	27	26
29	32	24	34	11	25	23	23	38	24
29	31	40	23	24	10	33	28	27	30
26	22	08	27	18	22	24	13	27	20
23	26	27	24	31	20	20	33	23	17
34	12	36	24	10	20	09	27	19	24
32	36	36	40	44	24	26	26	35	29
22	34	32	13	28	32	29	25	32	32
28	33	30	29	29	25	26	18	25	24
28	32	26	30	38	22	34	27	30	34
37	31	29	39	42	28	30	43	38	37
34	36	39	43	23	27	29	35	38	34
28	29	32	38	35	28	34	32	36	38

**Figura 26**

*Diagrama de frecuencias del tramo 2, (16+400 al 16+800)*



El cálculo del (IRI) del tramo 2 dio como resultado un valor de 6,91 m/km. Según la tabla 10 este valor se encuentra dentro del rango considerado como condición superficial (regular), lo que indica que la vía presenta una superficie medianamente confortable para la circulación vehicular.



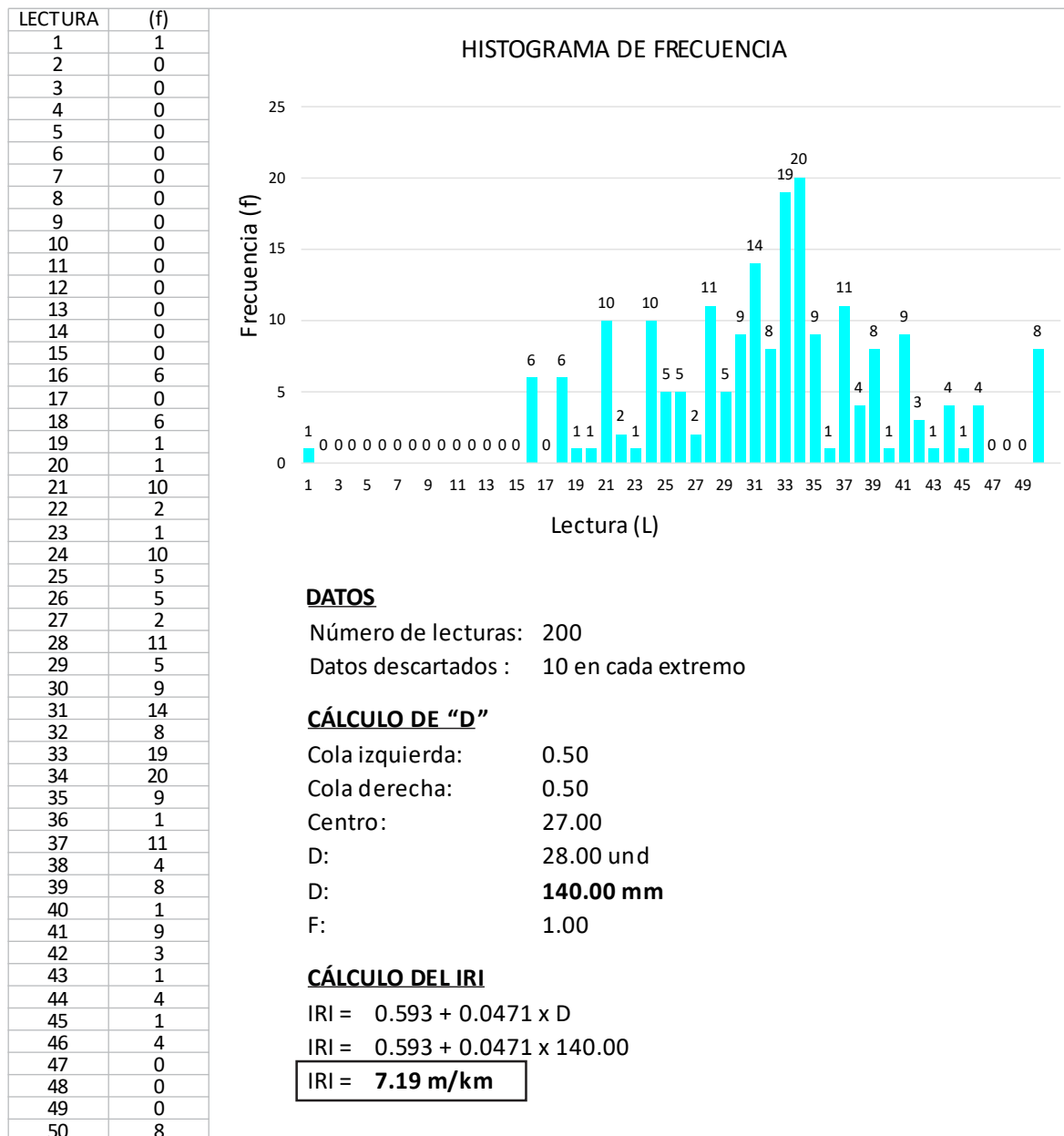
**Tabla 23**

*Datos obtenidos en campo del tramo 3, (16+800 al 17+200)*

LECTURAS									
16	50	33	30	33	30	46	37	32	41
24	28	37	33	39	35	46	31	32	18
28	32	41	31	50	22	34	30	35	44
34	33	50	33	34	33	28	37	41	29
33	39	28	37	33	39	32	41	37	16
31	50	32	41	31	50	30	18	35	45
31	24	34	18	31	24	35	44	33	39
38	28	35	44	38	28	33	39	25	21
41	29	33	39	33	34	25	21	34	26
37	16	25	21	21	29	30	26	24	21
32	24	34	26	27	19	21	31	31	33
21	40	24	21	31	50	42	34	26	43
35	16	50	33	34	33	34	46	37	30
28	24	28	37	33	39	35	46	31	34
34	28	32	41	31	50	22	34	30	37
34	33	34	18	31	24	18	01	21	32
42	41	35	44	38	28	36	34	31	34
35	27	41	29	33	39	33	34	26	30
38	42	37	16	25	31	21	29	34	34
30	24	18	24	16	23	20	28	25	37

**Figura 27**

*Diagrama de frecuencias del tramo 3, (16+800 al 17+200)*



El cálculo del (IRI) del tramo 3 dio como resultado un valor de 7.19 m/km.

Según la tabla 10 este valor se encuentra dentro del rango considerado como condición superficial (regular), lo que indica que la vía presenta una superficie medianamente confortable para la circulación vehicular.



