



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA – VILAVILA DE LA REGIÓN DE
PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS
ANTE UNO AUTOMATIZADO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI

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

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA – VILAVILA DE LA REGIÓN DE
PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS
ANTE UNO AUTOMATIZADO**

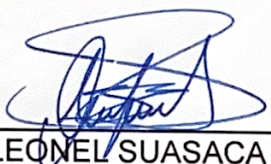
TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

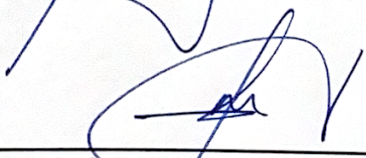
PRESIDENTE

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1408-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 31 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 15547 presentado por el (la) Bachiller: **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI** 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. **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Lunes 11 de noviembre del 2024
- * **HORA** : 10:00 a.m.
- * **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 ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1200-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 03 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 13339 por el señor (a): **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1058 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 202- 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): **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**, 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 del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 202- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO** 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.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1033-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 11886, presentado por el señor (a) **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveído del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 025-2023-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA** no tiene vínculo laboral en la facultad de ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 025-2023-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Efrain Parillo Sosa** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**.

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 del Director de la Unidad 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, 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 **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACION**, designado al señor (a): **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, se le asigna como:

ASESOR: Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Dr.. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Dr. MILTHON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. Efrain Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 025-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de octubre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU-1001970, presentado por el señor (a) **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, el **PROVEIDO - N° N° 124-2023-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 001 - 2023 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 (la) estudiante: **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**, ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**, 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° 001-2023 **aproband** la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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 o (la) Bachiller: **JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA -VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR METODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO** 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** al (a la), **Mgtr. JOSE ANTONIO PAREDES VERA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP: 47790



Dr. Efraín Paxillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2023
interesado (a)



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA – VILAVILA DE LA REGIÓN DE PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE


FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	1%
3	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to University of Zululand Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

**Metadatos Complementarios**

Título de la tesis	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA – VILAVILA DE LA REGIÓN DE PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO - 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Jesus Steven Lanza Humpiri
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	74685410
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-7922-429X
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Oscar Vicente Viamonte Calla
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-0222-1582
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	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Fritz Willy Mamani Apaza
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	02306659
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción – P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Lampa Distrito: Lampa Coordenadas: Latitud: S 15° 35' 20" Longitud: O 70° 38' 78"</p> <p>URL Maps:</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/evKeapGG3AZuboG28</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023 – 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la Construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI, identificado con DNI Nro. 74685410, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

“ ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA – VILAVILA DE LA REGIÓN DE PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO ”

Asesorado por: Dr. Oscar Vicente Viamonte Calla

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 4 de Diciembre del 2024.


Firma del Asesor
(obligatoria)


Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis padres, Sonia y Jesús, por ser la base esencial de mi desarrollo personal e intelectual. A mi hermana Grease, por su motivación, ayuda y cariño. Un beso al cielo para mi abuelo Elías. A mi mejor amigo Jake por permanecer a mi lado todas las noches de desvelo. A todos los que han contribuido a la realización de esta etapa académica.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a Dios por haberme concedido salud, vigor y una vida repleta de aprendizaje. A mis padres y a mi hermana, por su dedicación, apoyo y ánimo a lo largo de este extenso viaje. A mis amigos, por su apoyo incondicional. A mi director de tesis, por su tutoría en el avance de mi estudio.

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y a los galenos que contribuyeron a mi desarrollo académico.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.....	14
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	14
1.1. Análisis De La Situación Problemática	14
1.2. Planteamiento Del Problema	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problemas Específicos	16
1.3. Objetivos De La Investigación	16
1.3.1. Objetivo General.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos	16
1.4. Justificación Del Problema De Investigación	17
1.4.1. Justificación Técnica.....	17
1.4.2. Justificación Económica	17
1.4.3. Justificación Social	18
1.4.4. Justificación Ambiental	18
1.5. Hipótesis.....	18
1.5.1. Hipótesis General	18



1.5.2. Hipótesis Específicas.....	19
1.6. Operacionalización De Variables.....	19
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	22
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	22
2.1.2. Antecedente Nacional.....	24
2.1.3. Antecedente Local.....	27
2.2. Base Teórica.....	28
2.2.1. Índice de Regularidad Internacional.....	28
2.2.2. Categoría De Equipos Para Medir Las Irregularidades.....	29
2.2.3. Regularidad.....	30
2.2.4. Razón de la Regularidad.....	31
2.2.5. Pavimentos.....	35
2.2.6. Características De Los Pavimentos.....	35
2.2.7. Clasificación de los pavimentos.....	36
2.2.8. Roadroid.....	37
2.2.9. Rugosímetro de Merlín.....	38
2.2.10. Rugosímetro Clase III.....	40
CAPÍTULO III.....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1. Tipo De Investigación.....	42
3.2. Diseño De Investigación.....	42
3.3. Enfoque De Investigación.....	43
3.4. Nivel De Investigación.....	43
3.5. Población Y Muestra.....	43



