



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA
DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA
EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA
DE LAMPA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA
DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA
EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA
DE LAMPA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

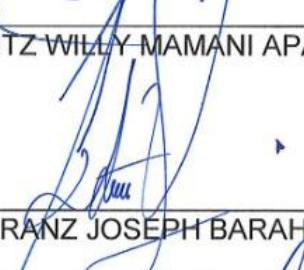
PRIMER MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

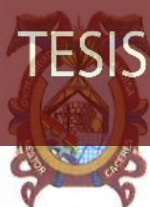

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1242-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de octubre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 8912 presentado por el (la) Bachiller: **JHON EDWIN ARCE VILCA** 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. **JHON EDWIN ARCE VILCA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

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

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **JHON EDWIN ARCE VILCA**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 22 de octubre del 2025
- * **HORA** : 14:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

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

cc.
Archivo



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

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1677-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 06 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 17289 por el señor (a): **JHON EDWIN ARCE VILCA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 1458- 2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 312- 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): **JHON EDWIN ARCE VILCA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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° 312- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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 mérito 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): **JHON EDWIN ARCE VILCA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



cc.
Archivo
interesado (a)

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

Dr. MELHON QUISPE HUANA
DECANO
CIP. 47790



Dr. ELSON PÉREZ SOSA
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 598-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 09 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 7606, presentado el señor (a) **ARCE VILCA JHON EDWIN** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 583-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 183 -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): **ARCE VILCA JHON EDWIN** ha presentado su propuesta de investigación **Titulado: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**, 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 **Mgtr. 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° 183 -2024- aprobando la propuesta de investigación **titulado: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ARCE VILCA JHON EDWIN**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema **Titulado: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA - HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO** 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. ARNALDO YANA TORRES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. Efraín Porfirio Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2024
Interesado (a)



JHON EDWIN ARCE VILCA

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL D...

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:598612424

Fecha de entrega

8 jun 2026, 22:20 GMT-5

Fecha de descarga

9 jun 2026, 10:00 GMT-5

Nombre del archivo

T036_46025260_T.docx

Tamaño del archivo

8.8 MB

98 páginas

11.986 palabras

62.905 caracteres



TESIS UANCV

19% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 18%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos Complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHON EDWIN ARCE VILCA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46025260
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-2000-4505
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa Distrito: Palca C.P. Cala Cala - Humaña Coordenadas: Latitud: -15.24504 Longitud: -70.55154 URL Maps  https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1zFDjStzpx2IJNNp7bPHn7XK_VsjyNtY&usp=sharing
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Octubre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTRER CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHON EDWIN ARCE VILCA, identificado con DNI
Nro. 46025260, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS
CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA
PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 04 de NOVIEMBRE del 2025


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)


Huella



DEDICATORIA

Dedico a mis docentes y asesores, cuyo apoyo constante y aliento fueron esenciales para nosotros.

A todos los que nos han ayudado e hicieron posible nuestro éxito, especialmente a quienes compartieron sus conocimientos y habilidades para ayudarnos a desarrollarnos y alcanzar nuestras metas. Su ayuda y apoyo han sido un faro de luz en momentos difíciles. Con profundo agradecimiento.



AGRADECIMIENTO

Agradecemos profundamente a la Divina Providencia por los consejos y la fortaleza que nos han ayudado a seguir adelante en nuestras carreras. Agradecemos a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por brindarnos el conocimiento para poder crecer de manera académica y profesionalmente. Expresamos nuestra gratitud a los profesores que nos brindaron sus conocimientos con nosotros a lo largo de nuestra trayectoria académica.

A nuestro asesor de tesis, quien nos ayudó enormemente con nuestra tesis y a lo largo de nuestra trayectoria académica. Su constante apoyo ha sido clave en todo este trayecto.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática.....	12
1.2. Planteamiento del problema.....	13
1.2.1. Problema general	13
1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.3. Objetivos de la investigación	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
1.4. Justificación del trabajo de investigación	14
1.4.1. Justificación técnica.....	14
1.4.2. Justificación económica.....	15
1.4.3. Justificación social.....	15



1.4.4. Justificación ambiental	15
1.5. Hipótesis de la investigación.....	15
1.5.1. Hipótesis general	15
1.5.2. Hipótesis específicas.....	16
1.5.3. Variables e indicadores.....	16

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.1.1. Antecedentes internacionales	17
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	18
2.1.3. Antecedentes locales.....	20
2.2. Base teórica	21
2.2.1. Definición de vía no pavimentada	21
2.2.2. IRI.....	24
2.2.3. Especificaciones del PSI.....	36

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos de la investigación.....	38
3.2. Diseño de la investigación	39
3.3. Descripción del ámbito de estudio	39
3.3.1. Ubicación.....	39
3.4. Población y muestra	43



3.4.1. Población	43
3.4.2. Muestra	43
3.5. Fuentes, técnicas y equipos para la recolección de datos.....	43
3.6. Confiabilidad y validación del equipo	44
3.7. Plan de recopilación y procesamiento de datos.....	44
3.7.1. Estado superficial	44
3.7.2. Relación entre el IRI y el PSI	47
3.8. Tabulación y ordenamiento de datos.....	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados determinados.....	49
4.1.1. A nivel de la variante X/I. Condición del afirmado	49
4.2. Discusión.....	54
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Desarrollo de la operacionalización de variables	16
Tabla 2 La condición del afirmado, analizada por la rugosidad en vía sin pavimentar.	27
Tabla 3 Definiciones De La Escala de PSI.....	36
Tabla 4 Localización en coordenadas geográficas	40
Tabla 5 Altitud de las localidades.....	40
Tabla 6 Técnicas y equipos de obtención de datos.....	44
Tabla 7 Condición del IRI de la vía afirmada.....	49
Tabla 8 Resultados del IRI	50
Tabla 9 Condición del PSI de la vía afirmada	52
Tabla 10 Resultados del PSI.	52
Tabla 11 Último análisis de indicadores del estado del suelo	55
Tabla 12 Último análisis de la vía.	57



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de cuarto de vehículo.....	25
Figura 2 Fundamentos De La Escala IRI	26
Figura 3 Escala para dar con la regularidad.	27
Figura 4 Equipo Bicicleta de Merlín	29
Figura 5 Componentes de la bicicleta de Merlín.....	30
Figura 6 Desnivel del perfil del pavimento con relación a la línea media.	31
Figura 7 Intervalos de frecuencias.....	32
Figura 8 Formato de observación para la recopilación de la información.	33
Figura 9 Esquema grafico del mapa del Perú.....	41
Figura 10 Esquema grafico del mapa de Puno.	41
Figura 11 Grafica Del Mapa de Lampa.....	42
Figura 12 Mapa del camino vecinal	42
Figura 13 Esquema del formato para la obtención de valores para el IRI	45
Figura 14 Resultados del IRI – Variaciones.....	50
Figura 15 Resultados del IRI – tramos	51
Figura 16 Resultados IRI – %	51
Figura 17 Variaciones – Resultados del PSI	53
Figura 18 Resultados del PSI – Tramos	53
Figura 19 Resultados del PSI – %	54
Figura 20 Valores del último análisis de indicadores de calidad de la superficie.....	56
Figura 21 Análisis de datos que contrasta la variación entre el IRI y el PSI	56



RESUMEN

El mal estado de las carreteras en el Perú, de forma especial la erosión superficial que estas presentan con mayor frecuencia, se asume que las dependencias encargadas del mantenimiento de vías afirmadas no les dan mantenimiento a las vías locales. Esto se evidencia por el estado en el que se encuentran actualmente. El Estado prioriza claramente otros asuntos que no son sobre el desarrollo vial de caminos vecinales. Este estudio evalúa la regularidad superficial que presenta la vía afirmada entre las localidades de Cala Cala y Humaña en la provincia de Lampa, región Puno. El nivel de servicio en esta ruta es nuestro objetivo primordial en este análisis.

Se evaluaron diversos aspectos de las pruebas realizadas en la vía en estudio. Se realizaron evaluaciones frecuentes. Se evaluó una carretera sin pavimentar utilizando este riguroso procedimiento. Se analizaron el IRI y el PSI para determinar si la carretera cumple con las condiciones de regularidad para brindar un nivel de servicio eficiente, lo que orienta su desarrollo. Una evaluación cuantitativa sin datos experimentales mostró una degradación significativa de la superficie. Un IRI de 7,96 y un coeficiente PSI de 0,889 lo demostraron. La calidad del servicio puede ser intermedia, deficiente o muy deficiente según la gravedad del problema.

Las características analizadas muestran una disminución considerable de la calidad, lo que indica el deterioro de las vías rurales en el Perú. Para mejorar el rendimiento de la carretera, la ruta entre Cala Cala y Humaña debe repararse de inmediato. Existe una conexión cuantificable e inversa entre el IRI y el PSI. Este proyecto enfatiza la necesidad de mantener y monitorear indicadores importantes para garantizar la calidad y la seguridad vial.

Palabras claves: Deterioro, análisis cuantitativo, carretera, relación, condición, IRI, PSI.



ABSTRACT

The poor condition of roads in Peru, especially the surface erosion that they frequently suffer, leads to the assumption that the agencies responsible for maintaining paved roads do not maintain local roads. This is evident from their current condition. The government clearly prioritizes other issues over the development of local roads. This study evaluates the surface regularity of the paved road between the towns of Cala Cala and Humaña in the province of Lampa, Puno region. The level of service on this route is our primary objective in this analysis.

Various aspects of the tests carried out on the road under study were evaluated. Frequent evaluations were carried out. An unpaved road was evaluated using this rigorous procedure. The IRI and PSI were analyzed to determine whether the road meets the regularity conditions to provide an efficient level of service, which guides its development. A quantitative evaluation without experimental data showed significant surface degradation. An IRI of 7.96 and a PSI coefficient of 0.889 demonstrated this. Service quality can be intermediate, poor, or very poor depending on the severity of the problem.

The characteristics analyzed show a considerable decline in quality, indicating the deterioration of rural roads in Peru. To improve road performance, the route between Cala Cala and Humaña must be repaired immediately. There is a quantifiable and inverse connection between the IRI and the PSI. This project emphasizes the need to maintain and monitor important indicators to ensure road quality and safety.

Keywords: Condition, IRI, PSI, Road, Deterioration, Quantitative analysis, Relationship.



INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de infraestructura de transporte, posibilitada por el establecimiento de carreteras locales, es una variante crucial para el crecimiento de la economía local. Para lograr las metas de mejora de la producción, garantía de seguridad y reducción de gastos, es fundamental mantener su superficie en óptimas condiciones. Es fundamental realizar una inspección por las entidades competentes para mejorar estas rutas y fomentar un desarrollo sostenible y duradero.

Para este estudio, se investigaron las características superficiales del suelo de una carretera local sin pavimentar, con especial atención a las características de los indicadores IRI y PSI. La ruta se ubicaba en un entorno rural. Para simplificar la determinación de los resultados de esta revisión, la investigación se dividió en varios capítulos:

En el Cap. I de la tesis, se analiza el tema del estudio, junto con los objetivos, las razones para realizar la investigación, la relevancia y las limitaciones del proyecto. La conclusión de la discusión es la formulación de hipótesis y las variables relacionadas con ellas. A continuación, se desarrolló el capítulo donde se contextualizo, la interpretación de los productos en función con el entorno en el que se recopilaron la información, el marco teórico incorpora información de referencia a nivel global, nacional y local.

El tercer capítulo contiene el material sobre los procedimientos a ejecutarse en la etapa de campo y de gabinete. Esta sección ofrece un análisis de la técnica empleada en la investigación, así como una sinopsis del enfoque. Esta estructura incorpora la demografía de la investigación, la muestra, el nivel, la clase y el modelo del estudio, también de información adicional de especial relevancia. El propósito de este estudio es proporcionar un análisis completo de los procedimientos y herramientas utilizados para recopilar datos in situ, también para la determinación de los datos de IRI y PSI.

En este punto, se completa el contenido del cuarto capítulo de la serie dando a conocer



los resultados alcanzados. Finalmente, se llega a una conclusión tras la presentación y evaluación de los valores del capítulo anterior, acompañada de un análisis de la validez interna y externa del estudio. Además, se comparan estos datos con los recopilados para el IRI y el PSI, así como la relación entre ambos conceptos. De acuerdo con los objetivos inicialmente definidos, esta acción se ejecuta correctamente.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

En la región de Puno, donde esta investigación principalmente se centrará en la carretera afirmada que conecta las localidades de Cala Cala con el centro poblado de Humaña. Esto debido al deterioro que presenta actualmente la vía y a la falta de inspecciones de manera exhaustivas del estado de este tipo de vías. Seguir las directrices del Manual de Mantenimiento Vial de 2013, publicado en 2013, es fundamental para realizar una evaluación de la superficie de la vía, así como de sus componentes operativos y de seguridad. En este estudio, se considerarán diversos factores, como el IRI, el PSI y las variables climáticas y las condiciones de la superficie de la carretera afirmada. Todos estos factores inciden en el deterioro de las vías en condiciones expuestas a la intemperie sin tener un tratamiento adecuado en la superficie.

La finalidad del estudio es determinar las necesidades de mantenimiento y mejorar la utilización de la vía sin pavimentar. Por consiguiente, se espera que los hallazgos aporten información que influya en las decisiones relacionadas con el modelo e incorporación de estrategias de rehabilitación y conservación. Esto garantizará que los usuarios de la vía en la región de Puno mantengan un alto nivel de seguridad y tranquilidad, principalmente en esta vía.