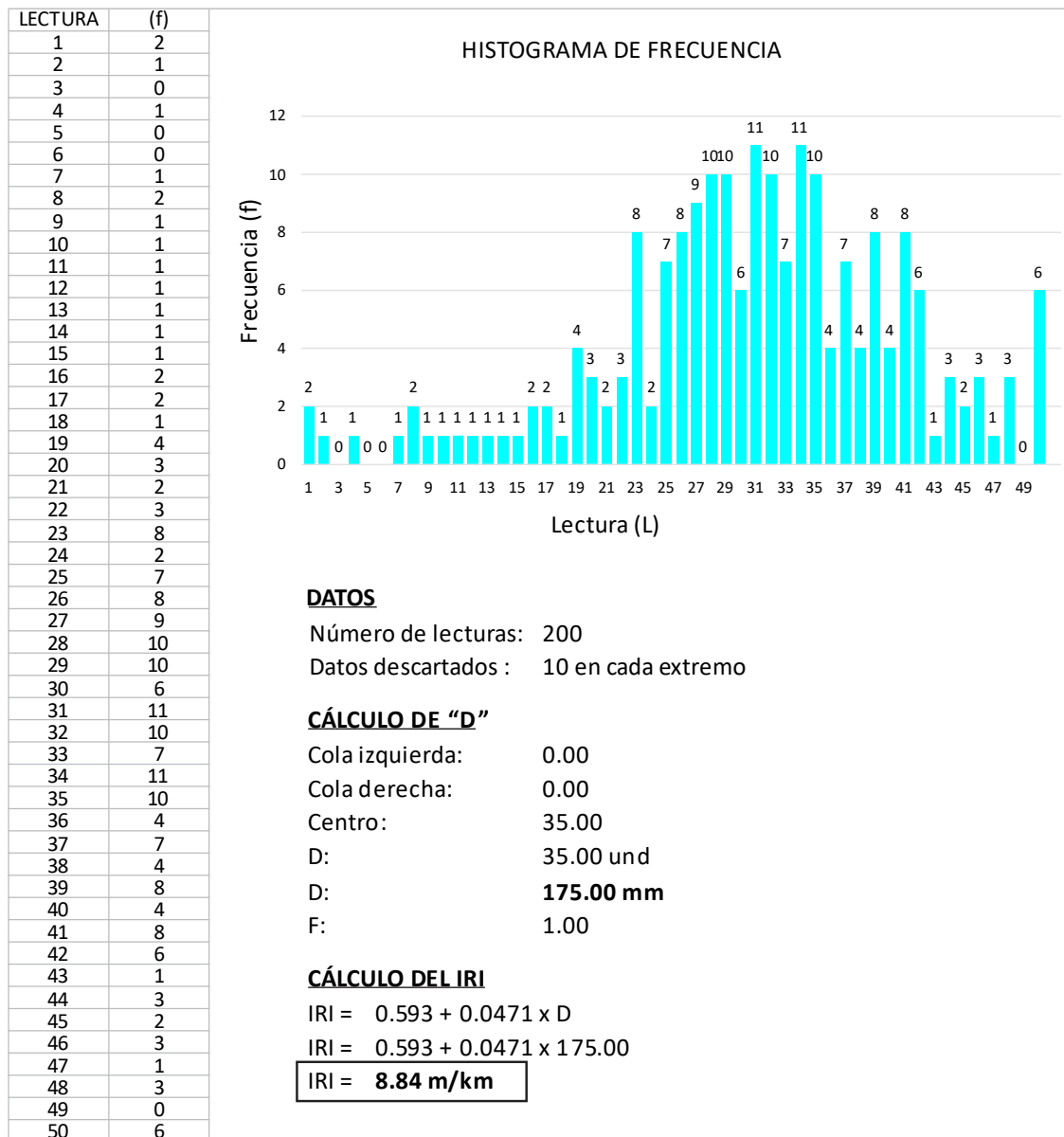
**Tabla 24**

*Datos obtenidos en campo del tramo 4, (17+200 al 17+600)*

LECTURAS									
31	41	34	28	44	50	39	30	31	43
20	45	04	23	32	35	09	15	33	31
23	22	41	45	46	25	27	26	17	29
50	29	31	27	16	10	30	47	11	08
29	25	50	33	25	31	32	28	32	29
38	48	39	41	50	42	48	35	37	27
29	27	32	34	26	34	26	12	41	01
01	14	21	31	35	19	30	31	31	25
38	50	07	38	18	26	26	28	23	39
40	29	32	32	22	30	40	02	08	17
20	46	41	13	42	29	28	44	24	33
40	34	22	34	37	33	28	34	32	30
39	44	50	48	32	23	23	27	41	37
26	42	36	16	33	41	23	35	36	38
33	37	42	31	19	39	30	39	27	29
35	37	37	26	27	23	42	35	32	39
31	19	35	40	34	29	25	36	46	28
27	34	37	39	36	28	34	35	31	19
34	42	28	28	27	24	41	35	34	32
28	29	25	23	25	33	26	35	21	20

**Figura 28**

*Diagrama de frecuencias del tramo 4, (17+200 al 17+600)*



El cálculo del (IRI) del tramo 4 dio como resultado un valor de 8,84 m/km. Según la tabla 10 este valor se encuentra dentro del rango considerado como condición superficial (malo), lo que indica que la vía presenta una superficie no confortable para la circulación vehicular.



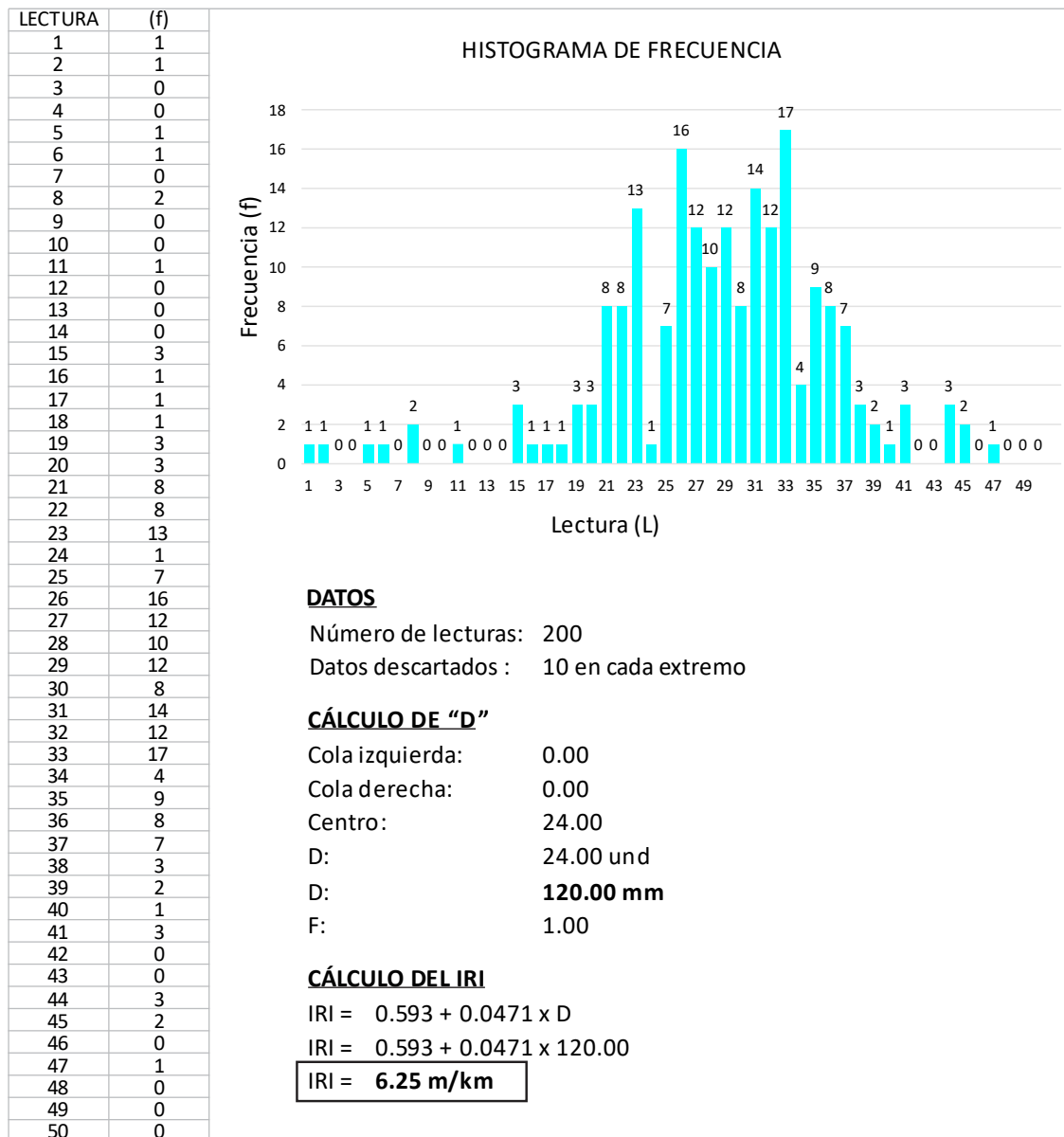
**Tabla 25**

*Datos obtenidos en campo del tramo 5, (17+600 al 18+000)*

LECTURAS									
30	16	11	25	21	25	21	30	23	27
26	36	41	18	39	21	15	23	30	22
06	28	23	26	27	27	26	35	47	31
29	26	26	32	22	35	31	34	36	45
40	30	35	33	26	23	41	31	38	38
36	36	35	44	01	22	29	36	41	25
36	26	25	27	34	21	05	29	33	29
26	29	17	23	29	21	31	26	32	31
28	37	23	28	33	30	15	31	37	27
34	29	32	31	32	33	33	33	26	23
35	23	29	20	33	34	22	02	19	32
20	27	27	21	32	44	33	37	25	37
36	27	22	22	35	33	28	25	28	28
27	33	20	37	28	23	26	33	29	33
19	35	29	08	31	28	39	45	30	25
31	26	28	30	27	31	27	32	36	38
24	35	08	37	27	23	29	21	31	26
19	23	29	21	31	26	32	32	22	35
23	28	33	30	15	31	37	33	26	23
32	31	32	33	33	33	26	44	32	22

**Figura 29**

*Diagrama de frecuencias del tramo 5, (17+600 al 18+000)*



El cálculo del (IRI) del tramo 5 dio como resultado un valor de 6,25 m/km. Según la tabla 10 este valor se encuentra dentro del rango considerado como condición superficial (regular), lo que indica que la vía presenta una superficie medianamente confortable para la circulación vehicular.