3.5.1. Población.....	43
3.5.2. Muestra.....	44
3.6. Técnicas E Instrumentos De Selección De Datos	45
3.6.1. Técnicas de investigación.....	45
3.6.2. Recursos Empleados.....	45
3.7. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación	47
3.7.1. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación Por El Método Merlín.....	47
3.7.1.1. Recolección De Datos Por El Método Merlín	47
3.7.1.2. Desarrollo De Análisis De Datos Por El Método De Merlín	50
3.7.2. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación Por El Método Roadroid Pro 3	56
3.7.2.1. Recolección De Datos Con El Aplicativo Roadroid Pro 3 Utilizando Un Smartphone Con El Operativo Android	58
3.7.2.2. Carga de datos recogidos al Sistema Roadroid	64
3.7.2.3. Visualización de Datos Recogidos en el Mapa Virtual	64
3.7.2.4. Descarga de los Archivos y Datos	66
3.7.2.5. Gráficos en Formato Excel.....	67
3.7.2.6. Formato en Excel Brindado por el Aplicativo para el Procesamiento de Datos	68
3.7.3. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación Por El Método Roughometer III.....	69
3.7.3.1. Recolección De Datos Con El Equipo Roughmeter III	69
CAPÍTULO IV.....	78
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78



4.1.	Presentación De Resultados De La Investigación.....	78
4.2.	Contraste De Datos IRI Por Los Métodos No Destructivos Y El Aplicativo Roadroid.....	78
4.2.1.	Resultados hallados mediante el Rugosímetro de Merlín.....	78
4.2.2.	Resultados obtenidos a través del Roughometer III	80
4.2.3.	Resultados Obtenidos a través del aplicativo Roadroid Pro 3	82
4.3.	Cálculo Del Índice De Rugosidad Internacional De La Vía Lampa- Vilavila Por Los Métodos Evaluados.....	84
4.4.	Determinación Del Desempeño	87
4.4.1.	Costos de los equipos evaluados	87
4.4.1.1.	Rugosímetro de Merlín.....	87
4.4.1.2.	Roughometer III	87
4.4.1.3.	Roadroid Pro 3	87
4.4.2.	Duración	88
4.4.2.1.	Rugosímetro de Merlín.....	88
4.4.2.2.	Roughometer III	89
4.4.2.3.	Roadroid Pro	89
4.4.3.	Impacto Ambiental.....	90
4.5.	Confiability Del Método Automatizado.....	90
4.6.	Evaluación De Resultados.....	93
4.6.1.	Aportes Del Trabajo De Investigación A La Ingeniería Civil	93
	CONCLUSIONES.....	95
	RECOMENDACIONES	96
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
	ANEXOS	100



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Escala de Regularidad IRI conforme a la ASTM (2009)	34
Figura 2 Icono del Aplicativo Roadroid versión 3 Pro	38
Figura 3 Rugosímetro de Merlín	40
Figura 4 Compuestos del Rugosímetro Clase III	41
Figura 5 Localización de la carretera evaluada	44
Figura 6 Localización del tramo de la carretera evaluada 91+300 – 92+300 .	44
Figura 7 Rugosímetro del laboratorio de la UANCV	48
Figura 8 Recopilación de datos a través del Rugosímetro de Merlín.....	48
Figura 9 Registro de Datos obtenidos por el Rugosímetro de Merlín	49
Figura 10 Tablero de Rugosidad de la Bicicleta de Merlín	50
Figura 11 Histograma de Frecuencias 1	52
Figura 12 Histograma de Frecuencias 2.....	53
Figura 13 Histograma de Frecuencias 3.....	55
Figura 14 Camioneta utilizada para la investigación.....	57
Figura 15 Smartphone de operador Android utilizado en la investigación	57
Figura 16 Soporte para teléfonos móviles	58
Figura 17 Acoplamiento del sujetador al parabrisas del vehículo.....	59
Figura 18 Cambio de red y encendido de ubicación.....	60
Figura 19 Introducción del correo electrónico donde se guardarán los datos.	60
Figura 20 Cancelando la opción de borrar una vez termine la recopilación de datos	61
Figura 21 Configuración del tipo de vehículo a usar.....	62
Figura 22 Calibración del equipo para la correcta toma de datos.....	63
Figura 23 Recopilación de datos por el aplicativo.....	63



Figura 24 Subida de datos al sistema.....	64
Figura 25 Visualización del mapa por la pagina web del aplicativo	65
Figura 26 Pasos para la descarga de datos a nuestro equipo.....	66
Figura 27 Selección de distancia a la que se desea el valor continuo de datos	67
Figura 28 Descarga de datos al equipo en formato .txt	67
Figura 29 Formato de Recopilación de datos Roadroid.....	68
Figura 30 Acoplamiento del sensor al eje trasero del vehículo.....	70
Figura 31 Instalación del DMI en la rueda trasera	70
Figura 32 Correcto acoplamiento de las partes del Roughometer III.....	71
Figura 33 Montaje del cojinete dentro del vehículo.....	72
Figura 34 Medición IRI por el equipo Roughometer III	73
Figura 35 Ventana de inicio del programa del equipo.....	74
Figura 36 Elección del archivo pertinente ya descargado al sistema	74
Figura 37 Reporte del sondeo por el software del dispositivo	75
Figura 38 Evaluación del sondeo por el software del dispositivo.....	76
Figura 39 Visualización de la ilustración de Rugosidad	76
Figura 40 Visualización del tramo recorrido registrado por el GPS del dispositivo	77
Figura 41 IRI evaluado por la Bicicleta de Merlín	79
Figura 42 IRI evaluado por el Roughometer III	80
Figura 43 IRI evaluado por el aplicativo Roadroid Pro 3.....	84
Figura 44 IRI a cada 100 metros evaluado por los 3 equipos.....	86
Figura 45 Gráfico de dispersión.....	91