1.2. Planteamiento del problema

El estado de la carretera que conecta Cala Cala y Humaña se ha deteriorado hasta tal punto que es prácticamente imposible transitarla y no cumple con las condiciones de servicio. Esto genera diversos problemas graves, como inundaciones, deterioro estructural y mala señalización, lo que contribuye a aumentar los riesgos para los usuarios que la utilizan con frecuencia. Inundaciones, deterioro estructural y mala señalización son algunos de los problemas identificados. Tanto la accesibilidad como la seguridad de las localidades se ven gravemente comprometidas debido a la peligrosa situación de las vías cercanas. Por ello, se ve necesario la implementación de políticas de mantenimiento y reparación, para mejorar el estado de esta ruta estratégicamente esencial.

1.2.1. *Problema general*

¿Cuál es el nivel de servicio con el que cuenta la vía afirmada de los centros poblados Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región de Puno?

1.2.2. *Problemas específicos*

1. ¿Cuál es el nivel de rugosidad, medido en términos del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa?
2. ¿Cuál será el nivel de serviciabilidad, medido en términos del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa?
3. ¿Tendrá alguna correlación entre el IRI y PSI teniendo en cuenta los resultados obtenidos del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar el nivel de servicio que presenta la vía afirmada de los centros poblados Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa.
2. Determinar el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa.
3. Analizar si existe alguna correlación entre IRI y PSI en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa.

1.4. Justificación del trabajo de investigación

Este estudio evalúa el Índice de Regularidad (IRI) y el Índice de Servicio (PSI) de la carretera afirmada entre los centros poblados Cala Cala y Humaña en distrito de Palca. Esta clasificación se ajusta a las directrices de mantenimiento y seguridad vial del Ministerio de Transporte. Esta investigación determinará si la carretera cumple con los criterios regulatorios, evaluará su degradación, proporcionará una estrategia para detectar fallas y variables causantes de daños, y ofrecerá opciones precisas y efectivas de mantenimiento o intervención para mejorar la seguridad vial.

1.4.1. Justificación técnica

La evaluación teórica y la mejora de la infraestructura vial rural son vitales. Esto se debe a que las carreteras rurales son nuevas. El acceso a la comunicación y los servicios en zonas remotas las requieren. Los índices IRI y PSI evalúan objetivamente el estado de la vía afirmada. Los resultados de este análisis promueven la gestión vial y el desarrollo comunitario a nivel local y regional.

1.4.2. Justificación económica

La mejora económica de la infraestructura vial rural conecta zonas aisladas y reduce los costos de viaje, facilitando el acceso a mercados y servicios necesarios. Las calificaciones de IRI y PSI miden con precisión el estado de las carreteras. Esto mejora la asignación presupuestaria para mantenimiento y rehabilitación, ya que la evaluación se puede realizar con mayor precisión. Esto mejora el bienestar de las personas e impulsa las economías locales y regionales, impulsando la productividad y la inclusión.

1.4.3. Justificación social

En zonas remotas, la infraestructura vial rural es esencial para la entrada a la educación, la salud y el comercio. Esto tiene una gran importancia social. Se podrían priorizar las mejoras en la transitabilidad para reducir el aislamiento comunitario. Esto es posible mediante los indicadores PSI e IRI. Esto promueve el desarrollo social, mejorar las condiciones de vida, la transitabilidad y el tejido social al conectar a las personas con la educación, la economía y el contacto social.

1.4.4. Justificación ambiental

Mejorar la infraestructura vial rural puede reducir el impacto ecológico. La gestión del deterioro reduce la modificación de los cauces y la erosión del suelo y otros atributos naturales debido a un drenaje inadecuado. Indicadores como el IRI y el PSI ayudan a detectar el deterioro y a prevenir estos problemas. La calidad de las carreteras puede mejorarse bajando la duración de viaje y subiendo la eficiencia de los vehículos. Esto reduce el gasto de combustible para la movilidad del vehículo y los contaminantes. De manera que, la gestión del transporte rural mejorará con un menor impacto ambiental.

1.5. Hipótesis de la investigación

1.5.1. Hipótesis general

El análisis del nivel de servicio de la vía afirmada de los centros poblados Cala Cala – Humaña en la localidad de Palca Provincia de Lampa Región Puno, revelará un estado de

deterioro significativo de la superficie, lo que resultará un servicio deficiente para los usuarios, caracterizado por una duración de viaje prolongada, condiciones inseguras e incomodidad durante el recorrido.

1.5.2. *Hipótesis específicas*

1. El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en la localidad de Palca Provincia de Lampa, es inferior a 10.
2. El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en la localidad de Palca Provincia de Lampa, está por de debajo de 2.
3. Se anticipa encontrar una correlación entre IRI y el PSI, lo que implica que a medida que la rugosidad del camino aumente, la calidad de serviciabilidad disminuirá.

1.5.3. *Variables e indicadores*

A continuación, se presentan las variables que se aplicaran de acuerdo al nivel de investigación definido para este trabajo de investigación.

Tabla 1

Desarrollo de la operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Operacionalización		Técnicas e instrumentos
		Indicadores		
Variable independiente				
Condición de la vía afirmada	IRI	“IRI”		Rugosímetro de Merlín Formato MTC (Anexo 3)
Variable dependiente				
Serviciabilidad	PSI	“PSI”		Formato MTC

Nota. Desarrollo propio



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Antecedentes internacionales*

López (2018). El estudio analizó cómo el IRI afectaba el mantenimiento y la operación de las carreteras. En el estudio que se realizó del Índice de Servidumbre del Pavimento (PSI) de los componentes funcionales y estructurales, la regularidad de la vía tuvo una relevante ponderación. El estudio reveló que el IRI impacta de una manera considerable la captación de los pilotos en referencia a la suavidad de la vía. Un IRI más bajo mejoraría el PSI, mejorando el confort del usuario, el flujo vehicular y la duración de viaje de pasajeros y mercancías. Se notificó que esta investigación relaciona las variables y los resultados del IRI y el PSI a lo largo del camino analizado. Esto se dio a conocer abiertamente a todo el público, lo que optimiza la autenticidad y la relevancia de los resultados para el manejo de la infraestructura vial. La investigación concluye que la regularidad del pavimento debe reducirse para optimizar la calidad, la eficiencia, la experiencia del usuario y la gestión del flujo vehicular.

Reyes (2020). Este estudio utilizó dispositivos inteligentes y un rugosímetro Merlín para determinar el IRI de la carretera. Los resultados del análisis demostraron que esta última



técnica era la mejor. TotalPave se está convirtiendo en una herramienta confiable para el análisis de pavimentos. El diseño del pavimento en la ruta investigada cumple con los estándares del IRI y el PSI a pesar del tráfico intenso. Los dos modos necesitan una velocidad constante de 80 km/h para capturar suficientes datos y obtener resultados exactos. Sin embargo, esto no es cierto. Este artículo presenta métodos de cálculo de IRI similares, lo cual es relevante para nuestra investigación. Se requieren equipos para examinar la condición del pavimento y crear estrategias de mantenimiento basadas en datos fiables. Esto resalta la importancia de estos instrumentos. Los hallazgos del estudio muestran que la evaluación de la infraestructura vial requiere métodos analíticos tecnológicamente avanzados y eficaces. Esto es necesario para garantizar la seguridad vial y la longevidad a medida que aumenta el volumen de tráfico.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Anaya (2020). Un proyecto abordó las mejoras de mantenimiento vial en Huari, Ancash. Se verificó el flujo de tráfico sobre el pavimento flexible utilizando el medidor de rugosidad Merlin. ¿Esta investigación? Utilizó un estilo prospectivo, cualitativo y transversal, sin ningún giro experimental. Curiosamente, el 62,50% de la carretera se clasificó con una transitabilidad sorprendentemente mala, mientras que el 37,50% cayó en la categoría simplemente mala. Cualquiera puede buscar esa información, por cierto. El pavimento flexible obtuvo valores de IRI_p e IRI_c de 9,62 y 11,31 metros por kilómetro. El PSI de la sección fue de 0,87, con un IRI_p de 9,62 metros por km. Parece que el programa encontró una transitabilidad bastante baja en el pavimento flexible. Y además de desconchamiento, baches, surcos y algunos problemas estructurales, la carretera tenía aún más problemas. Esos se consideraron algunos de los grandes problemas. El MTC, que supervisa las directrices de mantenimiento vial, verificó el cumplimiento en 2018. Sin mantenimiento preventivo, el servicio de la ruta evaluada se ve afectado.



Matto (2019). Esta investigación analizó detenidamente el Índice de Resistencia del Pavimento (PSI) de las calles de concreto del centro de Huánuco. De hecho, se llevó a cabo una investigación. Las calles de concreto del centro muestran un Índice de Resistencia Intermedia (IRI) entre 4.71 y 7.66 metros por kilómetro cuadrado. Al parecer, estos valores no son suficientes para cumplir con los estándares de servicio adecuados. Más del 68% del pavimento presentaba algún tipo de daño o fallas en los bordes. Resulta que había muchas dificultades que resolver. Con un PSI promedio de 2.01, estos pavimentos ofrecen un buen servicio. Esto concuerda con los requisitos de servicio del PSI vigentes. Los resultados básicamente apuntaron a una relación estadísticamente significativa pero negativa entre los modelos matemáticos y las condiciones de las calles. Si hay más grietas y el IRI aumenta, el PSI disminuye. Lo que queda claro es que este estudio confirma que el PSI práctico disminuye debido a factores estructurales y funcionales. En la Zona B, el índice de resistencia a la tracción (PSI) típico es de solo 1,05, por lo que el servicio es bastante limitado, lo que demuestra que el tipo de suelo base no influyó realmente en la clasificación del pavimento.

Rivera (2017). En Perú, examinó cómo el IRI afectaba el servicio de las carreteras pavimentadas. Su investigación encontró una correlación entre un IRI alto y un servicio deficiente. La irregularidad de la vía influye la velocidad y la maniobrabilidad del vehículo. Esto implica que es necesario realizar reparaciones para prevenir el deterioro futuro, lo que incrementará los costes de operación y conservación del plan. Prevenir la degradación requiere mantenimiento. Además de las pendientes, el tráfico y los baches, otras variables influyen en las tasas de operación. La tecnología Merlin es más económica y precisa, por lo que Rivera la recomienda para caminos cortos de tierra. Debido a su mayor precisión, el equipo Merlin es perfecto para esta actividad. Esta investigación demuestra que es necesario reducir la regularidad del suelo de la vía para mantener los niveles de servicio y ahorrar gastos de mantenimiento y operación. Reducir la rugosidad para lograrlo.



2.1.3. *Antecedentes locales*

De La Cruz (2022). El tramo Azángaro-Salinas se extiende desde el km 0+000 hasta el km 3+000 en Puno, Perú. Analicé el desempeño y la resistencia del pavimento flexible en dicho tramo. Con un PSI de 3.41, se observa una excelente funcionalidad. Merlin lo confirma. Verifiqué las características de resistencia de las partes del pavimento (base, subbase y subrasante) mediante pruebas de laboratorio. Se requerían los valores clave del Índice de Soporte de California (CBR) para cada capa del pavimento para utilizar un sistema que cumpliera con las especificaciones del modelo. También se revisaron los espesores medidos en el sitio. El IRI promedio para cada sección fue de 2.15, y con un PSI de 3.41 para todo el sistema, se puede contar con un flujo de tráfico sólido en todo el tramo.

Condori y Añazco (2018). Este estudio examina las implicaciones de la construcción del complejo deportivo universitario de Puno en las carreteras cercanas, dado que no se ha realizado una evaluación de impacto vial. Este estudio analítico investiga la infraestructura vial del complejo deportivo, utilizando las carreteras del campus universitario como caso de estudio. El proyecto incluye carreteras urbanas. La generación de viajes mediante postes generadores de viajes es la base de la previsión de transporte. Esto se realiza mediante Synchro. Utilizando esta predicción y HCM 2010, se pueden evaluar los niveles de servicio. Según las estadísticas, las carreteras del campus universitario tendrán niveles de servicio F, A, F y E una vez finalizada la construcción. La adición de un carril y el uso de estacionamientos fuera de la ciudad de la institución podrían mejorar el servicio. La creación y gestión de las instalaciones deportivas universitarias debería tener un efecto significativo en la calidad del servicio a lo largo de las rutas examinadas. Según este estudio, las carreteras deben incluirse en el desarrollo de la infraestructura. El documento ofrece diversas maneras de reducir el impacto en las rutas de entrada para la universidad de Puno.



2.2. Base teórica

2.2.1. Definición de vía no pavimentada

Sin pavimento, las vías sin pavimentar están compuestas de tierra, grava, arena o suelos compactados. Las carreteras con esta superficie se denominan "carreteras sin pavimentar". Estas carreteras suelen ser más económicas que las de asfalto. Además, suelen encontrarse en zonas rurales o subdesarrolladas.

2.2.1.1. Clases de vías no pavimentadas

- a. **Vía de tierra:** Para construir la carretera más sencilla, se utiliza tierra natural compactada. Estas carreteras se deterioran fácilmente con la lluvia o la humedad, lo que dificulta su tránsito. A pesar de su bajo costo de ejecución, son duras de transitar, pero este tipo de vías son muy propensas a sufrir daños por la intemperie.
- b. **Vía de grava:** Estas vías están cubiertos de piedra o grava triturada para mayor durabilidad y resistencia a la abrasión. Esto contrasta con la superficie de tierra de los caminos sin pavimentar. La grava optimiza el drenaje, la duración y la resistencia a la intemperie. La grava prolonga la durabilidad de los efectos.
- c. **Vía de piedra triturada:** Es muy parecido a los caminos de grava, pero en lugar de grava, se utiliza piedra triturada. De hecho, puede resultar una superficie más resistente, sobre todo cuando hay mucho tránsito peatonal o cuando hace mal tiempo.