A continuación, se muestra un resumen de todos los resultados obtenidos para cada tramo con respecto al (IRI).

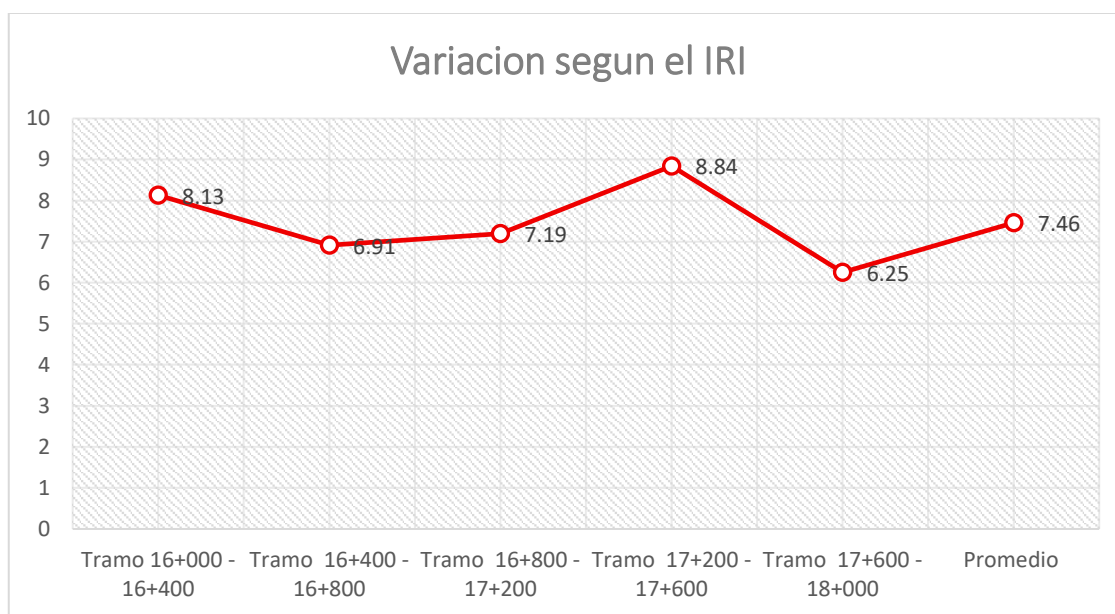
**Tabla 26**

*Resumen de resultados del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del camino vecinal*

Tramo	Progresiva		IRI (m/Km)	Condición
	Inicio	Final		
1	16+000	16+400	8,13	Malo
2	16+400	16+800	6,91	Regular
3	16+800	17+200	7,19	Regular
4	17+200	17+600	8,84	Malo
5	17+600	18+000	6,25	Regular
<b>Promedio</b>			<b>7,46</b>	<b>Regular</b>

**Figura 30**

*Representación del Perfil del IRI*



Mediante el medidor de rugosidad Merlín, la evaluación de la carretera local reveló que el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) oscila entre 6,25 m/km y 8,84 m/km. El primer tramo, que va desde el (16+000 hasta el 16+400), obtuvo una calificación mala de 8,13 m/km, el segundo tramo que va desde el (16+400 hasta el 16+800) obtuvo una calificación regular de 6,91 m/km, el tercer tramo que va desde el (16+800 hasta el 17+200) obtuvo una calificación regular de 7,19 m/km, el cuarto tramo que va desde (17+200 hasta el 17+600) dio como resultado de 8,84 m/km calificando como malo y el quinto tramo que va desde (17+600 hasta el 18+000) dio como resultado un valor de 6,25 m/km siendo este el más bajo de todos los tramos lo cual indica que esta zona se encuentra en regulares condiciones, si habláramos en términos de porcentajes eso indicaría que el 60 % de la carretera se encuentra en regular condición y un 40 % se encuentra en una condición mala.

#### 4.1.3. Relación de resultados entre el método del MTC y el IRI

**Tabla 27**

*Resultados promedios del MTC y el IRI*

Progresiva	Calificación	
	MTC	IRI
KM 16+000 AL 18+000		
Promedio	399,14	7,46
	REGULAR	REGULAR

Según la metodología de conservación vial (MTC), la calificación promedio es de 399,14 lo que indica que la superficie de la carretera está en regulares condiciones.



Según el IRI, significa que el trayecto está en regular condición. Un valor típico para este tipo de carretera, el IRI de 7,46 m/km, lo que a su vez también revela que el trayecto es regularmente desagradable debido a la rugosidad de la superficie.

#### 4.2. Discusión

El estado del tramo sin pavimentar del Camino vecinal afirmado desvió carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray, fue evaluado mediante la metodología de conservación vial (MTC). El tramo fue calificado como REGULAR, con un valor promedio de 399,14. Utilizando la técnica de Mantenimiento y Conservación de Carreteras (MTC), Meza (2020) encontró que el 32% bueno de las superficies de carreteras sin pavimentar en las localidades de Panamarca, Cuchihain y Huanca eran excelentes y el 68 % eran malas. Además, se obtiene un valor de calificación que sugiere un estado típico de la carretera basado en la calificación regular de toda la longitud de la carretera.

El estado del tramo sin pavimentar del Camino vecinal afirmado desvió carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray, fue evaluado mediante los resultados del (IRI). El tramo fue calificado como REGULAR, con un valor promedio de 7,46 m/km. Según la investigación de Margas (2019) sobre el tramo de carretera Caracara - Lampa - Cabanilla - Cabanillas, el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) mostró un ligero aumento entre 2014 y 2018, lo que indica una degradación natural de la superficie. Aun así, la calificación del estado de la carretera pasó de (regular a buena), lo que indica que aún se encontraba dentro de los límites de servicio previstos en el estudio y que había alcanzado la etapa de vida útil esperada.

## CONCLUSIONES

**Primera.** Los resultados del MTC e IRI, que coincidieron como regular, indican que la vía está en un estado intermedio que requiere mejoras de manera periódica. La comparación entre ambos permite comprender mejor dos posturas de evaluación distintas, una centrada en los defectos de la superficie y otra en la comodidad de la conducción.

**Segunda.** El tramo sin pavimentar de la carretera Juliaca-Lampa que desvía hacia la localidad de Cochaquinray, según la metodología de conservación vial (MTC), tiene una puntuación media de 399,14 con una condición que corresponde a un estado (REGULAR), lo que significa que la carretera no está tan deteriorada, sin embargo las erosiones, las deformaciones y los baches son imperfecciones de la superficie que reflejan este estado y hacen que la conducción sea más lenta y desagradable, lo que afecta a la seguridad y la calidad del tránsito.

**Tercera.** El resultado del (IRI) es en promedio 7,46 m/km, esto indica que la transitabilidad de la carretera local es REGULAR, lo que significa que está empeorando, pero sigue siendo transitable. No obstante, los valores elevados del IRI se dio en el primer tramo (16+000 a 16+400) con un (IRI) de 8,13 m/km y en el cuarto tramo (17+200 a 17+600) con un (IRI) de 8,84 m/km, estos valores corresponden a una calificación de un estado (MALO). Los valores bajos del IRI se dio en el segundo tramo (16+400 a 16+800) con un (IRI) de 6,91 m/km, en el tercer tramo (16+800 a 17+200) con un (IRI) de 7,19 m/km y en el quinto tramo (17+600 a 18+000) con un (IRI) de 6,25 m/km, estos valores corresponden a una calificación de un estado (REGULAR).



## RECOMENDACIONES

**Primera.** Se necesita una estrategia exhaustiva para resolver las imperfecciones de la superficie, ya que la carretera sin asfaltar recibe una calificación de regular tanto por parte del MTC como del IRI. Se debe poner en marcha una estrategia urgente de mantenimiento preventivo y correctivo, ya que esta es la sugerencia principal.

**Segunda.** Es necesario implementar un plan de mantenimiento rutinario y periódico que incluya actividades como perfilado, relleno de baches, limpieza de cunetas y compactación de la superficie, con una frecuencia mínima trimestral, a fin de evitar la progresión de los daños y mantener la transitabilidad del camino durante todo el año.