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables19

Tabla 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos45

Tabla 3 Escala de medición para la evaluación del Índice de Regularidad46

Tabla 4 Escala de medición de valores de la rugosidad según el MTC.....46

Tabla 5 Datos registrados por el Rugosímetro de Merlín en formato Excel.....51

Tabla 6 Datos registrados por el Rugosímetro de Merlín en formato Excel.....51

Tabla 7 Condición superficial del pavimento hallado con Rugosímetro de Merlín
.....79

Tabla 8 Cálculo del IRI Característico81

Tabla 9 Cálculo Final del IRI Característico.....81

Tabla 10 Valores IRI en promedios de 10 metros recopilados por Roadroid....83

Tabla 11 Índice de Rugosidad Internacional obtenido por los métodos no
destructivos85

Tabla 12 Cronograma de planificación de actividades con el Rugosímetro de
Merlín88

Tabla 13 Cronograma de planificación de actividades con el equipo
Roughometer III89

Tabla 14 Cronograma de planificación de actividades con el equipo Roadroid Pro
3.....89

Tabla 15 Porcentaje de similitud entre el IRI y el eIRI92

Tabla 16 Porcentaje de similitud entre el IRI y el IRI Característico92

Tabla 17 Evaluación estadística entre los valores IRI determinados.....92



RESUMEN

En la presente tesis "Análisis Comparativo de la regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa – Vilavila de la región de Puno por métodos no destructivos ante uno automatizado", tiene como objetivo optimizar la evaluación superficial del pavimento determinando, a través de un análisis y comparación de equipos, evaluando también si el equipo automatizado presenta optimizaciones en la evaluación y brinda valores cercanos a los dados por los equipos convencionales como lo son el Rugosímetro de Merlín y el Rugosímetro Clase III. Donde se optó por un nivel de investigación Relacional y un enfoque Cuantitativo, con población y muestra se evaluó un tramo de 1.2 km de la carretera Lampa -Vilavila de la región de Puno. De los resultados, utilizando los equipos convencionales y la aplicación para smartphones Roadroid Pro 3 se obtuvieron valores del Índice de Rugosidad Internacional de la vía evaluada que se encuentran entre $0 < IRI > 2.8$, determinando primeramente que la muestra evaluada por los equipos empleados posee una condición "BUENO". También usando el Roughometer III y el aplicativo Roadroid Pro 3. Los resultados mostraron coeficientes correlativos normados como lo es la correlación de Pearson un valor de 0.841 y 0.970 de forma respectiva. Se concluyó que el aplicativo para teléfonos inteligentes Roadroid Pro 3 muestra ventajas significativas en contraste con los equipos estandarizados para la evaluación del Índice de Rugosidad Internacional, en términos de tiempo requerido para su evaluación, costos relacionados al instrumento usado y presentan homogeneidad en sus valores determinados.

Palabras Claves: aplicación Roadroid, índice de rugosidad internacional, Roughometer III, Rugosímetro de Merlín.



ABSTRACT

In the present thesis "Comparative analysis of the regularity of the flexible pavement of the Lampa - Vilavila road in the Puno region by non-destructive methods before an automated one", aims to optimize the surface evaluation of the pavement by determining, through an analysis and comparison of equipment, also evaluating if the automated equipment presents optimizations in the evaluation and provides values close to those given by conventional equipment such as the Merlin Roughness Meter and the Class III Roughness Meter. A 1.2 km section of the Lampa-Vilavila road in the Puno region was evaluated with population and sample, using a Relational research level and a Quantitative approach. From the results, using conventional equipment and the Roadroid Pro 3 smartphone application, values of the International Roughness Index of the evaluated road were obtained that are between $0 < IRI > 2.8$, determining firstly that the sample evaluated by the equipment used has a "GOOD" condition. Also using the Roughometer III and the Roadroid Pro 3 application. The results showed correlative coefficients as is the Pearson correlation with a value of 0.841 and 0.970 respectively. It was concluded that the Roadroid Pro 3 smartphone application shows significant advantages in contrast to the standardized equipment for the evaluation of the International Roughness Index, in terms of time required for its evaluation, costs related to the instrument used and homogeneity in its determined values.

Keywords: Roadroid application, International Roughness Index, Class III Roughometer, Merlin Roughness Meter.



INTRODUCCIÓN

Conforme al desarrollo que se viene presentando al sur del país, la afluencia vehicular es cada vez más elevada y se sigue acrecentando con el paso del tiempo, lo cual implica cierta carga vehicular a las vías de nuestra región. El presente proyecto tiene como finalidad un análisis que contraste la regularidad del pavimento flexible a través de distintos métodos y/o instrumentos de medición, cuyo objetivo es el de determinar con certeza que instrumentos son los más eficaces al momento de determinar el estado de la vía y que equipos son los más óptimos para llevar a cabo este procedimiento, para así aportar con un estudio que señale el camino hacía una evaluación superficial del pavimento más eficaz a través de un equipo idóneo, demostrando si es la mejor opción al día de hoy los instrumentos convencionales o si resulta más conveniente una perspectiva nueva de estas mediciones y se cree en el uso de un aplicativo para teléfonos inteligentes.

En esta situación, la investigación actual presenta puntos esenciales. Desde las distintas formas de dimensionar la rugosidad del pavimento, los pros y contras de cada uno de ellos, enfatizando su desarrollo en los contrastes entre estos, ya sea en el tiempo requerido, los recursos usados, los materiales y personal humano utilizado.

El proyecto de investigación presente se centró y organizó en las siguientes tareas:

El cálculo del IRI por los métodos convencionales Rugosímetro de Merlín, el Roughometer III y el aplicativo Roadroid Pro 3.