- d. **Vía de tierra estabilizada:** Si se buscan propiedades mecánicas más resistentes, se puede añadir cal, cemento o asfalto líquido a la grava y la tierra. De esta forma, el material funciona mejor y el camino resiste el tráfico intenso y las inclemencias del tiempo durante mucho más tiempo. Pero, sinceramente, los caminos de tierra y grava no se comparan con el asfalto en cuanto a durabilidad.
- e. **Vía de tierra mejorada con revestimiento superficial:** Este camino puede tener alquitrán o emulsión asfáltica aplicado encima de una base de compactada tierra. Este es un tratamiento superficial que mejora la durabilidad y la resiliencia de la carretera. Este método refuerza y suaviza las carreteras a la vez que reduce el polvo. Esto ocasiona el confort y seguridad en la conducción. Mejorando de esta manera el tráfico de vehículos y reduce el polvo que generan los vehículos que circulan en una determinada superficie de rodadura.

2.2.1.2. Desgaste en vías no pavimentadas

Las superficies de las carreteras sin pavimentar se erosionan con el tiempo. El término "deterioro" se aplica a este proceso. El tráfico, la humedad, la erosión y el mal mantenimiento causan este desgaste. La degradación se muestra a través de baches, surcos, polvo, erosión del suelo y pérdida de superficial insumo. Estas variantes influyen las condiciones de las carreteras, ralentizando el tránsito y poniendo en peligro la protección.

Dado que están construidas con tierra o grava, las carreteras de tierra se deterioran más rápidamente que las pavimentadas. Esto se debe principalmente a cómo se consumen los recursos. Estos materiales no resisten bien las inclemencias del tiempo ni el paso de los vehículos. A continuación, se muestran algunos ejemplos de desgaste común en las carreteras de tierra:



- a. **Sección transversal inapropiada:** Además del drenaje y el tráfico, numerosas causas pueden provocar su deterioro. La carretera debe tener suficiente pendiente transversal para drenar el agua superficial del lecho.
- b. **Inestabilidad en curvas y pendientes:** La vía puede separarse de su trazado original a causa de una mala conservación. Una vía con más curvaturas o pendientes más pronunciadas puede tener más accidentes.
- c. **Dificultad de drenaje:** Un drenaje deficiente puede generar charcos y encharcamientos, lo que sube el peligro de erosión y amenaza la estructura de la región.
- d. **Ondulaciones:** Las ondas son irregularidades en el suelo de la vía que se ocasionan en intervalos regulares de formas perpendiculares al tráfico. Pueden incomodar a conductores y pasajeros. Las ondulaciones representan discrepancias. La vehicular actividad frecuente, el soporte débil, la nivelación inadecuada y las capas granulares subyacentes que erosionan el material granular fino contribuyen a este problema.
- e. **Formación de baches:** En suelos poco compactados o blandos, el tráfico vehicular puede causar baches y socavones. En suelos poco compactados, esto es especialmente cierto.
- f. **Formación de Ahuellamientos:** El término "surco" se refiere a las hendiduras que se ven en el centro de la carretera. A veces, una mala distribución del peso o capas de pavimento deterioradas provocan este problema. Supongo que ambos factores pueden contribuir a la formación de surcos.



g. Desgaste superficial: Cuando los coches y camiones circulan constantemente por las carreteras, pueden desgastar la capa superior dura, dejando al descubierto la capa inferior más blanda. Si esto ocurre, los conductores pueden encontrarse con una carretera bastante peligrosa. Curiosamente, las carreteras sin pavimentar no suelen deteriorarse mucho por las inclemencias del tiempo ni por el tráfico. Dicho esto, es necesario un mantenimiento constante y exhaustivo para que estas carreteras se mantengan en buen estado y debidamente protegidas.

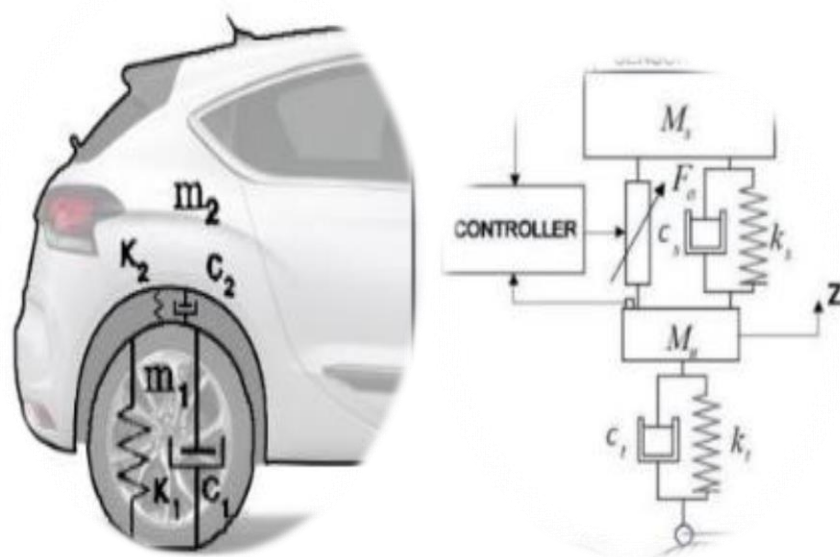
2.2.2. *IRI*

El IRI es fiable en la medición de la irregularidad de la superficie de la carretera. Los ingenieros de vías emplean esta estadística para analizar el estado del pavimento y la comodidad al volante. Un IRI relevado representa que el suelo es irregular y difícil de transitar.

2.2.2.1. **Modelo de cuarto de vehículo**

La regularidad de la vía se evalúa mediante el modelo (QC). El enfoque que se analiza consiste en añadir un dispositivo de medición a la parte trasera de un vehículo y conducirlo a velocidad constante. Se explica este método. Esta técnica registra las vibraciones y los movimientos del vehículo. Estas vibraciones y movimientos están relacionados con los defectos de la superficie de la carretera.

El IRI y otras lecturas de rugosidad provienen de estas mismas mediciones. Ambas métricas son clave para evaluar el estado del pavimento. Sinceramente, este método ahorra bastante tiempo en comparación con la inspección tradicional de tramos largos de carretera para reparaciones o mantenimiento. Una mejor organización de las operaciones facilita la planificación de procesos.

Figura 1*Esquema de cuarto de vehículo.**Nota.* (Sayers & Karamihas, 1998)

Para calcular el IRI, se suman todos los deslizamientos verticales absolutos entre las masas límite del modelo de la góndola y se divide el resultado por la distancia recorrida, ya sea en millas, kilómetros o metros. Este proceso se repite hasta obtener el valor del IRI. El IRI evalúa la regularidad de la superficie de la carretera.

2.2.2.2. Valores del IRI

Se utilizan muchos rangos precisos de valores de IRI para analizar la regularidad de diferentes clases de vías para automóviles. De acuerdo con las escalas del Banco Mundial y la norma ASTM E, 1926-98, se crearon rangos:

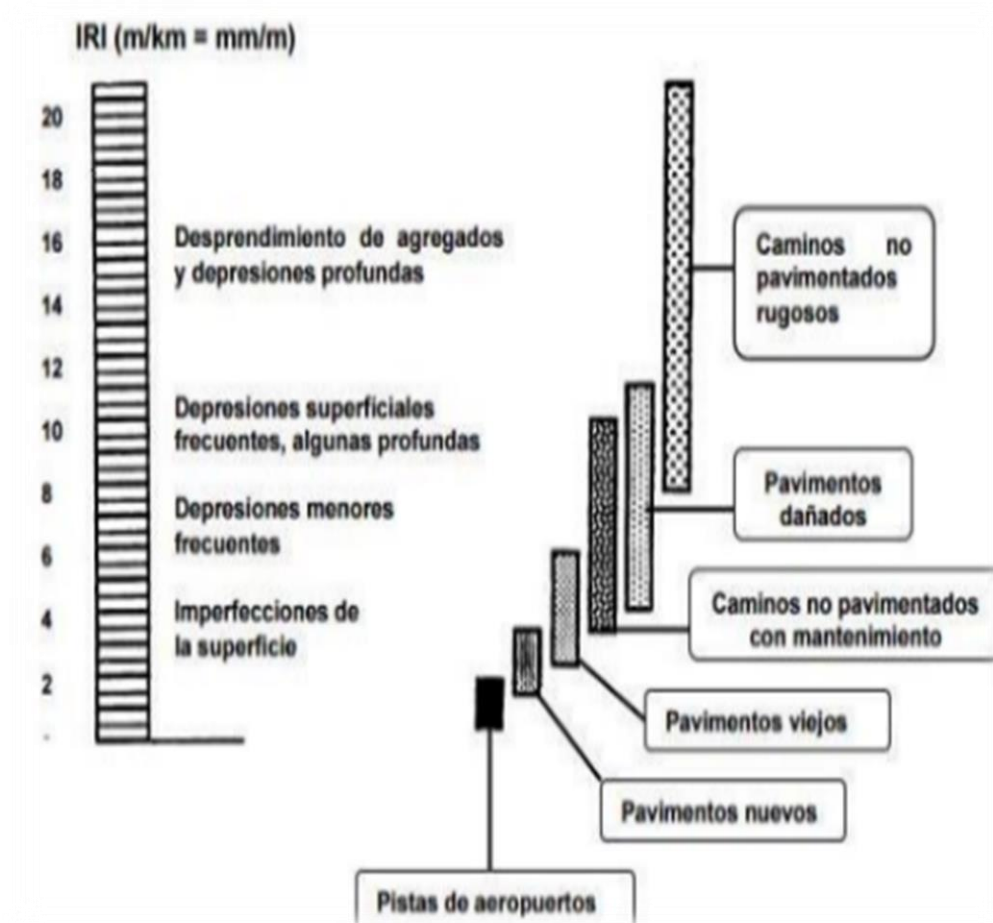
IRI de 0 a 12 m/km: Una categorización de superficie de 12 sugiere poco desnivel, pero aceptable. Un liso terreno posee una puntuación de suelo de 0. La comodidad y la protección están conectadas por el IRI y el PSI.

IRI de 0 a 20 m/km: Los caminos sin pavimentar pueden alcanzar un índice de rugosidad de 20. Básicamente, un índice de 20 significa que el camino se usa

mucho, pero se siente mucho más irregular que uno recién pavimentado, mientras que un índice de 0 simplemente significa que es lo suficientemente liso. Al parecer, ambos índices son correctos.

Figura 2

Fundamentos De La Escala IRI

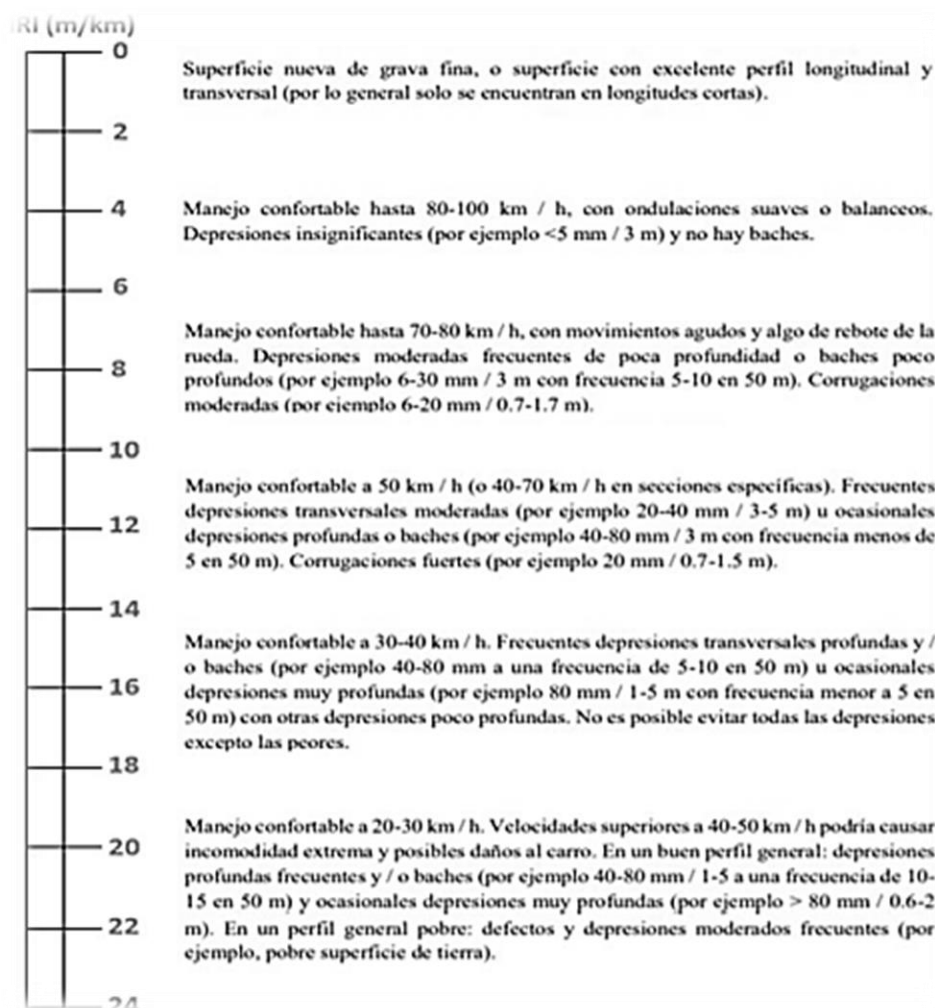


Nota. Escala de rugosidad del (Banco Mundial)

La ASTM E 1926-98 divide el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en escalas en pavimentos y terrenos sin pavimentar. La ilustración 3 señala este concepto de forma esquemática. Cada escala tiene rasgos y valores especiales para cada tipo de carretera.

Figura 3

Escala para dar con la regularidad.