**Tercera.** Se recomienda monitorear periódicamente los valores del IRI, con el objetivo de identificar oportunamente los tramos críticos que presenten alta rugosidad y priorizar su intervención para mejorar el confort de los usuarios y reducir el desgaste vehicular.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (2012). Hipótesis, Método & Diseño de Investigación. Daena, 7.
- Alvarez, G. (2022). *Evaluación funcional del pavimento de la vía a Noboa en el acceso oriental de la ciudad De Jipijapa-Provincia De Manabí, desde la abscisa 0+00 hasta 1+000* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí].
- Cáceres, A., & Segura, M. (2018). *Análisis y evaluación de los índices de rugosidad de la Panamericana Norte - Trujillo, usando el método de Road and Level y el método de Merlin* [Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Del Águila R, P. (1999). *Manual de Usuario merliner: Merlin equipo para rugosidad*. Lima: Camineros S.A.C
- Gutierrez, C. (2010). *Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma].
- López, C. (2017). *Influencia del índice de rugosidad internacional (IRI) en el comportamiento funcional y toma de decisiones de gestión vial en el tramo comprendido entre Silvania (pr 78+600) y Fusagasugá (pr 64+000) de la doble calzada Bogotá – Girardot*.
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada. Dialnet, 3.
- Mamani, F. (2019). *Evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo Huarza - Colque - Unión del distrito de*



*Pucara - Lampa - Puno, 2017* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].

Margas, K. (2019). *Diagnóstico del estado de condición y serviciabilidad del tramo I de la carretera dv. Caracara- Lampa- Cabanilla- Cabanillas mediante el estudio de regularidad superficial* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Unión].

Matto, E. (2019). *Correlación del índice de serviciabilidad de pavimentos de concreto hidráulico – área urbana de Huánuco –2014* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].

Mejia, C. (2022). *Modelo de condición de servicio para mejorar el tipo de intervención en caminos vecinales, Ancash Huari 2021* [Tesis de Posgrado, Universidad Ricardo Palma].

Meza, C. (2020). *Análisis comparativo de fallas en las vías no pavimentadas con las metodologías de mantenimiento o conservación vial (MTC) y Unsurfaced Road Maintenance Management (URMM) para calificación de índice de condición en la Provincia y Departamento de Pasco - 2019* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión].

MTC. (2006). *Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial Departamental no Pavimentada.*

MTC. (2007). *Reglamento de Jerarquización Vial.*

MTC. (2013). *Manual de carreteras – Conservación Vial Volumen 1 Y Volumen 3. Perú*



- MTC. (2014). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservacion vial*. Lima, Perú.
- MTC. (Julio de 2024). Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>
- Quispe, M. (2022). *Evaluación del mantenimiento vial de la vía vecinal samán Mocco - DV Quejón Mocco, Distrito de Samán y propuesta de alternativa de intervención vial* [Tesis de Pregrado, Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez].
- Sánchez, M., & Martínez , T. (2018). *Determinación del IRI en pavimentos a partir de procedimientos fotogramétricos. Informática XVII convención y feria internacional por un desarrollo sostenible. X congreso internacional de geomática 2008, la Habana, Cuba.*
- Sayers, M., & Karamihas, S. (1998). *The little book of profiling: Basic Information about Measuring and Interpreting Road Profiles*. Michigan: Universidad de Michigan
- Watson, M. (2009). *Desarrollo de una metodología de evaluación de caminos vecinales para la conservación vial (MOPT)*. [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica].



# ANEXOS



## ANEXO 01

### MATRIZ DE CONSISTENCIA



### EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA – LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	METODOLOGÍA
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable dependiente</b>				
¿Cuál es la condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román?	Determinar la condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román.	la condición superficial actual según la metodología de conservación vial (MTC) y el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román presenta un buen estado de conservación.	Condición superficial	Estado Del Camino	Estado condicional de la carretera según la metodología de conservación vial MTC (bueno, regular, malo) y del IRI (bueno, regular, malo, muy malo)	Formato MTC	<b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Tipo:</b> Aplicativo <b>Nivel:</b> Descriptivo <b>Diseño:</b> No experimental
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>	<b>Variable independiente</b>				
1. ¿Cuál es la calificación de condición de la capa de rodadura según la metodología de conservación vial (MTC), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román?	1. Determinar la calificación de condición de la capa de rodadura según la metodología de conservación vial (MTC), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román.	1. La calificación de condición de la capa de rodadura según la metodología de conservación vial (MTC), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román es aceptable.	Metodología de conservación vial (MTC) y el (IRI)	Calificación de condición	>400 >150 y ≤ 400 ≤ 150	Formato MTC	
2. ¿Cuál es el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román?	2. Determinar el índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román.	2. El índice de rugosidad internacional (IRI), del camino vecinal afirmado desvío carretera Juliaca – Lampa al centro poblado Cochaquinray de la Provincia de San Román es aceptable.		IRI	Rugosidad	Rugosímetro Merlín	



## **ANEXO 02**

# **RESULTADOS DEL LEVANTAMIENTO DE FALLAS Y SUMAS DE PUNTAJE DE CONDICIÓN**



### Ficha de daños del tramo I(km 16+000 – km 16+500)

TRAMO I(km 16+000 – km 16+500)											
PROGRESIVA		Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de baches	Ancho de deterioro (m)	Longitud del deterioro (m)	Área deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km										
16+000.000	16+100.000	100,00	3,90	Baches	3	1	14			14,00	14/10/2024
16+100.000	16+170.000	70,00	3,90								14/10/2024
16+170.000	16+180.000	10,00	4,50	Lodazal	5	1		4,50	10,00	45,00	14/10/2024
16+180.000	16+310.000	130,00	3,90	Baches	3	1	4			4,00	14/10/2024
16+310.000	16+320.000	10,00	4,50	Lodazal	5	1		4,50	10,00	45,00	14/10/2024
16+320.000	16+500.000	180,00	4,10								14/10/2024

Código del daño	Tipo de daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía promedio	∑ (Áreas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	3,9	0
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm	3,9	0
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm	3,9	0
2	Erosión	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	3,9	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	3,9	0
		3. Profundidad >= 10 cm	3,9	0
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	3,9	18
		2. Se necesita una capa de material adicional	3,9	0
		3. Se Necesita una reconstrucción	3,9	0
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	3,9	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	3,9	0
		3. Profundidad >= 10 cm	3,9	0
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,5	90
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	3,9	0



### Ficha de daños del tramo II(km 16+500 – km 17+000)

TRAMO II(km 16+500 – km 17+000)											
PROGRESIVA		Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de baches	Ancho de deterioro (m)	Longitud del deterioro (m)	Área deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km										
16+500.000	16+520.000	20,00	4,10	Baches	3	2	2			2,00	14/10/2024
16+520.000	16+810.000	290,00	4,10	Baches	3	1	13			13,00	14/10/2024
16+810.000	16+850.000	40,00	4,10								14/10/2024
16+850.000	16+870.000	20,00	4,10	Erosión	2	1		1,40	20,00	28,00	14/10/2024
16+870.000	16+920.000	50,00	4,10	Baches	3	1	6			6,00	14/10/2024
16+920.000	16+960.000	40,00	4,40								14/10/2024
16+960.000	16+970.000	10,00	4,30	Erosión	2	1		0,80	10,00	8,00	14/10/2024
16+970.000	17+000.000	30,00	4,10	Baches	3	1	5			5,00	14/10/2024

Código del daño	Tipo de daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía promedio	Σ (Áreas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm	4,1	0
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm	4,1	0
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm	4,1	0
2	Erosión	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	4,2	36
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	4,1	0
		3. Profundidad >= 10 cm	4,1	0
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	4,1	24
		2. Se necesita una capa de material adicional	4,1	2
		3. Se Necesita una reconstrucción	4,1	0
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	4,1	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	4,1	0
		3. Profundidad >= 10 cm	4,1	0
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,1	0
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,1	0



### Ficha de daños del tramo III(km 17+000 – km 17+500)

TRAMO III(km 17+000 – km 17+500)											
PROGRESIVA		Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de baches	Ancho de deterioro (m)	Longitud del deterioro (m)	Área deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km										
17+000.000	17+090.000	90,00	4,40	Baches	3	1	19			19,00	14/10/2024
17+090.000	17+100.000	10,00	4,40	Erosión	2	2		2,80	10,00	28,00	14/10/2024
17+100.000	17+130.000	30,00	4,40	Baches	3	1	8			8,00	14/10/2024
17+130.000	17+200.000	70,00	4,40	Baches	3	2	26			26,00	14/10/2024
17+200.000	17+240.000	40,00	4,40								14/10/2024
17+240.000	17+340.000	100,00	4,40	Baches	3	2	25			25,00	14/10/2024
17+340.000	17+370.000	30,00	4,40								14/10/2024
17+370.000	17+440.000	70,00	4,40	Baches	3	2	12			12,00	14/10/2024
17+440.000	17+460.000	20,00	4,40	Deformación	1	3		4,40	20,00	88,00	14/10/2024
17+460.000	17+500.000	40,00	4,40								14/10/2024