Contrastar cual es el impacto de la aplicación Roadroid Pro 3 en la optimización del análisis del Índice de la Regularidad de la superficie del



pavimento de la carretera Lampa – Vilavila.

Determinar la certeza y fiabilidad de los valores hallados por el equipo automatizado Roadroid Pro 3, en relación con los métodos estandarizados convencionales en el estudio de la regularidad del pavimento.

En general, la investigación puede dividirse en cuatro componentes distintos.

En el primer capítulo, el objetivo principal es evaluar la pregunta de investigación, los objetivos, la hipótesis, el razonamiento lógico y las variables objeto de estudio.

En el capítulo número dos del marco teórico se examinan en profundidad los problemas del estudio. Este análisis se lleva a cabo mediante un examen exhaustivo de los antecedentes, una exploración en profundidad de la bibliografía pertinente y una elucidación meticulosa de los conceptos clave.

El tercer capítulo contiene una explicación exhaustiva del enfoque de investigación utilizado en esta evaluación. Este estudio incluye una amplia gama de metodologías de investigación. Los enfoques incluyeron la definición del alcance y las características del estudio, la determinación de la población objetivo y la muestra, la delimitación de los procedimientos que se siguieron y el detalle de las técnicas y aparatos que se utilizaron.

Como último capítulo para determinar las variables independientes se realizaron cálculos y pruebas in situ. Además, se llevó a cabo una deliberación con el fin de resolver las dificultades mencionadas. Se realizó un amplio conjunto de pruebas y cálculos para optimizar la evaluación y el análisis de los valores previamente interpretados. Contando también con las conclusiones y sugerencias del estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Análisis De La Situación Problemática

La región de Puno, desde ya hace algunos años atrás se encuentra en un constante desarrollo y es por eso que la afluencia vehicular cada año es mayor, dando éste, pase a deterioros por desgaste en las carreteras de nuestra región, originando así un trabajo de estudio mayor en el análisis de la condición de las vías, determinando su nivel de confort y seguridad para conductores, como lo es el estudio del Índice de Regularidad Internacional (IRI) que es una medida importante usada para evaluar la condición de las carreteras. Tradicionalmente, la medición del IRI se ha realizado utilizando equipos tradicionales, como el método de Merlín y el Rugosímetro clase 3. Sin embargo, con el desarrollo de la tecnología y el crecimiento el uso de aplicativos móviles, ha surgido el aplicativo "Roadroid Pro 3", el cual promete ser una alternativa más eficiente y precisa para medir el IRI.

A pesar de la disponibilidad del aplicativo "Roadroid Pro 3" y sus



supuestas ventajas en términos de eficiencia y precisión, aún existe una falta de investigación exhaustiva que compare su desempeño con los equipos convencionales de medición del IRI. Esta falta de investigación impide la optimización del proceso de medición y dificulta la toma de decisiones informadas en la planificación y mantenimiento de las carreteras. Además, surgen preocupaciones sobre la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos mediante el aplicativo. Existe incertidumbre sobre si los datos recopilados por las cámaras integradas en los dispositivos y procesados por el software del aplicativo pueden ser equiparables a los resultados obtenidos por los métodos convencionales, como los equipos que se aplicarán en el presente estudio, el Equipo de Merlín y el Rugosímetro clase 3, que han sido utilizados durante mucho tiempo y se consideran estándares aceptados. Esta presente investigación pretende cerrar brechas de conocimiento con un análisis comparativo de dos métodos convencionales ante el uso de un aplicativo para teléfonos inteligentes, que puede ser adquirido y usado por cualquier persona natural, dando entrada al avance tecnológico en nuestra rama de estudio y en nuestros equipos y/o herramientas de trabajo con estudios reales in-situ y comparando sus valores para comprobar o rechazar sus similitudes frente a los equipos planteados.

1.2. Planteamiento Del Problema

1.2.1. Problema General

¿Qué se determinará analizando y comparando la regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa – Vilavila de la región Puno por métodos no destructivos?



1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál será el Índice de Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa – Vilavila obtenido por los métodos convencionales y el aplicativo para teléfonos inteligentes “Roadroid Pro 3”?
- ¿En qué medida el uso del aplicativo “Roadroid Pro 3” optimizará la evaluación del Índice de Regularidad de la superficie de un pavimento Flexible?
- ¿Cuán confiable serán los datos obtenidos por el uso del aplicativo “Roadroid Pro3” respecto a los métodos convencionales en la evaluación de la regularidad de un pavimento flexible?

1.3. Objetivos De La Investigación

1.3.1. Objetivo General

Analizar y Comparar la Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa – Vilavila de la región de Puno por métodos no destructivos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el Índice de Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa – Vilavila mediante los métodos convencionales y el aplicativo para teléfonos inteligentes “Roadroid Pro 3”.
- Comparar en qué medida el uso del aplicativo “Roadroid Pro 3” optimizará la evaluación del Índice de la Regularidad de la superficie de un pavimento flexible.
- Calcular la confiabilidad de los valores hallados en el uso del aplicativo “Roadroid Pro 3” respecto a los métodos convencionales en la evaluación de la regularidad de un pavimento flexible.



1.4. Justificación Del Problema De Investigación

1.4.1. Justificación Técnica

El estudio propuesto tiene una relevancia académica significativa debido a su enfoque en la comparación entre un aplicativo innovador, como el "Roadroid Pro 3", y los equipos habituales para dimensionar el Índice de Regularidad Internacional. La falta de estudios que evalúen la eficacia y confiabilidad de esta herramienta móvil en contraste con los métodos tradicionales crea una brecha de información, por ende, este proyecto busca aportar conocimientos en el campo de la ingeniería vial. Esta investigación contribuirá al cuerpo de conocimiento existente al proporcionar datos empíricos y comparativos que dejen comprender mejor las ventajas y limitaciones de cada enfoque de para dimensionar del IRI.