Nota. (ASTM E 1926 - 98), (Reapproved, 2015)

2.2.2.3. Escala conforme a valores del IRI en el Perú

Utilizamos el IRI peruano como fuente principal. Este índice se basó en el MTC de 2007. Utilizamos los valores del IRI de Perú de la Tabla 2 para alcanzar con estos estandartes.

Tabla 2

La condición del afirmado, analizada por la rugosidad en vía sin pavimentar.

CONDICIÓN	REGULARIDAD
Bueno	$IRI \leq 6$
Intermedio	$6 < IRI \leq 8$
Deficiente	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$10 \leq IRI$

Nota. Normativas técnicas para la conservación vial según el MTC - 2007.



2.2.2.4. Instrumentos usados para la medición del IRI

Perera y Kohn (2002) identificaron cinco técnicas básicas de índice de radiación inversa. La forma precisa en la medición, la rapidez en la adquisición de valores y la dificultad en el sistema de control los hacen diferentes de otros.

2.2.2.5. Organización de instrumentos para la dimensión del IRI

La norma N.º 46 del Banco Mundial y la norma ASTM E-95098 categorizan los equipos de medición de la superficie de las carreteras. Esto clasifica los dispositivos según sus características.

Este especifica la defensa de los datos y la resolución del dimensionamiento para un preciso análisis de los equipos. El cuadro 4 contrasta los sistemas de clasificación del Banco Mundial y la ASTM. Comparar las características y los estándares de evaluación de cada grupo facilita su comprensión.

Esta inclusión generó mayor conciencia sobre los estandartes de análisis de la vial superficie.

2.2.2.6. Instrumento principal para el estudio

Este instrumento es empleado debido a su sencillez y alta eficacia.

2.2.2.6.1. *La Bicicleta de Merlín*

El equipo conocido como la bicicleta de Merlín, es un dispositivo equipado mecánicamente que es de bajo costo que se utiliza para realizar la evaluación de la regularidad superficial de las vías pavimentadas.

Figura 4*Equipo Bicicleta de Merlín*

Nota. (Oficina de apoyo tecnológico MTC)

2.2.2.6.2. Partes de la Bicicleta de Merlín

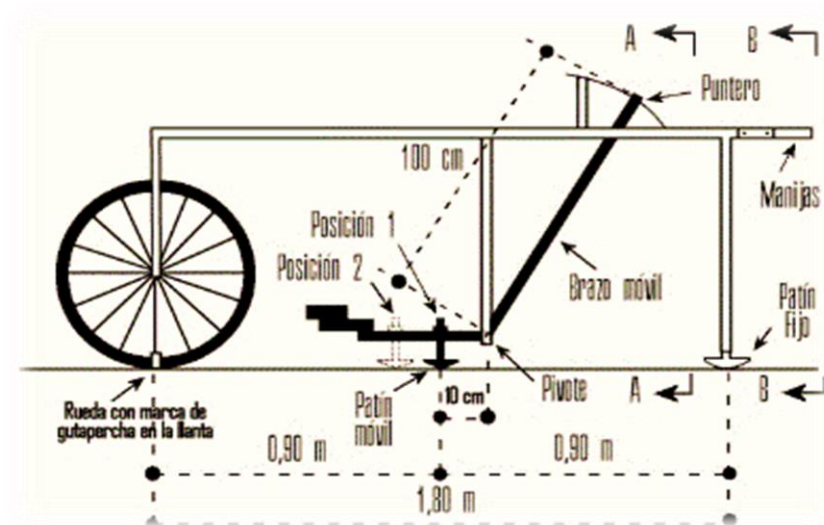
Los rugosímetros MERLIN cuentan con bastidores verticales y horizontales. El componente vertical cuenta con dos ruedas delanteras y dos soportes traseros basculantes. Los soportes izquierdo y derecho sostienen el dispositivo en el suelo.

El componente horizontal del rugosímetro incorpora asas para facilitar su manejo. La elevación de la barra vertical central del dispositivo garantiza la estabilidad durante la medición.

La base de esta barra vertical incluye un brazo móvil con un cojín ajustable para superficies irregulares. El marco de medición de Del Águila (1999) consiste en una aguja que recorre el perímetro del patín para identificar anomalías del terreno en el vértice del brazo.

Figura 5

Componentes de la bicicleta de Merlín



Nota. (Del aguila, 1999)

La placa del rugosímetro MERLIN de 5 mm incluye 50 secciones uniformemente espaciadas, 25 en la parte de abajo y 25 en la de arriba. El desliz del punto de borde proporciona una escala visual precisa para medir e informar el movimiento del elemento. Del Águila (1999) recomienda una relación de 1:10 entre el segmento de borde menor de la bisagra móvil del patín y el puntero giratorio. Un desplazamiento vertical de 1 mm en el borde del patín mueve el puntero 1 cm, mejorando la claridad de la medición.

2.2.2.6.3. Metodología usada para hallar la rugosidad

Este método mide las imperfecciones de la superficie de la carretera, revelando problemas del pavimento y mejorando la comprensión de la carretera.

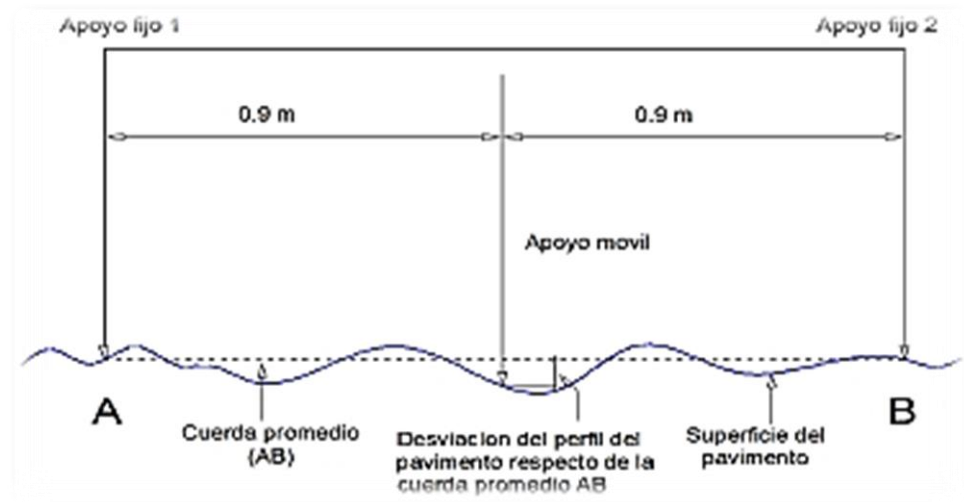
Merlín Bike compara los defectos de la carretera con una línea central artificial. La "desviación cordal media" mide la rugosidad midiendo la vertical distancia entre el suelo de la vía y el medio punto de un segmento de línea.

Registre la desviación media de la trayectoria de la bicicleta después de 200 observaciones para obtener resultados precisos. Este enfoque proporciona datos fiables sobre la rugosidad de la carretera.

Del Águila (1999) descubrió que las superficies de carretera más rugosas aumentan la variabilidad del desplazamiento del instrumento. Esto sugiere que las superficies irregulares proporcionan más datos, lo que enfatiza la evaluación del estado de la carretera.

Figura 6

Desnivel del perfil del pavimento con relación a la línea media.



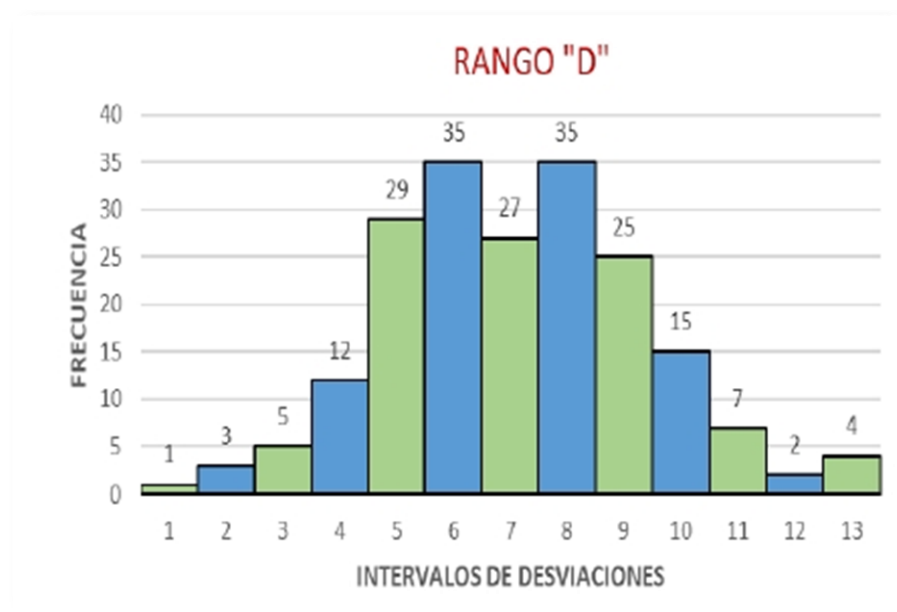
Nota. (Merliner, 1999)

Se requieren mediciones continuas de 200 desviaciones para el diagrama de distribución de frecuencias. Se utilizan unidades de rugosímetro y una calibración del 10 % para cuantificar el rango "D", que recopila 10 puntos de datos en cada extremo del gráfico para mejorar la precisión de la medición. La ecuación de correlación de ambas variables traduce "D" a unidades IRI. El procesamiento de datos con esta conversión permite comparaciones precisas con otras métricas y estándares.

Este cambio permite que el IRI, una métrica común para la calidad del suelo de la vía, exprese la regularidad. Esto simplifica la interpretación de los datos y las decisiones sobre la conservación y la mejora de la vial infraestructura.

Figura 7

Intervalos de frecuencias.



Nota. (Merliner, 1999)

2.2.2.6.4. Método de sondeo

El Banco Mundial recomienda cuatro niveles de rugosidad vial. Los rugosímetros estáticos MERLIN tienen una precisión de 0,98 (Clase 1). Debido a su precisión y a su capacidad para examinar superficies de terreno con un riel y un nivel, los fundadores recomiendan dicho modo para la calibración de equipos de evaluación de regularidad.

Protocolo de ensayo. Un operador configura el rugosímetro para tomar lecturas del 1 al 50, mientras lo registra el ayudante en turno en una cuadrícula de 20 x 10, tal cual se visualiza en la ilustración 8. La interacción entre operador y asistente permite obtener datos precisos de la evaluación de rugosidad.

Figura 8

Formato de observación para la recopilación de la información.

ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
Carretera:						Ensayo N°:					
Sector:						Progresora:					
Huella:						Fecha:					
Inspector:											
	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											
Observaciones:											

Tipo de Pavimento	
Afirmado	☒
Base granular	☐
Base imprimada	☐
Tratamiento bicapa	☐
Carpeta en frio	☐
Carpeta en caliente	☐
Recapeo asfáltico	☐
Sello	☐
Otros	☐

Nota. Adaptada del manual (Merliner, 1999)

La tarea in situ requiere 400 m de carretera. Para la rugosidad, el rugosímetro Merlín registra 200 defectos superficiales en una tabla. Tras un círculo completo, se registra el diámetro de la rueda Merlín cada 2 metros a lo largo de la longitud deseada. Determine la llanta del dispositivo para obtener mediciones precisas. Cada observación utiliza un rugosímetro en las ruedas delanteras, apoyado por una base trasera fija y un estabilizador de ensayo de carretera. Se garantizan mediciones regulares y precisas. Una velocidad constante de 2 km/h permite obtener lecturas precisas de las irregularidades del suelo de la vía. Según Del Águila (1999), esta técnica es crucial para mantener la calidad de los valores del estudio.

2.2.2.6.5. *Comprobación de las correlaciones*

Este enfoque correlaciona los resultados del rugosímetro con el IRI.

Si el IRI se halla en el rango de 2.4 a 15.9

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D_c$$

Si el IRI es < 2.4

$$IRI = 0.0485 \times D_c$$

La fórmula 1 evalúa grava, arcilla o asfalto, mientras que la fórmula 2 evalúa modernos pavimentos. Estas fórmulas cotejan los productos de la bicicleta MERLIN con el IRI, es fundamental en la evaluación de carreteras y pavimentos.

2.2.2.6.6. *Cálculo de la regularidad*

El análisis de la variabilidad de la bicicleta Merlín mediante un histograma de frecuencia de medición de aguja determina el rango D. Tras suprimir el 10 % de los resultados y el 5 % más mínimo y más elevado contemplados incorrectos, se categorizan los valores (D). Los números alrededor de 1 o 50 indican rugosidad, mientras que la flecha del panel en 25 indica suavidad.

Los datos de la bicicleta MERLIN a esta escala se simplifican al escalar los valores del gráfico de frecuencia en 5 mm. A continuación, al cambiar a la escala IRI, la forma en que analizamos la superficie de la carretera mejora notablemente. Al modificar el factor D, se cambia la relación de los brazos del medidor de rugosidad, que suele mantenerse alrededor de 1:10. Para comprobarlo, basta con colocar el medidor de rugosidad sobre terreno plano y anotar una lectura de 25° cuando la plataforma móvil toca el suelo. Después, el gráfico vuelve a 1:10 mientras se mueve la plataforma hacia arriba y hacia abajo.



El ajuste de "D" se realiza mediante el siguiente cálculo si la aguja se aleja de 12°:

$$F.C. = \frac{EP \times 10}{[(LI - LF) \times 5]}$$

Puedes ajustar los medidores de rugosidad de dos maneras según cómo funcione el deslizamiento del brazo pivotante, y eso cambia la forma en que clasificamos la rugosidad de la carretera.

Ahora bien, así es como funciona: en el primer caso, comparas los ejes del medidor cada 10 cm, y para pavimento nuevo, esta configuración mantiene una relación de palanca de 1:10.