Código del daño	Tipo de daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía promedio	∑ (Áreas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm	4,4	0
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm	4,4	0
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm	4,4	88
2	Erosión	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	4,4	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	4,4	28
		3. Profundidad >= 10 cm	4,4	0
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	4,4	27
		2. Se necesita una capa de material adicional	4,4	63
		3. Se Necesita una reconstrucción	4,4	0
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	4,4	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	4,4	0
		3. Profundidad >= 10 cm	4,4	0
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,4	0
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,4	0



### Ficha de daños del tramo IV(km 17+500 – km 18+000)

TRAMO IV(km 17+500 – km 18+000)											
PROGRESIVA		Longitud (m)	Ancho de Vía (m)	Tipo de Daño	Código del tipo de daño	Nivel de Gravedad	Número de baches	Ancho de deterioro (m)	Longitud del deterioro (m)	Área deteriorada	Fecha
Del Km	Al Km										
17+500.000	17+530.000	30,00	4,30								14/10/2024
17+530.000	17+550.000	20,00	4,30	Deformación	1	2		20,00	0,80	16,00	14/10/2024
17+550.000	17+640.000	90,00	4,30	Baches	3	2	47			47,00	14/10/2024
17+640.000	17+660.000	20,00	4,30								14/10/2024
17+660.000	17+710.000	50,00	4,30	Baches	3	1	5			5,00	14/10/2024
17+710.000	17+800.000	90,00	4,30								14/10/2024
17+800.000	18+000.000	200,00	4,30	Baches	3	1	5			5,00	14/10/2024

Código del daño	Tipo de daño	Nivel de Gravedad	Ancho de Vía promedio	∑ (Áreas deterioradas)
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm.	4,3	0
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm	4,3	16
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm	4,3	0
2	Erosión	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	4,3	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	4,3	0
		3. Profundidad >= 10 cm	4,3	0
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	4,3	10
		2. Se necesita una capa de material adicional	4,3	47
		3. Se Necesita una reconstrucción	4,3	0
4	Encalaminado	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	4,3	0
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	4,3	0
		3. Profundidad >= 10 cm	4,3	0
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,3	0
6	Cruce de Agua	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	4,3	0



Ficha de calificación de la capa de rodadura del tramo I(km 16+000 – km 16+500) de la carretera no pavimentada

TRAMO I(km 16+000 - km 16+500)															
Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	TRAMO ANALIZADO (500 m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro /Falla E <sub>fij</sub> =(Aij/As)x100	E <sub>fij</sub> xAij	Extensión Promedio Ponderado E <sub>pp</sub>	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
				Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la sección Evaluada (m)				0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve E <sub>pp</sub> = Menor a 10%	2. Moderado E <sub>pp</sub> = entre 10% y 30%	3. Severo E <sub>pp</sub> = mayor a 30%	
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	18.00	4.13						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve E <sub>pp</sub> = Menor a 10 baches	2. Moderado E <sub>pp</sub> = entre 10 y 20 baches	3. Severo E <sub>pp</sub> = Mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32) Daño 3 Gravedad 2	0.00	4.13				E <sub>pp</sub> = N31 + N32 + N33	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 3	0.00	4.13				18.00				84.00		84.00
5	Lodazal	1. Transitabilidad Baja o Intransitabilidad en época de Lluvia	Área (A51) Daño 5 Gravedad 1 A51= Longitud x Ancho del deterioro	90.00	4.50	500.00	2250.00	4.00	360.00	4.00	0	> 0 y < 10	>= 10 y < 50	50	4.00
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>														<b>88</b>	



Ficha de calificación de la capa de rodadura del tramo II(km 16+500 – km 17+000) de la carretera no pavimentada

TRAMO II(km 16+500 - km 17+000)															
Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	TRAMO ANALIZADO (500 m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro /Falla Efi=(Aij/As)x100	Efi x Aij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
				Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la sección Evaluada (m)				0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve Epp = Menor a 10%	2. Moderado Epp = entre 10% y 30%	3. Severo Epp = mayor a 30%	
2	Erosión	1. Sensible al Usuario, pero profundidad < 5 cm	Área (A21) Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho del deterioro	36.00	4.20	500.00	2100.00	1.71	61.56						
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	Área (A22) Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.16	500.00	2080.00	0.00	0.00	$Epp = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23) / (A11 + A12 + A13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Profundidad >= 10 cm	Área (A23) Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.16	500.00	2080.00	0.00	0.00	1.71		3.42			3.42
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	24.00	4.16						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve Epp = Menor a 10 baches	2. Moderado Epp = entre 10 y 20 baches	3. Severo Epp = Mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32) Daño 3 Gravedad 2	2.00	4.16					$Epp = N31 + N32 + N33$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 3	0.00	4.16					26.00				100.00	100.00
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>													<b>103.42</b>		



### Ficha de calificación de la capa de rodadura del tramo III(km 17+000 – km 17+500) de la carretera no pavimentada

TRAMO III(km 17+000 – km 17+500)																
Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	TRAMO ANALIZADO (500 m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro /Falla E <sub>fij</sub> =(Aij/As)x100	E <sub>fij</sub> xAij	Extensión Promedio Ponderado E <sub>Pp</sub>	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla	
				Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la sección Evaluada (m)				0: Sin Deterioro o Sin Fallas	1: Leve E <sub>Pp</sub> = Menor a 10%	2. Moderado E <sub>Pp</sub> = entre 10% y 30%	3. Severo E <sub>Pp</sub> = mayor a 30%		
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm	Área (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho del deterioro	88.00	4.40	500.00	2200.00	0.00	0.00							
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm	Área (A12) Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.40	500.00	2200.00	0.00	0.00	$E_{Pp} = [(EF11 \times A11 + EF12 \times A12 + EF13 \times A13)/(A11+A12 + A13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm	Área (A13) Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho del deterioro	88.00	4.40	500.00	2200.00	4.00	352.00	4.00					8.00	
2	Erosión	1. Sensible al usuario, pero profundidad < 5 cm	Área (A21) Daño 2 Gravedad 1 A21= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.40	500.00	2200.00	0.00	0.00							
		2. Profundidad entre 5 y 10 cm	Área (A22) Daño 2 Gravedad 2 A22= Longitud x Ancho del deterioro	28.00	4.40	500.00	2200.00	1.27	35.64	$E_{Pp} = [(EF21 \times A21 + EF22 \times A22 + EF23 \times A23)/(A11+A12+A13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100		
		3. Profundidad >= 10 cm	Área (A23) Daño 2 Gravedad 3 A23= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.40	500.00	2200.00	0.00	0.00	1.27					2.55	
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	27.00	4.40							0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve E <sub>Pp</sub> = Menor a 10 baches	2. Moderado E <sub>Pp</sub> = entre 10 y 20 baches	3. Severo E <sub>Pp</sub> = Mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32) Daño 3 Gravedad 2	63.00	4.40						$E_{Pp} = N31 + N32 + N33$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 3	0.00	4.40						90.00				100.00	100.00
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>													<b>110.55</b>			



Ficha de calificación de la capa de rodadura del tramo IV(km 17+500 – km 18+000) de la carretera no pavimentada