1.4.2. Justificación Económica

Desde el punto de vista económico, la optimización del proceso de medición del índice de regularidad, si el aplicativo "Roadroid Pro 3" demuestra ser una alternativa más eficiente y precisa en comparación con los métodos y equipos convencionales, su adopción puede generar ahorros significativos en términos de tiempo y costos asociados con la medición del IRI. Como lo es en el tiempo de estudio que se relacionaría a menos uso de combustible y teniendo en cuenta que este dispositivo no requiere "mantenimiento", se sumaría a esto el coste que producen los métodos convencionales al momento de calibrarlos. Estos ahorros pueden destinarse a otras áreas críticas de mantenimiento de carreteras, lo que resulta en una gestión más eficiente de los recursos financieros con los que se dispone.

1.4.3. Justificación Social

La calidad de las carreteras es una variable crucial para el cuidado y bienestar de la sociedad. La medición precisa del IRI es fundamental para identificar las áreas de las carreteras que requieren mejoras y priorizar las interrupciones de mantenimiento, al optimizar el proceso de medición utilizando el aplicativo "Roadroid Pro 3", se puede obtener una evaluación más precisa y detallada de la regularidad de las carreteras, lo que conducirá a una toma de decisiones más consciente y basada en datos efectivos. A raíz de esto se podrán realizar optimizaciones mucho más eficientes y oportunas en las carreteras, lo que se traducirá en una mayor seguridad vial y una mejor experiencia de conducción para los que usan las carreteras de nuestra región.

1.4.4. Justificación Ambiental

La investigación propuesta también tiene implicaciones ambientales de efecto positivo. Pues pretende reducir las emisiones de carbono que emanan los vehículos al estar tanto tiempo en circulación al disminuir su tiempo de recopilación de datos. Al mejorar la precisión de la medición del IRI y permitir intervenciones eficientemente, se puede lograr una gestión más sostenible y también responsable de la infraestructura vial, contribuyendo así a la protección y cuidado ambiental, reflejándolo en la conservación del medio ambiente.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

El análisis comparativo de la Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa – Vilavila de la región de Puno mostrará significativas diferencias en cuanto al uso de los métodos no destructivos.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- El Índice de Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila obtenido por métodos no destructivos y uno automatizado tendrán una valorización de $0 < IRI < 4.0$ presentando un estado del pavimento entre regular y bueno.
- El uso del aplicativo "Roadroid Pro 3" optimizará la evaluación del Índice de Regularidad de la superficie de un pavimento flexible en la reducción de costo, tiempo, impacto ambiental y ejecución técnica.
- Los valores hallados en el análisis de la regularidad del pavimento flexible por el aplicativo "Roadroid Pro 3" frente a los métodos convencionales expondrán una confiabilidad del método oscilante entre el 80 y 90 por ciento.

1.6. Operacionalización De Variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicadores	Instrumentos	Unidad
Variable Independiente				
Aplicativo Roadroid Pro 3	Aplicativo para teléfonos inteligentes que permite observar, recopilar datos y evaluar la uniformidad del pavimento a través de las vibraciones del recorrido sobre la capa de rodadura. Los datos que se	eIRI Estimado cIRI Calculado	Teléfonos Inteligentes	(m/km) (m/km)



	obtienen se pueden transferir utilizando Internet.			
Regularidad Superficial del Pavimento	Se refiere a la uniformidad y suavidad de la superficie transitable.	0-1 MUY BUENO	Roadroid Pro 3	Muy bueno
	Se relaciona con la ausencia de irregularidades notables, como baches, hundimientos, protuberancias y variaciones bruscas en la altitud de la superficie.	1 - 1.9 BUENO	Equipo de Merlín	Bueno
		1.9 - 3.6 REGULAR		Regular
		3.6 - 6.4 DEFICIENTE	Rugosímetro clase III	Deficiente
		<6.4 MUY DEFICIENTE		Muy deficiente
Variable Dependiente				
Índice de Rugosidad Internacional IRI	Se trata de una norma para evaluar la rugosidad superficial de las carreteras, que deja analizar la regularidad del pavimento con cualquier aparato de medición y señalar los valores concernientes al IRI. Deja realizar referencia a una escala de medición singular capaz de identificar la calidad de un pavimento y	- Condición del pavimento (m/km). - Velocidad de evaluación (km/h)	Roadroid Pro 3 Equipo de Merlín Rugosímetro clase III	(m/km) (m/km)



		detectar anomalías específicas.	
Valores de la Rugosidad del MTC	Valores reglamentados que indican el nivel de servicio de una carretera.	Bueno (0 < IRI < 2.8)	Serviciabilidad IRI
		Regular (2.8 < IRI <= 4.0)	
		Malo (4.0 < IRI <= 5.0)	
		Muy malo (5 < IRI)	
Correlación Pearson	Comúnmente denominado coeficiente lineal de Pearson, es una métrica estadística que mide la asociación lineal entre dos variables cuantitativas.	Es un número que oscila entre -1 y 1,	1 Señala una mejora positiva perfecta: cuando una variable incrementa, la otra también lo hace de forma proporcional. 0 Indica ausencia de compresión: los cambios en un factor no están conectados con los cambios en la otra variable. -1 Señala una negativa perfecta: cuando una variable incrementa, la otra disminuye de forma proporcional