En la situación 2, el eje se coloca a 20 cm de distancia en carreteras en mal estado. Para evaluar con precisión la regularidad con un nexo de palanca de 1 a 5, opere D por 2.

Los dos especímenes ejemplifican los múltiples usos de la bicicleta Merlín y enfatizan lo importante que es seleccionar la configuración precisa para el terreno. La posición del eje y la relación de palanca deben calibrarse conforme a la condición del suelo ya sea desgastada o fresca, para obtener lecturas precisas.

La ecuación (1) o (2) convierte la regularidad medida a la escala IRI, conforme a la clase de pavimento. Estas fórmulas convierten los datos de Merlín en el indicador de condición de la vía (IRI).

Estas fórmulas comparan y evalúan la regularidad del suelo, crucial para el análisis del estado de la carretera y la planificación del mantenimiento y la reparación de calidad.

2.2.3. Especificaciones del PSI

AASHTO, que desarrolló rigurosos métodos de evaluación del deterioro del pavimento, estableció una relación entre ellos. Estas tecnologías proporcionan una evaluación precisa del estado de la carretera, mejorando la gestión y el mantenimiento vial.

La Tabla 5 muestra el PSI, que califica el rendimiento de la carretera de 0 a 5. Una puntuación de 0 significa que las carreteras son inaccesibles, mientras que 5 significa que están en perfecto estado. Esta escala proporciona criterios precisos para analizar la calidad y la condición del pavimento.

El índice es crucial para analizar la capacidad de tráfico del pavimento. La utilización de la vía es vital para la planificación del mantenimiento vial, ya que garantiza vías aptas para el tránsito.

Tabla 3

Definiciones De La Escala de PSI

(PSI)	TRANSITABILIDAD
4-5	Muy Buena
3-4	Buena
2-3	Intermedio
1-2	Deficiente
0-1	Muy malo

Nota. (guia AASHTO)

El PSI evalúa el estado del pavimento y su condición. Sin duda, este método proporciona información importante sobre la resistencia de la carretera. La puntuación verifica la usabilidad del pavimento y resalta su calidad. Sinceramente, la seguridad y comodidad de los conductores y pasajeros depende en gran medida de la calidad de las inspecciones y el mantenimiento de la carretera.



2.2.3.1.1. Correlación entre *PSI* e *IRI*

Establecido en 1987, el modelo Patterson HDMI II lo utilizamos para hallar el *PSI* actual y compararlo con el Índice Internacional de Rugosidad. Esta ecuación ha ayudado a normar un nexo entre el *IRI* y el *PSI* en Brasil, Texas, Sudáfrica y Pensilvania. Por lo tanto, es más fácil medir el estado del pavimento en numerosas ubicaciones.

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

Dujisin y Arroyo añadieron la rugosidad a las ecuaciones de la AASHO. Los investigadores crearon esta ecuación. La rugosidad afecta el funcionamiento de los servicios públicos, por lo que se hizo esto para enfatizar su importancia.

$$PSI = 5.85 - 1.68 \times IRI^{(0.5)}$$

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Aspectos metodológicos de la investigación

En "Metodología de Investigación" (2015), Hernández, Baptista y Fernández proponen una investigación con enfoque cuantitativa de nivel aplicado. Este estudio ilustra esta investigación. No se manipulan factores en este estudio. Esta investigación analizó el IRI y el PSI. La investigación se centró en las características superficiales del suelo de la calzada a lo largo de una ruta definida. Tras analizar estas indicaciones, se compararon cuidadosamente cada uno de los aspectos metodológicos de la investigación.

NIVEL DESCRIPTIVO: Esta técnica enfatiza la evaluación directa de los procesos por encima de las teorías para obtener información sobre los eventos. Esto contrasta con los métodos típicos que priorizan las teorías. Siempre se enfatizó el requerimiento de estudios prácticos y empíricos para comprender y pronosticar eventos.

ENFOQUE CUANTITATIVO: Este método recopila y analiza valores dados para poder responder a las preguntas de investigación y evaluar ideas previas. Este concepto se basa en la cuantificación, la enumeración y la estadística. El objetivo es identificar con precisión las tendencias de comportamiento vial y serviciabilidad.



3.2. Diseño de la investigación

Dado que no se ajustaron factores y todas las medidas se recopilaban simultáneamente, esta investigación utilizó un diseño observacional transversal sin modificaciones experimentales. Esta técnica de diseño visualiza los fenómenos en su entorno natural para su análisis, según Hernández Sampieri y Fernández Collado.

- Las partes interesadas obtendrán una lista completa de fallas e irregularidades de la superficie de la carretera.
- Los datos recopilados se utilizarán para realizar cálculos.
- Los datos pueden utilizarse para evaluar el estado del suelo de la vía.
- Finalmente, se presentarán sugerencias para promover mejoras en el suelo de la vía afirmada.

3.3. Descripción del ámbito de estudio

3.3.1. Ubicación

3.3.1.1. Ubicación Geográfica

La ruta recorre el sur del Perú, particularmente Puno, Lampa y Palca. El área se ubica entre Humaña y Cala Cala.

En los Andes, el área de investigación se encuentra a una altitud media de 4253 msnm.

3.3.1.2. Coordenadas Geográficas

La recopilación de los datos requiere varios pasos. Antes de la recopilación, se procesan las coordenadas UTM y se convierten en coordenadas geográficas.



Tabla 4

Localización en coordenadas geográficas

Localidad	Latitud	
	Sur	Oeste
Inicio (Cala Cala)	15° 14' 38"	70° 32' 35"
Final (Humaña)	15° 13' 12.2"	70° 31' 36.9"

Nota. Elaborado por el propio autor

3.3.1.3. Altitud

Esta localidad se encuentra en la cordillera de los Andes:

Tabla 5

Altitud de las localidades

Localidad	Altura (m.s.n.m.)
Inicio (Cala Cala)	4062
Final (Humaña)	4445

Nota. Elaborado por el propio autor

3.3.1.4. Ubicación

La ubicación para el presente estudio estará distribuida de la siguiente manera:

Región:	Puno
Departamento:	Puno
Provincia:	Lampa
Distrito:	Palca

Figura 9

Esquema grafico del mapa del Perú.



Nota. Desarrollo propio

Figura 10

Esquema grafico del mapa de Puno.



Nota. Desarrollo propio

Figura 11

Grafica Del Mapa de Lampa.



Nota. Desarrollo propio

Figura 12

Mapa del camino vecinal



Nota. Desarrollo propio



3.4. Población y muestra

A continuación, se definen la población y la muestra para el desarrollo del trabajo de investigación.

3.4.1. Población

La población para esta investigación son los caminos vecinales que se encuentran en el distrito de Palca, provincia de Lampa región Puno.

3.4.2. Muestra

Esta investigación evaluará la superficie del camino vecinal entre las localidades de Cala Cala desde el km 00+000 hasta el km 06+000 con dirección a la localidad de Humaña.

3.5. Fuentes, técnicas y equipos para la recolección de datos

Este proyecto posee como objetivo analizar el estado de la carretera y explorar métodos de seguridad para la ruta Cala Cala - Humanña en relación de los grados de servicio. Para ello, una dirección gestionará la obtención de valores in situ y el análisis comparativo. Las hojas de cálculo que muestran el rendimiento y la calidad de la carretera mostrarán las zonas de alto y bajo rendimiento. Este enfoque evaluará cuidadosamente el estado de la carretera, mejorando la seguridad y la funcionalidad.

Esta investigación abarcará la categorización de vehículos, la calidad de la superficie de la carretera y otros temas mediante un rugosímetro, el formato MTC y hojas de análisis de Excel. Las evaluaciones de carreteras emplean estos métodos porque brindan exactos y completos valores para el análisis de la condición de la vía. Estas tecnologías permitirán soluciones de defensa y calidad de la vial infraestructura fundadas en valores.

Los métodos de medición del estudio se muestran en el cuadro 6. Estas herramientas son esenciales para analizar objetivamente los problemas de la vía y desarrollar prácticas soluciones para optimizar la defensa y el funcionamiento de los tramos de vía.

Tabla 6

Técnicas y equipos de obtención de datos

Método	Técnicas	Equipos
Deductivo	Visualización <i>in situ</i>	Formato MTC (Instrumento de registro de datos)
		Bicicleta de Merlín (Instrumento de levantamiento de valores)

Nota. Desarrollo propio

3.6. Confiabilidad y validación del equipo

El cuadro 6, resume el equipo de este estudio. Estos instrumentos utilizan elementos mecánicos como la rueda Merlín y las iteraciones MTC. El Índice Internacional de Regularidad (IRI) utiliza estas herramientas establecidas y legalmente reconocidas, por lo que no es necesario examinar su fiabilidad ni validez. Estas herramientas determinan el IRI. Su uso está respaldado por una legislación de larga data.

3.7. Plan de recopilación y procesamiento de datos

3.7.1. Estado superficial

Se requirió una implementación dividida para obtener los datos de IRI y PSI. El cálculo del IRI fue el primer paso. Primero, se recopilaban los valores *in situ* y luego comenzó el procesamiento de datos. La segunda etapa incluyó el cálculo de los valores de PSI que coincidieran con el IRI utilizando los datos. Se determinaron los valores de PSI.

ETAPA 1:

- a. **Preparación y planificación:** Planificamos el desarrollo de obtención de valores exhaustivamente antes de comenzar. La fase de planificación examinó las rutas o ubicaciones de investigación, las herramientas y para el personal la debida capacitación que se encarga de la obtención de valores en la etapa de campo.
- b. **Calibración y equipamiento:** Para garantizar la calidad y la calibración, se inspeccionó minuciosamente todo el equipo de medición. Esto garantizó la precisión de los resultados.

- c. **Recopilación de datos en campo:** Las carreteras en estudio se midieron con un equipo de medición de regularidad. Para recopilar datos sobre las imperfecciones del suelo de la vía, se utilizó la siguiente técnica: es importante dar tiempo a la aguja para que se estabilice. De esta manera, se facilitará su ubicación respecto al medidor, lo que permitirá la lectura. El segundo estudiante de tesis documentó los valores. Posteriormente, se tomaron mediciones en los extremos de la carretera para garantizar la precisión. Se tomaron doscientas mediciones en cada lado izquierdo y derecho mediante evaluaciones continuas de 400 metros a lo largo del recorrido, donde se procede a la aplicación del formato para la recopilación de la información en campo de la parte superficial de la carretera afirmada en su condición actual.

Figura 13

Esquema del formato para la obtención de valores para el IRI

ENSAYOS PARA MEDICION DE LA RUGOSIDAD CON MERLIN											
Carretera:						Ensayo N°:					
Sector:						Progresiva:					
Huella:						Fecha:					
Inspector:											
	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											
Observaciones:											

Tipo de Pavimento	
Afirmado	☒
Base granular	☐
Base imprimada	☐
Tratamiento bicapa	☐
Carpeta en frio	☐
Carpeta en caliente	☐
Recapeo asfáltico	☐
Sello	☐
Otros	☐

Nota. Desarrollado por el autor

d. Procesamiento de valores: Se creó un histograma a partir de cincuenta variaciones de campo tras organizar los datos en una tabla. Tras la organización de los datos, se evaluó y verificó lo siguiente: tras calcular los intervalos de los obtenidos valores, se categorizaron en un rango de frecuencia D.

Esto se realizó después del cálculo. Tras el filtrado, se eliminó el 5% de los datos de los extremos izquierdo y derecho del histograma. Esto optimizó el análisis. Para facilitar el estudio, se eliminaron del conjunto de valores los 10 valores que representan los extremos más bajo y más alto. El intervalo corregido, DC, se calculó siguiendo el procedimiento a continuación:

$$D_C = FC \times 5 \times D \times RB$$

Dónde: $FC = 0.95385$

$$D = 30.667$$

Se recopiló el Corregido Rango (DR) y se calculó el IRI empleando la ecuación del siguiente párrafo:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times DC$$

Los datos del IRI de cada componente estudiado durante esta fase se resumieron en informes. Los informes contenían estos valores.

ETAPA 2: Los valores del PSI se calculan de esta manera.

Los autores extrajeron los valores del PSI del IRI utilizando el método de Sayers, Gillespie y Queiroz. Este procedimiento aproximó la sugerencia inicial. Varias fuentes han mencionado este procedimiento. La siguiente ecuación es completa:

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

El primer paso fue calcular los datos de IRI de las bandas de rodadura de ambos lados.

Las estadísticas se validaron según el protocolo. Se calculó la media de estos dos valores para representar con precisión la rugosidad de ambas bandas. Esto se realizó para garantizar la fiabilidad.

En la segunda fase del proyecto, se modificó la fórmula de Sayers, Gillespie y Queiroz. Se reemplazaron los valores promedio de IRI para segmentos de 400 metros para esta modificación. En esta fase se calcularon los valores de PSI para cada componente utilizando los promedios de los dos pasos anteriores. Se promedió el PSI para obtener la media. Este estudio utilizó la Tabla n.º 11 para organizar los datos en este enfoque.

3.7.2. Relación entre el IRI y el PSI

Se requiere este estudio estadístico para hallar que relación hay entre el IRI y el PSI. Se estudiará la correlación entre estas características. Este es un método común para determinar esta relación:

- a. Reconocimiento de centros de valores:** El IRI y el PSI pueden obtenerse a través de bases de datos de agencias de transporte, valore de revisión de campo y dispositivos de monitoreo del estado del pavimento. La relación entre ambos criterios debe comprenderse utilizando estos recursos.
- b. Medición del IRI:** Se deben evaluar los procedimientos de PSI para tramos específicos de ruta. Las inspecciones visuales, estructurales y del estado del pavimento son muestras de estas pruebas. Estos parámetros son necesarios para una evaluación adecuada del estado de la vía.