TRAMO IV(km 17+500 – km 18+000)															
Código de Daño	Deterioros / Fallas	Gravedad (G)	Medidas Área de Deterioro Aij (m²) Número de Deterioro (Nij) Longitud del deterioro (Lij)	TRAMO ANALIZADO (500 m)				Porcentaje de Extensión del Deterioro /Falla Efi=(Aij/As)x100	Efi x Aij	Extensión Promedio Ponderado Epp	Puntaje de Condición según Extensión de Cada Tipo de Deterioro o Falla				Puntaje de Condición Resultante por cada Tipo de Deterioro / Falla
				Aij=(Área del Deterioro x Longitud del Deterioro)	Ancho de la Sección Evaluada (m)	Longitud de la Sección Evaluada (m)	Área de la sección Evaluada (m)				0: Sin Deterioro ó Sin Fallas	1: Leve Epp = Menor a 10%	2. Moderado Epp = entre 10% y 30%	3. Severo Epp = mayor a 30%	
1	Deformación	1. Huellas/Hundimientos sensibles al usuario, pero < 5 cm	Área (A11) Daño 1 Gravedad 1 A11= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.30	500.00	2150.00	0.00	0.00						
		2. Huellas/Hundimientos entre 5 y 10 cm	Área (A12) Daño 1 Gravedad 2 A12= Longitud x Ancho del deterioro	16.00	4.30	500.00	2150.00	0.74	11.84	$Epp = [(EF11 \times A11 + EF12 \times A12 + EF13 \times A13) / (A11 + A12 + A13)]$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Huellas/Hundimientos >= 10 cm	Área (A13) Daño 1 Gravedad 3 A13= Longitud x Ancho del deterioro	0.00	4.30	500.00	2150.00	0.00	0.00	0.74					1.48
3	Baches (Huecos)	1. Puede repararse por conservación rutinaria	Número (N31) Daño 3 Gravedad 1	10.00	4.30						0. Sin Deterioros o sin Fallas	1. Leve Epp = Menor a 10 baches	2. Moderado Epp = entre 10 y 20 baches	3. Severo Epp = Mayor a 20 baches	
		2. Se necesita una capa de material adicional	Número (N32) Daño 3 Gravedad 2	47.00	4.30					$Epp = N31 + N32 + N33$	0	> 0 y < 20	>= 20 y < 100	100	
		3. Se Necesita una reconstrucción	Número (N33) Daño 3 Gravedad 3	0.00	4.30					57.00				100.00	100.00
<b>Suma de Puntaje de Condición</b>													<b>101.48</b>		



## ANEXO 03

### PANEL FOTOGRAFICO

**Fotografía 1.** Medicion del ancho de la via en el inicio del tramo km 16+000



**Fotografía 2.** Lodazal grado 3 entre el km 16+170 y el 16+180



**Fotografía 3.** Lodazal grado 3 entre el km 16+310 y el km 16+320



**Fotografía 4.** Erosión grado 1 entre el km 16+850 y el km 16+870



**Fotografía 5.** Erosión grado 1 entre el km 16+960 y el km 16+970



**Fotografía 6.** Medición del ancho de la vía en el km 17+000



**Fotografía 7.** Baches (hueco) gravedad 1 entre el km 17+000 y el km 17+090



**Fotografía 8.** Erosión grado 2 entre el km 17+090 y el km 17+100



**Fotografía 9.** Baches(huecos) grado 2 entre el km 17+130 y el km 17+200



**Fotografía 10.** Baches(huecos) grado 2 entre el km 17+240 y el km 17+340



**Fotografía 11.** Baches(huecos) grado 2 entre el km 17+370 y el km 17+440



**Fotografía 12.** Deformación grado 3 entre el km 17+440 y el km 17+460



**Fotografía 13.** Deformación grado 2 entre el km 17+530 y el km 17+550



**Fotografía 14.** Baches de gravedad 1 entre el km 17+660 y el km 16+710



**Fotografía 15.** Medición del ancho de la vía en el fin del tramo km 18+000



**Fotografía 16.** En el Inicio del tramo km 16+000



**Fotografía 17.** Inicio de las lecturas con el rugosímetro merlín en el km 16+000



**Fotografía 18.** Tesista con todos sus EPPS en el km 17+000



**Fotografía 19.** Lecturas del rugosímetro merlín en el km 17+000



**Fotografía 20.** Finalizando las lecturas del rugosímetro merlín en el km 18+000



**Fotografía 21.** En el final del tramo km 18+000





## ANEXO 04

### ENSAYOS DE LABORATORIO



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 16+000 - KM 16+400  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°

HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	30	33	34	28	38	41	32	33	39	33
2	37	30	32	29	16	37	24	38	38	45
3	48	42	28	27	17	31	37	37	30	33
4	20	41	41	30	29	42	38	18	19	45
5	12	39	25	04	22	33	44	31	27	29
6	25	25	24	33	13	23	33	24	28	39
7	26	13	20	30	44	28	21	21	48	45
8	09	-	-	-	-	13	50	31	32	37
9	30	23	26	42	37	35	50	36	32	40
10	32	34	41	28	15	50	50	36	24	23
11	31	36	42	36	45	30	39	36	38	40
12	14	43	28	40	50	40	41	30	32	40
13	23	47	40	28	44	33	30	30	30	50
14	-	-	-	-	-	50	21	50	32	42
15	29	33	34	45	33	33	28	44	31	27
16	36	45	40	36	33	37	40	37	32	32
17	34	44	43	13	34	34	35	37	30	40
18	36	37	34	41	38	43	42	33	34	42
19	35	37	28	41	36	34	37	30	38	46
20	35	46	33	45	27	33	37	29	08	40

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT, BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 32.00

D: 32.00 und.

D: 160.00 mm

F: 1.00

### CALCULO IRI

IRI

IRI = 8.13 m/km

### CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 1.1

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CJP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME

**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : KM 16+000 - KM 16+400

**CARRIL** : DERECHO

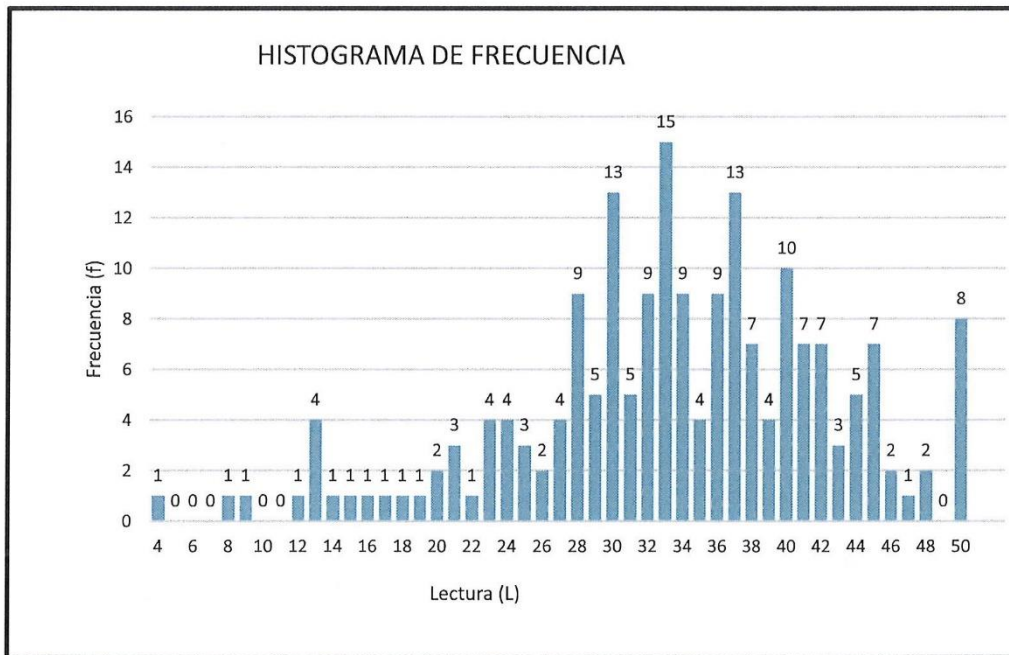
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

HORA 09:00

COLA IZQUIERDA: 0.00  
 COLA DERECHA: 0.00  
 CENTRO: 32



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



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A.  
 JEFATURA  
 Dr. Arnaldo Yana Torres  
 CIP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 16+400 - KM 16+800  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° **2**

HORA **10:00**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	40	36	29	26	38	34	27	34	35	32
2	30	37	42	27	39	33	36	26	42	37
3	30	31	38	31	04	13	12	14	26	35
4	30	20	20	28	23	44	49	29	36	37
5	19	29	30	36	18	29	24	23	39	22
6	31	19	27	20	26	24	18	22	33	13
7	15	23	16	26	27	32	23	22	21	25
8	31	37	26	27	28	26	19	33	27	26
9	29	32	24	34	11	25	23	23	38	24
10	29	31	40	23	24	10	33	28	27	30
11	26	22	08	27	18	22	24	13	27	20
12	23	26	27	24	31	20	20	33	23	17
13	34	12	36	24	10	20	09	27	19	24
14	32	36	36	40	44	24	26	26	35	29
15	22	34	32	13	28	32	29	25	32	32
16	28	33	30	29	29	25	26	18	25	24
17	28	32	26	30	38	22	34	27	30	34
18	37	31	29	39	42	28	30	43	38	37
19	34	36	39	43	23	27	29	35	38	34
20	28	29	32	38	35	28	34	32	36	38

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT, BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.50

COLA DERECHA: 0.33

CENTRO: 26.00

D: 26.83 und.