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

(PUTRA, DA Y SUPRAPTO, 2018) en su investigación "EVALUACIÓN DE LA CARRETERA BASADA EN LA MEDICIÓN PCI E IRI ROADROID". Donde los expositores tienen como objetivo determinar el IRI y el PCI mediante el aplicativo "Roadroid" para un menor coste de operaciones, de una carretera situada en el distrito de Magetan (Indonesia). Explicando detalladamente la correlación de estos y dando como objetivo que la correlación de estos debe ser entre 0 y 1, de forma funcional empleando técnicas visuales, correlacionándose con la evaluación mediante equipos. Determinando que si se acerca a 1 su relación es óptima, pero sí en cambio este valor determinado se acerca a 0 es más débil o nulo, teniendo como valores de la evaluación de la vía una condición media. La consecuencia negativa (r) entre PCI e IRI Roadroid es de -0,23. El resultado de la consecuencia negativa indica que ambos juicios fueron invertidos.



Concluyendo así que la evaluación PCI comparada con el IRI determinado por el aplicativo "Roadroid" tiene un valor de conexión bajo y según su estudio, no se encontraría conexión alguna. Esto se debió a que, aunque ambos midan el pavimento de manera uniforme, utilizan diferentes técnicas. Mostrando en este estudio la eficacia para la obtención de datos y el control de costos, sin embargo, los datos obtenidos no son cercanos a los reales.

(AROFAH, MA Y PRAHARA, 2021) en "EVALÚE LA PRECISIÓN DEL TIPO DE VEHÍCULO EN EL ESTUDIO DEL ESTADO DE LA SUPERFICIE DE LA CARRETERA MEDIANTE LA APLICACIÓN ROADROID. SERIE DE CONFERENCIAS IOP: CIENCIAS AMBIENTALES Y DE LA TIERRA, 729". Teniendo como problema en esta investigación la baja calidad del suelo de la vía y como esto afecta a la continuidad de una circulación sostenible. La investigación contempla el pavimento flexible y el pavimento rígido de la carretera "Jalan Kaliabang Tengah", en la ciudad de Bekasi (Indonesia), a lo largo de 1 km en buen y mal estado, y el pavimento rígido era la carretera Jalan "Inspeksi Kanal Timur", en la ciudad de Yakarta Norte (Indonesia) Planteándose determinar a través del aplicativo "Roadroid" que utiliza el sensor de vibración agregado en los smartphones colocado en vehículos el desempeño del pavimento con uno de los parámetros convencionales como el Índice Internacional de Regularidad IRI. Definiendo este como "tecnología barata y confiable" pero esta vez comparándolos en su investigación con diferentes tipos de vehículos, entre ellos, motocicletas, un vehículo modelo sedán y un vehículo deportivo. Mostrando una elevada relación de valores usando un vehículo deportivo con el automóvil pequeño (sedán) y la motocicleta. Concluyendo así que "Roadroid" es una herramienta útil para la planificación del mantenimiento



de carreteras como base preliminar de datos.

En "Aydın, M. M., Yıldırım, M. S. & Farslöf, L. (2018). *THE USE OF SMART PHONES TO ESTIMATE ROAD ROUGHNESS: A CASE STUDY IN TURKEY*". Según estudios previos, la situación de la superficie de la vía son un factor importante en la calidad de la misma, debe observarse y repararse periódicamente. El estado de la superficie de la vía se halla de varias formas. Debido a su bajo costo, cobertura de población más amplia y fácil de usar, el uso de un teléfono inteligente para recopilar datos es una alternativa que simplificaría este trabajo. Este proyecto analiza el uso de Roadroid, una aplicación sencilla disponible únicamente para dispositivos con operador Android, como una solución económica para monitorear el estado de la superficie de la carretera mediante sensores de teléfonos inteligentes. Se realizaron experimentos en el sitio para recopilar datos utilizando la aceleración y las características de GPS de un teléfono inteligente en un tipo de vehículo particular. Este método se evaluó utilizando 3259 km de datos de caminos urbanos y rurales de los experimentos del sitio en Turquía. Los resultados mostraron que el 84.4 % de los caminos turcos eran buenos en promedio, el 7.9 % eran satisfactorios, el 3,8 % eran insatisfactorios y el otro 3,8 % eran deficientes. Según esto, alrededor del 4 % de las vías de Turquía requieren mantenimiento inmediato. Los valores hallados del proyecto experimental también confirman el gran potencial de Roadroid para analizar de manera adecuada el estado de regularidad de la superficie de la carretera.

2.1.2. Antecedente Nacional

El proyecto de investigación de, Laura Hirpahuanca, D. (2016). "Determinación y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la