- c. Medición del PSI:** Las evaluaciones de PSI en tramos de la carretera siguen los procedimientos. Esta categoría incluye múltiples exámenes. Las inspecciones visuales, las estructurales evaluaciones y las inspecciones estándar de la calidad del pavimento son ejemplos. Estos métodos son necesarios para una evaluación fiable del estado del pavimento.
- d. Procesamiento de datos:** El procedimiento de recopilación de información finaliza con el procesamiento y la depuración de los datos. Esto elimina errores e irregularidades, preparándolos para el estudio. Este paso debe completarse correctamente para garantizar resultados precisos.

3.8. Tabulación y ordenamiento de datos

Los valores se organizaron y analizaron en una hoja de cálculo de Excel. Se aplicaron fórmulas a los valores y se llevaron a cabo cálculos para conseguir los esperados resultados.

Tras el procesamiento, los resultados se diagramaron para cada sitio de muestra. Este gráfico mostró la relación con la rugosidad del terreno en áreas específicas, lo que facilitó la comprensión de los datos. Los datos se interpretaron mejor con imágenes que mostraban los patrones de rugosidad de la carretera. Por lo tanto, los datos obtenidos se interpretaron con mayor claridad y eficiencia, mejorando la evaluación de la calidad de la superficie.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados determinados

A partir del análisis desarrollado se pudo encontrar los siguientes resultados para cada uno de los objetivos específicos que se plantearon:

4.1.1. A nivel de la variante X/I. Condición del afirmado

Tabla 7

Condición del IRI de la vía afirmada

Progresiva	IRI(m/km)			Transitabilidad
	Huella Izquierda	Huella Derecha	Promedio	
0+000 - 0+400 KM	6.69	6.5	6.59	Intermedio
0+400 - 0+800 KM	7.39	7.2	7.29	//
0+800 - 1+200 KM	8.39	6.68	7.50	//
1+200 - 1+600 KM	8.15	7.58	7.87	//
1+600 - 2+000 KM	7.36	8.88	8.12	Deficiente
2+000 - 2+400KM	6.50	7.49	6.99	Intermedio
2+400 - 2+800 KM	7.67	8.74	8.17	Deficiente
2+800 - 3+200 KM	8.82	9.4	9.06	//
3+200 - 3+600 KM	9.28	8.47	9	//
3+600 - 4+000 KM	8.61	7.78	8.19	//
4+000 - 4+400 KM	7.82	8.85	8.34	//
4+400 - 4+800 KM	8.34	8.26	8.30	//
4+800 - 5+200 KM	8.75	7.6	8.17	//
5+200 - 5+600 KM	7.13	7.8	7.47	Intermedio
5+600 - 6+000 KM	7.9	8.78	8.34	Deficiente
PROMEDIO =			7.959333333	Intermedio

Nota. Desarrollo propio

El cuadro 7, muestra los IRI de los carriles izquierdo y derecho. El informe incluye esta presentación. Este índice promedio de datos se utilizará en futuras visualizaciones. Las visualizaciones futuras utilizarán este índice.

Tabla 8

Resultados del IRI

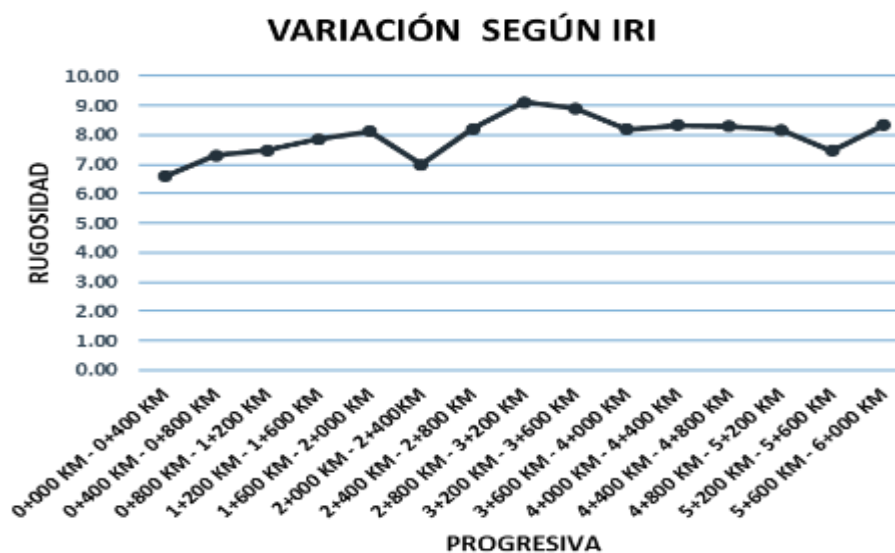
IRI	# DE TRAMOS	% DE PROPORCIÓN
Muy malo	0	0%
Deficiente	9	60%
Intermedio	6	40%
Bueno	0	0%
Total	15	100%

Nota. Desarrollo propio

La Tabla 8 muestra el flujo y la mejora en las carreteras de grado intermedio.

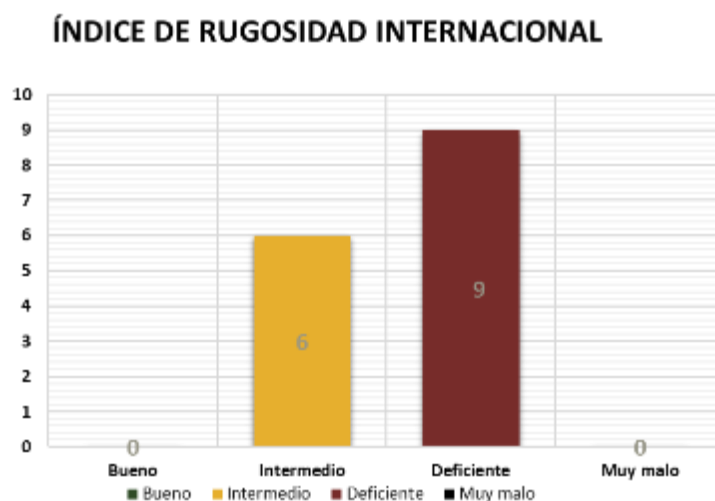
Figura 14

Resultados del IRI – Variaciones

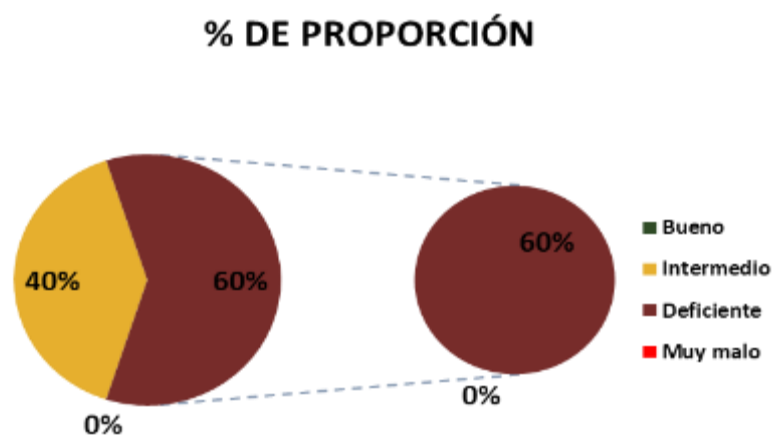


Nota. Desarrollo propio

La ilustración 14 muestra que los resultados del IRI son inconsistentes debido a la volatilidad. Los resultados son constantes, generalmente entre 6 y 10. Esto ocurre con regularidad. El tramo del km 0+400 al km 2+800 ilustra este tipo de segmento.

Figura 15*Resultados del IRI – tramos**Nota. Desarrollo propio*

La ilustración 15 muestra que dos tramos de carreteras rurales son inaceptables, nueve están por debajo del promedio y seis son intermedios.

Figura 16*Resultados IRI – %**Nota. Desarrollado por el autor*

La Ilustración 16 muestra que el 60 % de los conformadores tienen una rugosidad de rodadura deficiente y el 40 % es moderada o regular.

Tabla 9*Condición del PSI de la vía afirmada*

Tramo	IRI Prom. (m/km)	PSI	Transitabilidad
0+000 - 0+400 KM	6.6	1.506	Deficiente
0+400 - 0+800 KM	7.3	1.326	//
0+800 - 1+200 KM	7.5	1.281	//
1+200 - 1+600 KM	7.865	1.197	//
1+600 - 2+000 KM	8.12	1.142	//
2+000 - 2+400KM	6.99	1.399	//
2+400 - 2+800 KM	8.205	1.125	//
2+800 - 3+200 KM	9.11	0.954	Muy malo
3+200 - 3+600 KM	8.87	1	//
3+600 - 4+000 KM	8.19	1.128	Deficiente
4+000 - 4+400 KM	8.335	1.099	//
4+400 - 4+800 KM	8.3	1.106	//
4+800 - 5+200 KM	8.17	1.132	//
5+200 - 5+600 KM	7.465	1.287	//
5+600 - 6+000 KM	8.34	1.1	Muy malo
PROMEDIO =		0.88858	Muy malo

Nota. Desarrollo propio del autor

La Tabla 9 resume los resultados del PSI en una escala de 0 a 1, 1 a 2, 2 a 3, 3 a 4 y 4 a 5. Los resultados se clasifican según la escala de evaluación. El PSI y el IRI se comparan a lo largo de este proceso.

Tabla 10*Resultados del PSI.*

PSI	# DE TRAMOS	% DE PROPORCIÓN
Muy malo	3	20%
Deficiente	12	80%
Intermedio	0	0%
Bueno	0	0%
Muy bueno	0	0%
Total	15	100%

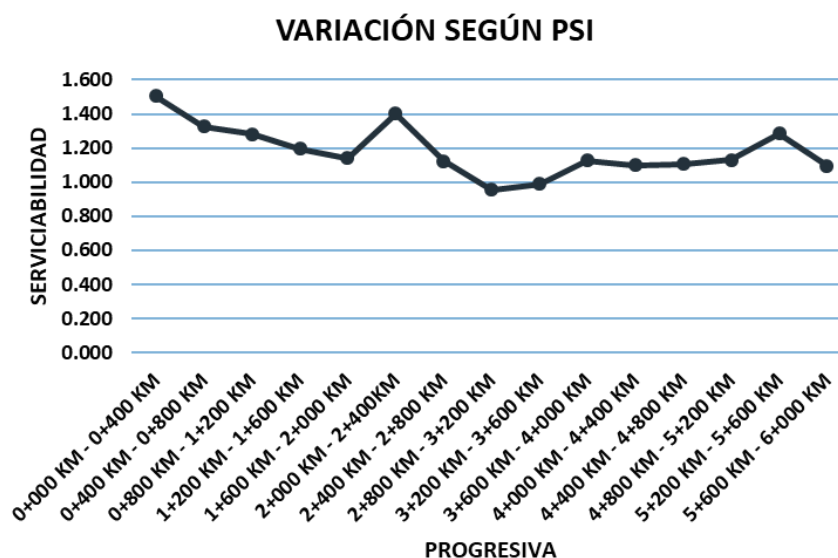
Nota. Desarrollado por el autor

El cuadro 10 señala la transitabilidad vial evaluada por el PSI para las zonas dañadas.

Esta tabla destaca las condiciones de estas carreteras clasificadas según el índice.

Figura 17

Variaciones – Resultados del PSI

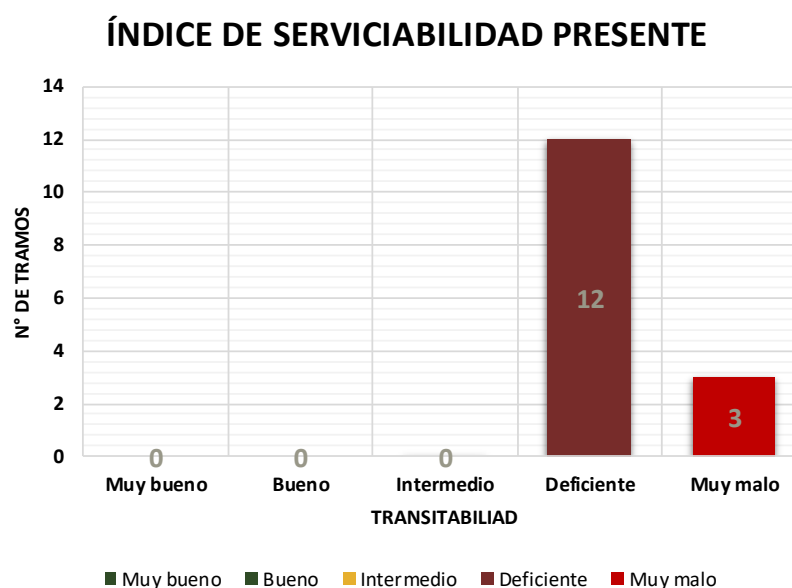


Nota. Propia del autor

La Figura 17 muestra una variación significativa del PSI, que generalmente indica un estado "deficiente" en una escala de 1 a 2. Esto es especialmente cierto entre el kilómetro 1+200 y el km 2+800. Esta sección lo demuestra.

Figura 18

Resultados del PSI – Tramos

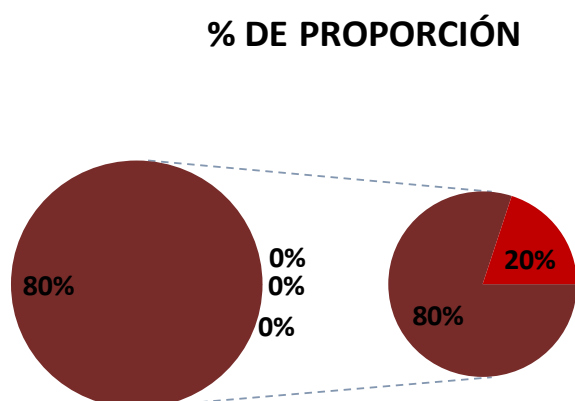


Nota. Desarrollo propio

Doce sitios en la ruta local son "Deficientes" y tres son "Muy Deficientes". La Figura 18 muestra los datos mencionados.