D: 134.15 mm

F: 1.00

### CALCULO IRI

IRI  $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 6.91 m/km

### CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 1.4

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFEATURA  
Dr. / *Arnaldo Yana Torres*  
CIP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

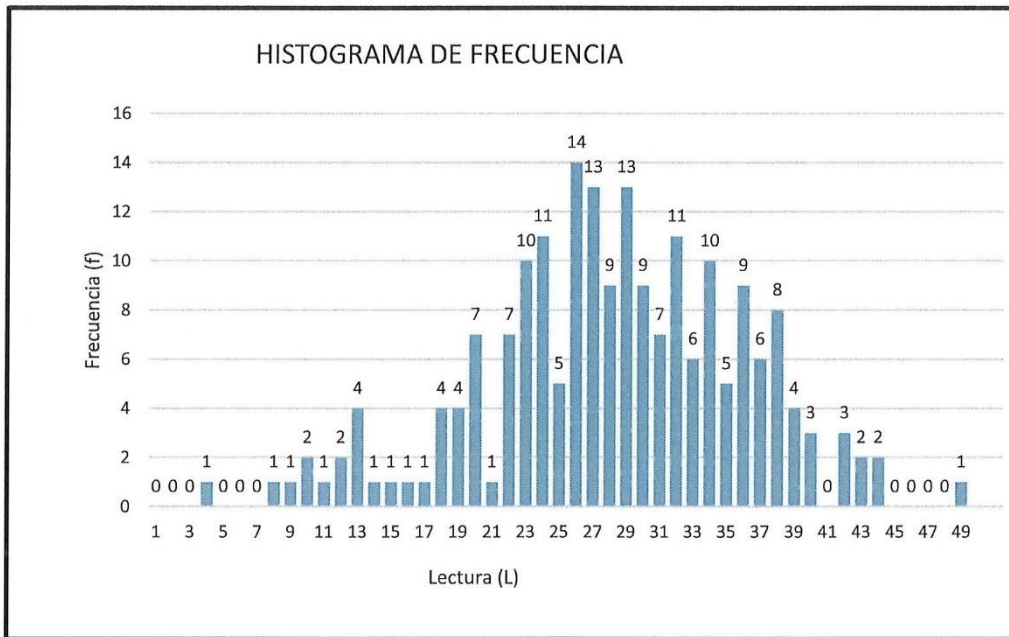
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 16+400 - KM 16+800  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

HORA 10:00

COLA IZQUIERDA: 0.50  
 COLA DERECHA: 0.33  
 CENTRO: 26



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

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA - TUMBES  
 Dr. Angaldo Yana Torres  
 CIP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 16+800 - KM 17+200  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° **3**

HORA **11:00**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	16	50	33	30	33	30	46	37	32	41
2	24	28	37	33	39	35	46	31	32	18
3	28	32	41	31	50	22	34	30	35	44
4	34	33	50	33	34	33	28	37	41	29
5	33	39	28	37	33	39	32	41	37	16
6	31	50	32	41	31	50	30	18	35	45
7	31	24	34	18	31	24	35	44	33	39
8	38	28	35	44	38	28	33	39	25	21
9	41	29	33	39	33	34	25	21	34	26
10	37	16	25	21	21	29	30	26	24	21
11	32	24	34	26	27	19	21	31	31	33
12	21	40	24	21	31	50	42	34	26	43
13	35	16	50	33	34	33	34	46	37	30
14	28	24	28	37	33	39	35	46	31	34
15	34	28	32	41	31	50	22	34	30	37
16	34	33	34	18	31	24	18	01	21	32
17	42	41	35	44	38	28	36	34	31	34
18	35	27	41	29	33	39	33	34	26	30
19	38	42	37	16	25	31	21	29	34	34
20	30	24	18	24	16	23	20	28	25	37

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT, BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.50

COLA DERECHA: 0.50

CENTRO: 27.00

D: 28.00 und.

D: 140.00 mm

F: 1.00

### CALCULO IRI

IRI  $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 7.19 m/km

### CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 1.4

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

LABORATORIO M.S.C.A.  
JEFATURA  
JULIACA - TENDI

Dr. Aníbal Yana Torres  
CIP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

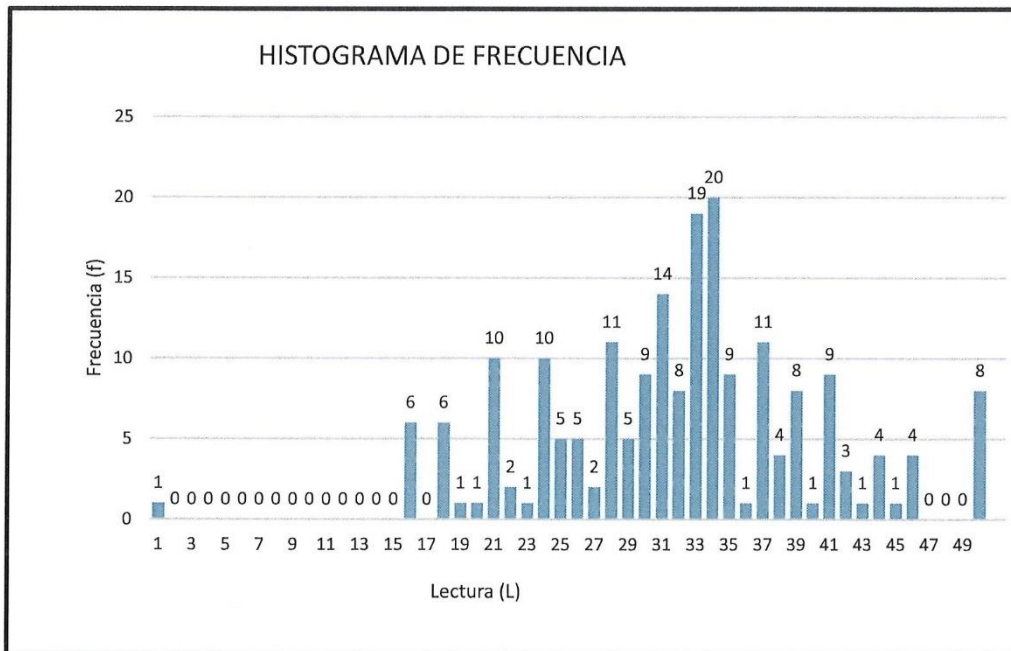
**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 16+800 - KM 17+200  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N°

HORA 11:00

COLA IZQUIERDA: 0.50  
 COLA DERECHA: 0.50  
 CENTRO: 27



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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 Dr. Argaldo Yana Torres  
 CAP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 17+200 - KM 17+600  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N°

HORA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	31	41	34	28	44	50	39	30	31	43
2	20	45	04	23	32	35	09	15	33	31
3	23	22	41	45	46	25	27	26	17	29
4	50	29	31	27	16	10	30	47	11	08
5	29	25	50	33	25	31	32	28	32	29
6	38	48	39	41	50	42	48	35	37	27
7	29	27	32	34	26	34	26	12	41	01
8	01	14	21	31	35	19	30	31	31	25
9	38	50	07	38	18	26	26	28	23	39
10	40	29	32	32	22	30	40	02	08	17
11	20	46	41	13	42	29	28	44	24	33
12	40	34	22	34	37	33	28	34	32	30
13	39	44	50	48	32	23	23	27	41	37
14	26	42	36	16	33	41	23	35	36	38
15	33	37	42	31	19	39	30	39	27	29
16	35	37	37	26	27	23	42	35	32	39
17	31	19	35	40	34	29	25	36	46	28
18	27	34	37	39	36	28	34	35	31	19
19	34	42	28	28	27	24	41	35	34	32
20	28	29	25	23	25	33	26	35	21	20

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT, BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTIC

SELLLO

OTROS

### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 35.00

D: 35.00 und.