carretera Cusco-Urcos, usando teléfonos inteligentes y el Rugosímetro de Merlin-2016". Luego del empleo de la tecnología Roadroid, se realizó una evaluación para hallar la uniformidad de la superficie de rodadura. Para ello se utilizó la última tecnología de medición del IRI, y que según creen es la más eficaz en comparación con otros dispositivos de medición. Además, proporciona una evaluación en tiempo real de la rugosidad del pavimento y datos a los que los investigadores pueden acceder según su conveniencia. Este sistema permite recoger datos relativos a la velocidad (de 20 a 80 kilómetros por hora), la consistencia, las lecturas del acelerómetro y las coordenadas GPS. Basándose en los resultados de las tesis que comparan el sistema Roadroid con equipos normalizados, puede concluirse que el sistema Roadroid, cuando se utiliza de manera adecuada, puede brindar datos precisos. Los ajustes deben configurarse correctamente, además de señalar el tipo de vehículo empleado, debe mantenerse una velocidad constante entre 20 km/h y 80 km/h, el dispositivo debe permanecer inmóvil para medir las vibraciones y el GPS, debe realizar un seguimiento de la recopilación de datos en el mapa del sistema Roadroid durante toda la ruta. Además, el sistema Roadroid demuestra una mayor eficacia de tiempo, ya que el rugosímetro Merlín necesita dos horas de funcionamiento, mientras que el sistema Roadroid necesita mucho menos tiempo para la recogida de datos, en función de la distancia o el tramo evaluado. Como el método Roadroid sólo necesita dos personas, a diferencia del rugosímetro Merlín, hay que tener en cuenta el número de participantes necesario para la prueba. La duración del uso y los gastos relacionados con la utilización del instrumento son significativos. El rugosímetro Merlín está restringido a la región designada, lo que requiere un coste para cada segmento de investigación. Esto contrasta

significativamente con el aplicativo Roadroid, que permite una suscripción de un año para escanear varios pavimentos en tiempo real y renovar los datos con la frecuencia necesaria.

El sistema Roadroid presenta la ventaja de la recogida de datos en tiempo real, como se indica en la propuesta. Otras ventajas son la posibilidad de un uso más prolongado en función de la afiliación adquirida, la practicidad, claridad de la recogida y la evaluación de datos, la facilidad de transporte y uso del dispositivo en diversos lugares según sea necesario. Además, señala sus deficiencias, que abarcan una colocación inadecuada o una deficiencia en la estabilidad del smartphone para emplear el sistema Roadroid, lo que puede dar lugar a errores si no cumple las especificaciones del estudio. Un área notable de deficiencias es la de las curvas y los rompemuelles, donde la velocidad reducida dificulta la recogida de datos precisos, lo que da lugar a errores.

Montalvo Peña, I. N. (2023), desarrollo la reciente tesis "*Índice de rugosidad internacional de la carretera Huaraz-Carhuaz para mejorar la serviciabilidad empleando Roadroid*", con el objetivo de mejorar la viabilidad de la carretera mediante el cálculo del índice de rugosidad de la vía PE-3N Huaraz-Carhuaz utilizando el método del Nivel, la aplicación para teléfonos inteligentes Roadroid. Donde se optó por un diseño con población y muestra no probabilística, como es la carretera Huaraz -Carhuaz con una longitud de 31 km en su tramo evaluado. Sus pasos a seguir, serán los ya mencionados métodos, de esta manera poder realizar un análisis comparativo y como resultado, sugerir medidas de preservación. De los resultados, utilizando el método Roadroid se obtuvieron velocidades promedio finales de 3,34 y 3,37 m/km para las vías de extremo derecho e izquierdo, de forma respectiva. También, usando el método



de Nivel de mira y considerando la longitud elegida de 320 metros se determinó un IRI de 6,87. Los resultados también demuestran 95.77% de homogeneidad con los valores observados, con coeficientes correlativos estandarizados como lo son Pearson y Spearman obteniéndose 0,954 y 0,929 de forma respectiva. El PSI más alto según el IRI medido para la ruta Huaraz-Carhuaz (Km 580+000 al 611+000) se calcula en el extremo derecho con 2.82, y el PSI más bajo es medido en el carril izquierdo con 2.77. Se concluyó que el IRI y el eIRI cumplen la condición con una respuesta satisfactoria y un PSI moderado para la transitabilidad.

2.1.3. Antecedente Local

Conforme con Carita Cahuana, J. J. (2022). en su investigación publicada "Evaluación de superficie de rodadura en pavimento flexible para determinar uniformidad aplicando el sistema Roadroid con smartphone Juliaca Puno 2022". Donde tiene como finalidad estudiar valorar la superficie de rodadura de un pavimento flexible mediante la aplicación de smartphones para la determinación del (IRI), calculando de esta manera su uniformidad. Aprovechando en esta investigación funciones y propiedades que ahora traen consigo los smartphones tales como: acelerómetros, global positioning sistema (GPS), almacenamiento y traspaso de valores. Dichas cualidades en los smartphones vuelven al aplicativo "Roadroid" bastante práctico para el análisis de la superficie de rodadura.

Este proyecto determinó que el estado del pavimento flexible en estudio sea de un nivel "No Satisfactorio" según los parámetros del dispositivo ya antes señalado, concluyendo así que el pavimento flexible de la carretera Juliaca - Puno requiere de una rehabilitación preventiva conforme lo establece e indica la norma.



En la tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil publicado por Camacho, S., (2019). Titulada "Evaluación y análisis de la Rugosidad en Pavimentos de la Ciudad de Puno Aplicando el Método Roadroid y el Rugosímetro de Merlín". Propone un método novedoso y capaz, es decir, el empleo del aplicativo para celulares Roadroid, en comparación con un método convencional, tal como, el Rugosímetro Merlín, para calcular, evaluar y analizar el (IRI). El hecho de que en la ciudad de Puno se observe que los pavimentos construidos presentan irregularidades desde sus procesos constructivos, afecta la comodidad y el desarrollo del transporte, incrementando el costo de mantenimiento de la operación de los vehículos sobre el pavimento. Por esto, el uso del Índice de Rugosidad Internacional es crucial e indispensable por eso éste pide determinar la condición de las vías de transporte basándose en la información obtenida in situ por los equipos convencionales. Concluyendo en su investigación con que el aplicativo para smartphones "Roadroid" es un método práctico y sencillo de usar representando una disminución significativa en los costes y en el tiempo de aplicación, respaldando así su teoría del uso de este aplicativo para teléfonos inteligentes.