Figura 19

Resultados del PSI – %



Nota. Desarrollo propio

El 8% de los bienes fueron "Deficientes" y el 20% fueron "Muy Deficientes" o "Insuficientes". Como se ve en la Figura 19.

4.2. Discusión

Los datos muestran que el 70% de las carreteras entre Cala Cala y Humaña se encuentran en mala condición, lo que genera preocupación sobre su durabilidad y protección. Decidimos establecer el IRI en 10 y el PSI en 2. Llegamos a esta conclusión tras considerar investigaciones previas y nuestra experiencia personal. Mejorar la superficie de la carretera con estas características puede reducir los problemas de defensa y resistencia.

Para el IRI; Hipótesis de trabajo

$H_1 X < 10$ (media de los datos del índice de regularidad menor que 10)

Hipótesis nula

$H_0 X > 10$ (media de los datos del índice de regularidad mayor que 10)

Hipótesis alterna

$H_a X = 10$ (media de los datos del índice de regularidad = 10)

Para el PSI;

$H_1 Y < 2$ (media de los datos del PSI < 2)

Hipótesis nula

Nuestras hipótesis de trabajo pueden verificarse comparando sus cifras con los promedios de IRI y PSI de nuestra investigación. Black y Champion (1976) afirman que muchos académicos consideran las hipótesis de estadística estimación como hipótesis de contraste. El procedimiento de evaluación determinó este resultado comparando valores teóricos y reales.

Tabla 11

Último análisis de indicadores del estado del suelo

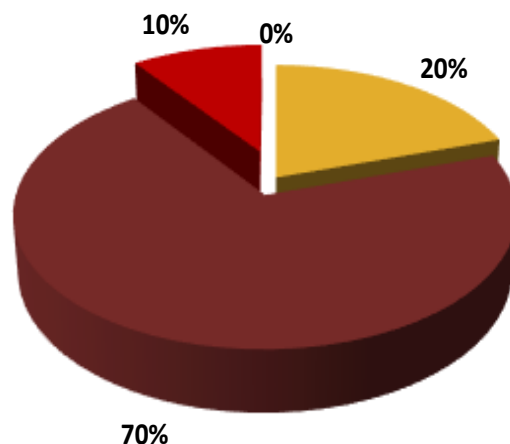
SUPERFICIAL ESTADO	Muy Bueno	Bueno	Intermedio	Deficiente	Muy malo
IRI	0	0	6	9	0
PSI	0	0	0	12	3
Final	0	0	6	21	3
Total %		0%	20%	70%	10%

Nota. Desarrollo propio

La Tabla 11 presenta datos sobre el estado de la superficie. Se incluyen el deterioro de la superficie, el IRI y el PSI. Una inspección exhaustiva de la carretera muestra dos tramos excepcionales, ocho tramos en buen estado, catorce tramos inadecuados y un tramo en mal estado. Esta información se proporcionó para evaluar la carretera a fondo.

Figura 20

Valores del último análisis de indicadores de calidad de la superficie

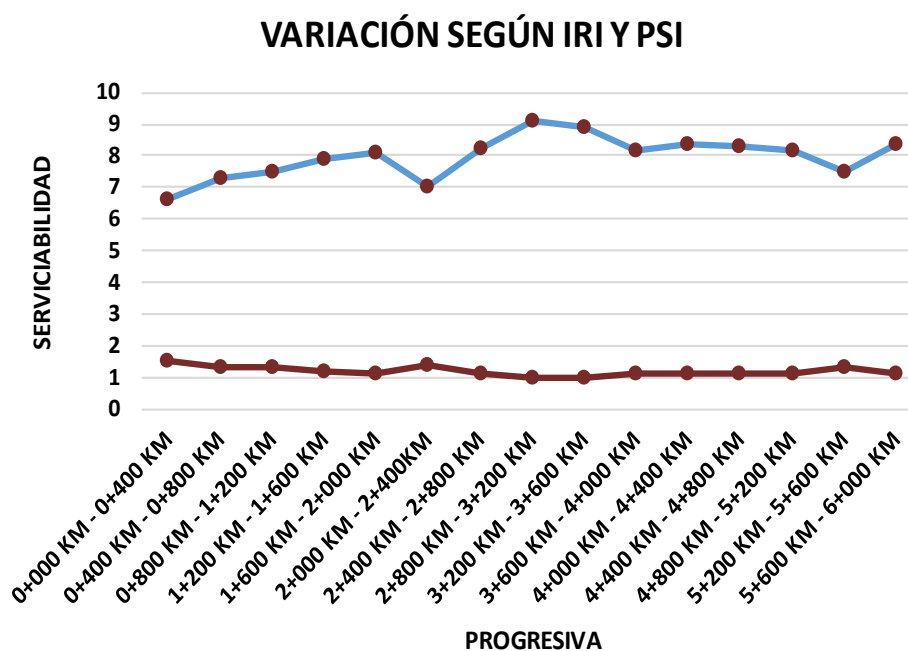


Nota. Desarrollo propio

El 40% de los rurales caminos se hallan en mala condición, el 70% en mal estado y el 20% en estado intermedio o aceptable. La información se muestra en la ilustración 21.

Figura 21

Análisis de datos que contrasta la variación entre el IRI y el PSI



Nota. Desarrollo propio



Tabla 12

Último análisis de la vía.

Tramo		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho Superf. Rodad.
Del Km	Al Km		Mín.	Máx.	
0+000	0+400	1	6.5	7.5	4.1
0+400	0+800	2	2.2	2.4	3.9
0+800	1+200	2	1.7	1.9	3.7
1+200	1+600	3	0.9	1.5	3.8
1+600	2+000	2	1.3	1.7	3.7
2+000	2+400	2	0.8	1.1	3.8
2+400	2+800	4	2.4	3.2	3.5
2+800	3+200	4	2.9	3.1	3.8
3+200	3+600	2	1.2	1.6	4.2
3+600	4+000	2	0.8	1.2	3.8
4+000	4+400	1	0.7	1.2	4.1
4+400	4+800	1	1.6	1.9	4.2
4+800	5+200	3	1.2	1.6	3.7
5+200	5+600	2	0.9	1.3	3.9
5+600	6+000	3	1.3	1.7	3.8
CLASE DE TERRENO		Plano (Tipo 1)	Ondulado (Tipo 2)	Accidentado (Tipo 3)	Escarpado (Tipo 4)
Pendiente longitudinal		p% < 3%	3% > p% < 6%	6% > p% < 8%	p% < 8%

Nota. Desarrollado por el autor

La Tabla 12 describe cada región en detalle. Esta información incluye la geografía, la pendiente y el ancho de la vía del tramo. Esta explicación de las características de cada etapa del cruce mejora la comprensión. De esta manera, se simplifica la evaluación y la planificación de las mejoras o el mantenimiento necesarios, facilitando así su implementación.



CONCLUSIONES

PRIMERO. Según el IRI, la superficie del pavimento en Puno, desde Cala Cala (km 0+000) hasta Humaña (km 6+000), comprende los siguientes componentes: El IRI es de 7,96, adecuado para condiciones moderadas.

Umbrales del IRI derivados:

El IRI más alto es de 9,11, inadecuado.

Un IRI mínimo de 6,60 indica un estado intermedio.

SEGUNDO. A partir de 2024, el IRI categoriza la superficie del pavimento desde Cala Cala (km 0+000) hasta Humaña (km 6+000) en el departamento de Puno.

Un IRI de 0,8886 implica una transitabilidad deficiente.

Los umbrales del PSI obtenidos son:

El valor más alto del PSI, 0,954, indica transitabilidad muy deficiente. El valor más bajo, 1,506, indica transitabilidad deficiente.

TERCERO. El pavimento de la ruta local en Puno, desde Cala Cala (km 0+00) hasta Humaña (km 6+000), requiere una solución para mejorar la rugosidad y la transitabilidad de la infraestructura vial. El IRI y el PSI tienen una relación cuantitativa inversa, por lo que una superficie lisa es esencial para el buen estado de la carretera.



RECOMENDACIONES

- PRIMERO.** Las zonas con un alto IRI deben realizar conservación correctiva y preventiva para optimizar las condiciones de la carretera, según los estudios y características de la misma. Proponemos la restauración de la superficie de la carretera, la reparación de baches y la nivelación del terreno para minimizar la rugosidad y optimizar el confort y protección de los usuarios. Las inspecciones periódicas del suelo de la vía ayudarían a identificar y solucionar los problemas.
- SEGUNDO.** Para mejorar la nivelación y la calidad, las acciones tempranas deben incluir la reparación y conservación de la superficie de la carretera, incluyendo la rehabilitación estructural y el tratamiento de baches. Las inspecciones periódicas del IRI mejoran la seguridad y la vial eficiencia.
- TERCERO.** Si la rugosidad disminuye, el IRI aumenta, por lo que es recomendable revisarlo con frecuencia. La nivelación, la reparación de baches y la restauración del suelo de la vía mejoran el rendimiento de la carretera y la satisfacción de los usuarios. El monitoreo mostrará cómo la reducción del IRI mejora la transitabilidad, los costes de mantenimiento, la vial seguridad y la fluidez del tráfico.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (Alvarado Mariño R. A, 2012). *"Evaluación de la gestión de mantenimiento rutinario de la carretera afirmada Aija – La Merced Km. 0+000 AL Km. 08+800 Aija – Áncash 2010- 2011.Ancash, Perú. (s.f.).*
- Adaptado de Work bank Techninical Paper Number 46 y Norma ASTM E - 950 – 98. (s.f.).
- Alvarado Mariño R. A. (2012). *"Evaluación de la gestión de mantenimiento rutinario de la carretera afirmada Aija – La Merced Km. 0+000 AL Km. 08+800 Aija – Áncash 2010- 2011.Ancash, Perú".*
- Anaya. Ch. (2020). *"Condición de transitabilidad del pavimento flexible, para el mantenimiento o conservación vial de la carretera an-111 San Marcos – Carhuayoc KM. 0+00 al km 5+000, con el uso del rugosímetro de Merlín, provincia Huari – Ancash – 2019".*
- ASTM E 1926 - 98. (s.f.).
- ASTM E867-06. (s.f.).
- Ávarez, & G. (2021). *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 – Ecuador.*
- Badilla Vargas, G. (2009). *Determinación de la regularidad superficial del pavimento, mediante el cálculo del Índice de Regularidad Internacional (IRI).*
- Banco Mundial y la American Society for Testing and Materials ASTM E. (1926-98).
- Black, J. A. y Champion, D.J. (1976). *"Methods and issues in social research, Nueva York, pág. 56 (citado por Roberto Hernández Sampieri, et al. (2003) Metodología de la Investigación, México".*
- Chevarría B, E. (2019). *"Correlación entre el índice de regularidad internacional y el índice del inventario de condición del Ministerio de Transportes y Comunicaciones". Tesis de Pregrado, Universidad San Martín de Porres. Lima – Perú.*



- Cordero H, L. (2019). *"Análisis del índice de Serviciabilidad del pavimento flexible en la Avenida Túpac Amaru km 11, Comas-Lima 2018"*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo.
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- Escala IRI utilizada por el Banco Mundial. (s.f.).
- Gobierno regional de puno. (2016). *estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera PU 135 checca - Mazocruz. Puno*.
- Gómez, m. a., & Umaña, l. j. (2016). *"Importancia de la auditoria de seguridad vial – (ASV) en concesiones viales de Colombia. Universidad católica de Colombia, facultad de ingeniería, Bogotá"*.
- Justo Casaretto, M.A. (2013). *"Experiencia de medición de niveles de servicio en carreteras asfaltadas en la zona de Selva. Lima, Perú"*.
- Manual de capacidad de carreteras 2000 highway capacity manual HCM . (2000).
- Manual de carreteras conservación vial MTC. (2013).
- Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas. (2005).
- Manual de seguridad vial (MSV) R.D n°05 – 2017 – MTC. (2014).
- Merliner. (1999). *Adaptada del Manual del usuario*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, pág. 157. (2014).
- Solorio, M. (s.f.). *Análisis de Sensibilidad de los Modelos de Deterioro del HDM - 4 para paviments asfálticos*.



ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA								
INVESTIGACIÓN: DETERMINACIÓN DEL IRI – PSI DEL CAMINO AFIRMADO QUE ENLAZA CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	VALORACIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS
G E N E R A L	¿Cuáles son las condiciones del afirmado en términos del IRI y PSI en el tramo que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Determinar las condiciones del afirmado en términos del IRI y PSI en el tramo que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno	Los valores promedio del IRI son inferiores a 10 y del PSI son inferiores a 2 en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno	Variable independiente				TIPO DE INVESTIGACIÓN: Cuantitativo - Explicativo NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Aplicativo DISEÑO: No experimental POBLACIÓN Y MUESTRA El estudio se enfoca en carreteras en Puno con similitudes en sus características.
	¿Cuál es el nivel de rugosidad, medido en términos del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Calcular el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno	El Índice Internacional de Rugosidad (IRI) en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno, es inferior a 10.	Condición del afirmado	IRI	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	Rugosímetro de Merlín Formato MTC (ANEXO 3)	m/km
	¿Cuál es el nivel de serviciabilidad, medido en términos del Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Determinar el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno	El Índice de Serviciabilidad Presente (PSI) en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno, está por debajo de 2.	Variable dependiente				
E S P E C I F I C O	¿Existe alguna correlación entre IRI y PSI teniendo en cuenta los resultados obtenidos del camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno?	Determinar si existe alguna correlación entre IRI y PSI en el camino afirmado que enlaza Cala Cala – Humaña en el Distrito de Palca Provincia de Lampa Región Puno	Se anticipa encontrar una correlación entre IRI y el PSI, lo que implica que a medida que la rugosidad del camino aumente, la calidad de serviciabilidad disminuirá.	Serviciabilidad	PSI	Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)	Formato MTC	Adimensional



ANEXO 2

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

*Formato de evaluación superficial – Índice Internacional de Rugosidad***TESIS***Evaluación del nivel de servicio de la vía afirmada de los centros poblados Cala Cala**– Humaña en el distrito de Palca provincia de Lampa región Puno***Índice de Rugosidad Internacional**

ESTADO	RUGOSIDAD
Bueno	$IRI \leq 6$
Intermedio	$6 < IRI \leq 8$
Deficiente	$8 < IRI \leq 10$
Muy malo	$10 \leq IRI$

Progresiva	IRI(m/km)			Transitabilidad
	Huella Izquierda	Huella Derecha	Promedio	
0+000 KM - 0+400 KM	6.7	6.5	6.60	Intermedio
0+400 KM - 0+800 KM	7.4	7.2	7.30	Intermedio
0+800 KM - 1+200 KM	8.3	6.68	7.49	Intermedio
1+200 KM - 1+600 KM	8.15	7.58	7.87	Intermedio
1+600 KM - 2+000 KM	7.36	8.88	8.12	Deficiente
2+000 KM - 2+400KM	6.49	7.49	6.99	Intermedio
2+400 KM - 2+800 KM	7.67	8.74	8.21	Deficiente
2+800 KM - 3+200 KM	8.82	9.4	9.11	Deficiente
3+200 KM - 3+600 KM	9.35	8.47	8.91	Deficiente
3+600 KM - 4+000 KM	8.56	7.82	8.19	Deficiente
4+000 KM - 4+400 KM	7.82	8.85	8.34	Deficiente
4+400 KM - 4+800 KM	8.34	8.26	8.30	Deficiente
4+800 KM - 5+200 KM	8.75	7.59	8.17	Deficiente
5+200 KM - 5+600 KM	7.13	7.8	7.47	Intermedio
5+600 KM - 6+000 KM	7.9	8.78	8.34	Deficiente
PROMEDIO =			7.959333333	Intermedio

ANEXO 3

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

*Formato de evaluación superficial – Índice de Serviciabilidad Presente***TESIS***Evaluación del nivel de servicio de la vía afirmada de los centros poblados Cala Cala**– Humaña en el distrito de Palca provincia de Lampa región Puno***Índice de Serviciabilidad Presente**

PSI	TRANSITABILIDAD
0 - 1	Muy malo
1 - 2	Deficiente
2 - 3	Intermedio
3 - 4	Bueno
4 - 5	Muy buena

Progresiva	IRI Prom. (m/km)	PSI	Transitabilidad
0+000 KM - 0+400 KM	6.6	1.506	Deficiente
0+400 KM - 0+800 KM	7.3	1.326	Deficiente
0+800 KM - 1+200 KM	7.49	1.281	Deficiente
1+200 KM - 1+600 KM	7.865	1.197	Deficiente
1+600 KM - 2+000 KM	8.12	1.142	Deficiente
2+000 KM - 2+400KM	6.99	1.403	Deficiente
2+400 KM - 2+800 KM	8.205	1.125	Deficiente
2+800 KM - 3+200 KM	9.11	0.954	Muy malo
3+200 KM - 3+600 KM	8.91	0.989	Muy malo
3+600 KM - 4+000 KM	8.19	1.128	Deficiente
4+000 KM - 4+400 KM	8.335	1.099	Deficiente
4+400 KM - 4+800 KM	8.3	1.106	Deficiente
4+800 KM - 5+200 KM	8.17	1.132	Deficiente
5+200 KM - 5+600 KM	7.465	1.287	Deficiente
5+600 KM - 6+000 KM	8.34	1.098	Muy malo
PROMEDIO =		0.88858	Muy malo



ANEXO 4

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ancho y tipo de calzada

RESUMEN RERESENTATIVO DE CALZADA

Evaluación del nivel de servicio de la vía afirmada de los centros poblados Cala Cala

– Humaña en el distrito de Palca provincia de Lampa región Puno

Progresiva		Tipo de Terreno	Pendiente (%)		Ancho Superf. Rodadura
Del Km	Al Km		Mín.	Máy.	
0+000	0+400	1	6.5	7.5	4.1
0+400	0+800	2	2.2	2.4	3.9
0+800	1+200	2	1.7	1.9	3.7
1+200	1+600	3	0.9	1.5	3.8
1+600	2+000	2	1.3	1.7	3.7
2+000	2+400	2	0.8	1.1	3.8
2+400	2+800	4	2.4	3.2	3.5
2+800	3+200	4	2.9	3.1	3.8
3+200	3+600	2	1.2	1.6	4.2
3+600	4+000	2	0.8	1.2	3.8
4+000	4+400	1	0.7	1.2	4.1
4+400	4+800	1	1.6	1.9	4.2
4+800	5+200	3	1.2	1.6	3.7
5+200	5+600	2	0.9	1.3	3.9
5+600	6+000	3	1.3	1.7	3.8
TIPO DE TERRENO		Plano (Tipo 1)	Ondulado (Tipo 2)	Accidentado (Tipo 3)	Escarpado (Tipo 4)
Pendiente longitudinal		p% < 3%	3% > p% < 6%	6% > p% < 8%	p% < 8%

ANEXO 5

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Fotografía 1. Equipo para prueba de campo.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 2. Preparación del equipo para la ejecución de la prueba.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 3. Recorrido de la vía sobre el carril derecho.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 4. Deformaciones sobre la superficie de la vía.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 5. Registro de datos en campo.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 6. Verificación del desarrollo con el equipo Merlín.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 7. Puntos de muestreo en el carril derecho.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 8. Deflexiones y depresiones registradas.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 9. Registro de la observación de la superficie de la vía.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 10. Toma de registro de datos.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 11. Puntos de medición de desviaciones verticales.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 12. Recorrido sobre la superficie de la vía.



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 13. Tramo progresiva km 0+400



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 14. Tramo progresiva km 02+400



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 15. Tramo progresiva km 0+800



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 16. Tramo progresiva km 1+200



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 17. Tramo progresiva km 01+600



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 18. Tramo progresiva km 02+400



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 19. Tramo progresiva km 02+800



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 20. Tramo progresiva km 03+200



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 21. Tramo progresiva km 3+600



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 22. La fotografía muestra un deterioro de ahuellamiento mayor a 10 cm



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 23. La fotografía muestra un deterioro de ahuellamiento mayor a 5 cm



Procedencia: Desarrollo propio

Fotografía 24. Vista de cunetas de la vía



Procedencia: Desarrollo propio



ANEXO 6

CERTIFICADOS DE ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMANA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO : 200 ENSAYOS

PROGRESIVO : PROG 0+800 AL 1+200

LADO : CARRIL IZQUIERO / EXTERNO

CALCULOS

F = 1.00

D = 165.52 mm

RUGOSIDAD = 0.593 + 0.0471xD

= 8.39 IRI

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

= 1.1

HOJA CAMPO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
32	33	30	33	38	31	33	30	34	33
31	31	34	33	34	32	33	29	31	30
34	32	30	32	31	28	33	27	31	34
33	36	38	39	32	34	32	34	33	30
30	34	31	36	34	27	30	32	30	38
34	33	32	34	30	29	40	33	33	31
33	40	32	33	30	38	36	34	33	32
40	36	38	31	33	26	26	31	29	33
31	32	34	32	33	29	31	33	29	29
31	37	31	26	33	27	31	32	32	30
34	32	26	34	32	34	33	39	30	32
33	40	34	27	37	40	30	36	39	37
31	32	34	40	26	33	33	34	31	32
34	30	31	32	32	33	26	33	30	38
30	36	32	31	31	37	34	33	29	29
35	35	34	30	34	32	30	32	40	30
33	34	29	32	40	36	38	39	30	32
32	33	34	34	30	34	31	36	39	37
35	28	32	36	34	33	32	34	31	32
33	35	31	30	33	34	32	33	30	38

TOTAL: 200 ENSAYOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FICHA CAR. INGENIERIA CIVIL

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. Nº 006-00305217



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYOS : 200 ENSAYOS

PROGRESIVAS : PROG 0+000 AL 0+400

LADO : CARRIL IZQUIERO / EXTERNO

CALCULOS

F = 1.00

D = 129.38 mm

RUGOSIDAD = 0.593 + 0.0471xD

= 6.69 IRI

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

= 1.5

HOJA CAMPO

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

TOTAL: 200 ENSAYOS



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. Nº 006-00305217



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO : 200 ENSAYOS

PROGRESIV : PROG 0+400 AL 0+800

LADO : CARRIL IZQUIERO / EXTERNO

CALCULOS

F = 1.00

D = 144.23 mm

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= 7.39 IRI

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

= 1.3

HOJA CAMPO

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

TOTAL: 200 ENSAYOS



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

Dr. Arnoldo Yana Torres
CIP 103257

B. Nº 006-00305217



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 DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYOS : 200 ENSAYOS

PROGRESIVAS : PROG 0+000 AL 0+400

LADO : CARRIL IZQUIERO / EXTERNO

CALCULOS

F = 1.00

D = 129.38 mm

RUGOSIDAD = 0.593 + 0.0471xD

= 6.69 IRI

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

= 1.5

HOJA CAMPO

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

TOTAL: 200 ENSAYOS



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

B. Nº 006-00305217



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMANA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYOS : **200 ENSAYOS**

PROGRESIVAS : **PROG 2+000 AL 2+300**

LADO : **CARRIL DERECHO / EXTERNO**

CALCULOS

F = 1.00

D = 146.70 mm

RUGOSIDAD = $0.593 + 0.0471 \times D$

= **7.49 IRI**

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

= 1.3

HOJA CAMPO

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

TOTAL: 200 ENSAYOS

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

B. Nº 006-00305217



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO : 200 ENSAYOS

PROGRESIV : PROG 2+400 AL 2+800

LADO : CARRIL DERECHO / EXTERNO

CALCULOS

$$F = 1.00$$

$$D = 173.40 \text{ mm}$$

$$\text{RUGOSIDAD} = 0.593 + 0.0471 \times D$$

$$= 8.74 \text{ IRI}$$

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

$$= 1.0$$

HOJA CAMPO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	24	24	24	24	22	25	23	24	20
32	35	40	35	40	37	23	25	23	28
31	28	32	28	32	45	36	31	36	34
32	30	31	30	31	21	35	32	37	41
34	26	28	26	28	25	32	34	37	38
30	25	35	25	35	25	36	33	35	36
30	35	32	35	32	26	35	28	32	35
27	30	27	30	32	27	35	33	33	33
38	38	41	38	41	30	33	30	35	34
33	30	42	30	42	32	33	34	33	29
32	43	38	43	38	31	36	35	33	36
37	41	37	38	37	35	35	34	31	29
26	35	35	35	35	23	33	32	37	38
32	36	32	36	32	20	36	34	37	34
39	33	32	33	32	29	32	33	28	33
34	34	29	34	29	34	37	33	32	32
40	38	39	35	36	35	35	33	33	35
30	35	32	35	32	36	34	39	35	36
34	37	35	37	35	34	37	34	33	38
33	36	36	36	36	39	35	44	33	28

TOTAL: 200 ENSAYOS

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

B. Nº 006-00305217



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYO : 200 ENSAYOS

PROGRESIV : PROG 2+800 AL 3+200

LADO : CARRIL DERECHO / EXTERNO

CALCULOS

$$F = 1.00$$

$$D = 187.40 \text{ mm}$$

$$\text{RUGOSIDAD} = 0.593 + 0.0471 \times D$$

$$= 9.40 \text{ IRI}$$

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

$$= 0.9$$

HOJA CAMPO

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

TOTAL: 200 ENSAYOS



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

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. Nº 006-00305217



ENSAYO DE INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI)

NORMA AASHTO PP 37-04

TESIS: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA REGIÓN PUNO

SOLICITANTE: Bach. JHON EDWIN ARCE VILCA

PAVIMENTO: VIA AFIRMADA

FECHA

12/09/2024

REGULARIDAD SUPERFICIAL / RUGOSIDAD - MERLIN TRRL

MERLIN

Nº ENSAYOS : 200 ENSAYOS

PROGRESIVO : PROG 1+600 AL 2+000

LADO : CARRIL IZQUIERO / EXTERNO

CALCULOS

$$F = 1.00$$

$$D = 143.90 \text{ mm}$$

$$\text{RUGOSIDAD} = 0.593 + 0.0471 \times D$$

$$= 7.36 \text{ IRI}$$

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

$$= 1.3$$

HOJA CAMPO

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

TOTAL: 200 ENSAYOS

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLÓ CACERES VELASQUEZ
FIOP - CAP. INGENIERIA CIVIL

[Signature]

Dr. Arnaldo Yana Torres
CIP 103257

B. № 006-00305217



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 04/11/2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHON EDWIN ARCE VILCA

Dirección: Jr. Vilquechico s/n - Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46025260

Teléfono: 965196296 email: jhonedwinarcevilca@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: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

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

Título: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO DE LA VÍA AFIRMADA DE LOS CENTROS
POBLADOS CALA CALA – HUMAÑA EN EL DISTRITO DE PALCA PROVINCIA DE LAMPA
REGIÓN PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): Deterioro, análisis cuantitativo, carretera, relación, condición, IRI, PSI.

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

2

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

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



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ 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

04 – NOVIEMBRE – 2025

Fecha