D: 175.00 mm

F: 1.00

### CALCULO IRI

IRI

IRI = 8.84 m/km

### CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 1.0

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

LABORATORIO M.S.C.A. JERATURA

Dr. Aníbal Yana Torres  
CUI 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME

**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA

**TRAMO** : KM 17+200 - KM 17+600

**CARRIL** : DERECHO

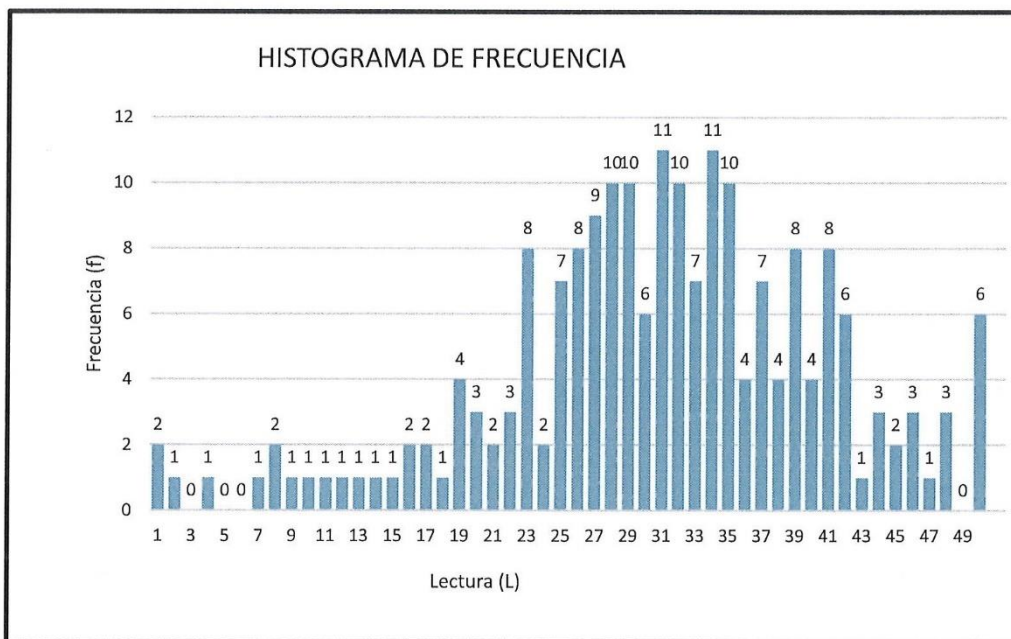
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 4

HORA 14:00

COLA IZQUIERDA: 0.00  
 COLA DERECHA: 0.00  
 CENTRO: 35



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

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

LABORATORIO M.S.C.A. JULIACA

*Dr. Arnaldo Yana Torres*  
 O.P. 103257



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN  
**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME  
**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA  
**TRAMO** : KM 17+600 - KM 18+000  
**CARRIL** : DERECHO  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

(HOJA DE CAMPO)

ENSAYO N° **5**

HORA **15:00**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	30	16	11	25	21	25	21	30	23	27
2	26	36	41	18	39	21	15	23	30	22
3	06	28	23	26	27	27	26	35	47	31
4	29	26	26	32	22	35	31	34	36	45
5	40	30	35	33	26	23	41	31	38	38
6	36	36	35	44	01	22	29	36	41	25
7	36	26	25	27	34	21	05	29	33	29
8	26	29	17	23	29	21	31	26	32	31
9	28	37	23	28	33	30	15	31	37	27
10	34	29	32	31	32	33	33	33	26	23
11	35	23	29	20	33	34	22	02	19	32
12	20	27	27	21	32	44	33	37	25	37
13	36	27	22	22	35	33	28	25	28	28
14	27	33	20	37	28	23	26	33	29	33
15	19	35	29	08	31	28	39	45	30	25
16	31	26	28	30	27	31	27	32	36	38
17	24	35	08	37	27	23	29	21	31	26
18	19	23	29	21	31	26	32	32	22	35
19	23	28	33	30	15	31	37	33	26	23
20	32	31	32	33	33	33	26	44	32	22

TIPO DE PAVIMENTO

AFIRMADO

BASE GRANULAR

BASE IMPRIMIDA

TRAT, BICAPA

CARPETA EN FRIO

CARP. EN CALIENTE

RECAPEO ASFALTICO

SELLLO

OTROS

### CALCULO DE "D"

COLA IZQUIERDA: 0.00

COLA DERECHA: 0.00

CENTRO: 24.00

D: 24.00 und.

D: 120.00 mm

F: 1.00

### CALCULO IRI

IRI  $0.593 + 0.0471 \times D$

IRI = 6.25 m/km

### CALCULO PSI

SEGÚN D. DUJISIN Y A. ARROYO (1995)

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

PSI = 1.6

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FICP - CAP. INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
JULIACA - PERÚ

*D. Argaldo Yana Torres*  
CIP 103257

B. N° 006-00304507



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



## ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA - LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

**SOLICITANTE** : Bach. EDY RYDER ITUSACA LAYME

**LUGAR** : DISTRITO DE JULIACA

**LUGAR** : KM 17+600 - KM 18+000

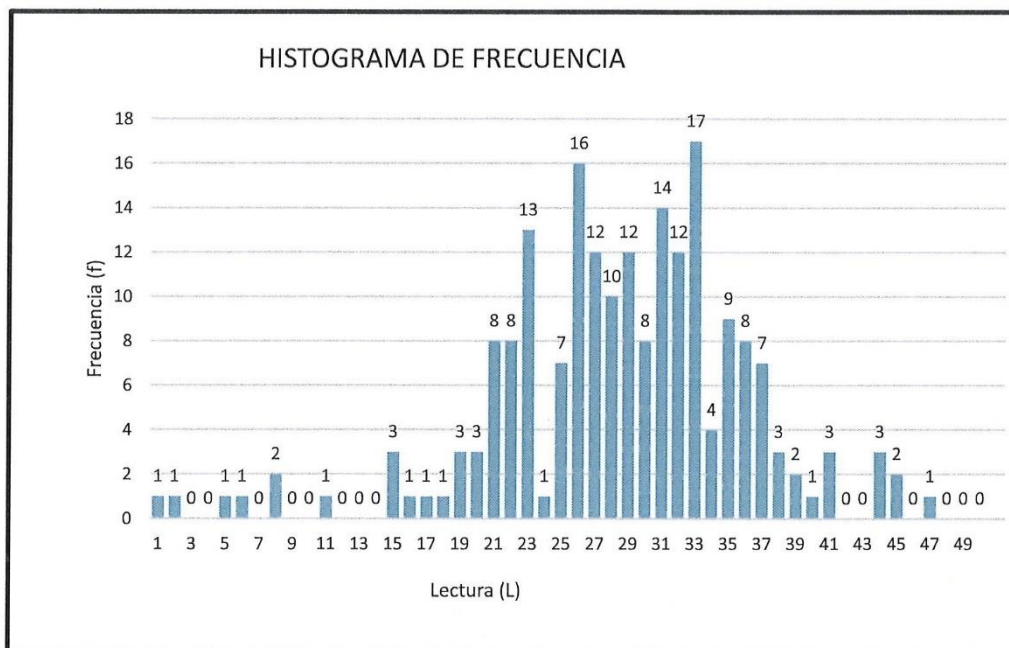
**CARRIL** : DERECHO

**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2024

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

ENSAYO N° 5 HORA 15:00

COLA IZQUIERDA: 0.00  
 COLA DERECHA: 0.00  
 CENTRO: 24



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

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
 FICP - CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 JULIACA - PERÚ  
 Dr. Argaldo Yana Torres  
 CIP 103267

B. N° 006-00304507



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 27/11/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDY RYDER ITUSACA LAYME

Dirección: Jr. Julia H. Paredes Nro 217 - Azángaro

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70143936

Teléfono: 999899924 email: idelwiese@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL CAMINO VECINAL AFIRMADO DESVÍO CARRETERA JULIACA – LAMPA AL CENTRO POBLADO COCHAQUINRAY DE LA PROVINCIA DE SAN ROMÁN

Palabras claves, (3 a 5 términos): MTC, IRI, camino vecinal

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

2

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

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



**2. Referencia de tesis:**

Bachiller  Título  2da Especialidad  Maestría  Doctorado

**3. Licencias:**

**a) Licencia estándar:**

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

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

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

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

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

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

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

**b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:**

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

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

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

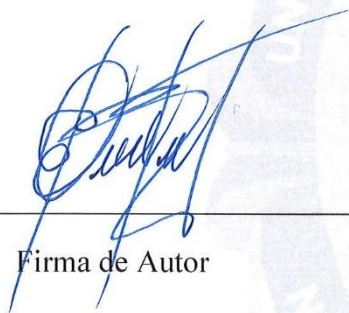
La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



---

Firma de Autor



huella digital

27 – NOVIEMBRE – 2025

---

Fecha