2.2. Base Teórica

2.2.1. Índice de Regularidad Internacional

Este sirve como métrica para evaluar el estado en relación a su función del pavimento. El término "estado funcional" denota los atributos de la superficie del pavimento que tienen que ver con el confort y el bienestar del usuario. Según la norma (ASTM, 2015), los resultados de la medición IRI proporcionan datos medios sobre la rugosidad de una vía en una distancia de un Km. Estos datos se derivan de mediciones longitudinales del perfil de la carretera e ilustran la



desviación de una superficie concreta, como la rasante del pavimento, en relación con una superficie plana. El producto final hallado IRI indica el desplazamiento vertical total en una distancia de 1 Km. Una puntuación mayor indica más rugosidad y por ende, peores condiciones de la carretera.

El indicador de perfil más conocido y factible es IRI. Es confiable en el tiempo, transportable y fácil de evaluar. Se requiere un método analítico para que varias medidas de rugosidad funcionen. Usando ecuaciones de análisis, se probaron y desarrollaron los efectos de varios estándares para dimensionarlos, como el intervalo visual. El IRI indica estadísticamente el estado general del pavimento. (Sayers M. & Karamihias S., 1998).

Si el total de los valores de aumento en una determinada medición de perfil incrementan en una cantidad idéntica, la escala IRI excluye de forma similar en el mismo porcentaje. Un IRI de 0,00 indica una coherencia completa del perfil. Como también un pavimento con un IRI igual o mayor a 8.0 m/km a altas velocidades sería intransitable.

En la realidad, los perfiles de irregularidades longitudinales se clasifican en dos categorías: la de alto rendimiento, que incluye perfilómetros ópticos o láser y la de bajo rendimiento, que incluye perfilómetros portátiles o inclinómetros. Al mismo tiempo, esas dos clases son posibles de agrupar en 4 categorías diferentes (Sánchez Sabogal):

2.2.2. Categoría De Equipos Para Medir Las Irregularidades

Clase I: Perfiles de Precisión. Esta representa la máxima precisión de medición. Puede estar vinculada a técnicas de medición manual que presentan una precisión excepcional, como el nivel de mira, el Walking Profilometer, el Face Dipstick, entre otros. Sin embargo, su performance de medida es notablemente

lento. Debido a ello, se usan para áreas cortas.

Clase II: Métodos Perfilométricos Alternativos. Los equipos computarizados de esta categoría fueron calibrados utilizando un sistema Clase I. El vehículo funciona a una velocidad media de 80 km/h mientras realiza un examen continuo del pavimento en el carril de medición. La evaluación se lleva a cabo con el perfilómetro inercial APL, el Road Surface Profiler (RSP), el Road Surface Tester (RST), el Analizador Automático de Carreteras (ARAN) y el Perfilómetro ligero.

Clase III: Estimaciones De IRI Basadas En Ecuaciones Correlacionales. Las mediciones de clase 3, realizadas indirectamente utilizando rugosímetros de clase respuesta ósea "RTRRMS" como (Mays Ride Meter, ROMDASBI y TRL BI, junto con otros instrumentos como los Perfilógrafos y Merlín), presentan una precisión inferior en comparación con las clases precedentes.

Clase IV: Medidas Y Evaluaciones Subjetivas Sin Calibración. Esta clase tiene la menor precisión porque la evaluación del IRI se basa en un análisis visual o en el "conocimiento" de un técnico que sabe cómo responde un vehículo a distintos valores de IRI. El producto final IRI en esta clase cambia según el operario. Se puede describir el estado del pavimento y clasificarlo según el valor obtenido. (ASTM, 2015).

2.2.3. Regularidad

La distorsión de la superficie de un pavimento, a menudo conocida como rugosidad, da lugar a una transitabilidad que resulta insegura y en términos económicos, perjudicial. Las inconsistencias de un pavimento denotan defectos en el suelo del pavimento que afectan adversamente el desempeño de los



vehículos, los gastos de conservación y la seguridad.

La constancia y la gravedad de los defectos subyacentes o superficiales pueden evaluarse mediante la uniformidad de un pavimento, que se conecta con la facilidad de movimiento o el confort que se experimenta al cruzarlo. El aspecto, el acabado o la textura superficial del pavimento están subordinados a las inconsistencias de topografía que deterioran la superficie, incluidas las depresiones, los baches y las ondulaciones. La regularidad generalmente se refiere a las inconsistencias topográficas que forman la superficie.

Según la ASTM, la "regularidad del pavimento" denota las desviaciones observables de la superficie a nivel efectivo de un pavimento. Este término engloba las propiedades del transporte usado, incluido el sentido, así como los factores de tensiones dinámicos, como las fuerzas longitudinales y transversales. (ASTM E867).

2.2.4. Razón de la Regularidad

La viabilidad de la superficie del pavimento está ligada a la rugosidad como factor de fallos funcionales o estéticos. No obstante, la capacidad de la capa de rodadura es físicamente insuficiente para responder a los requerimientos dictados por el origen de los trabajos. La rugosidad es un factor de fallos tanto funcionales como estéticos. Generalmente, estos problemas funcionales están relacionados con fallos en el revestimiento de la armadura pero también pueden tener varias causas, como materiales no adecuados, dosificación incorrectas, fallas en el desarrollo de ejecución, deterioro natural causada por el transcurso del tiempo y mala conservación en el periodo de empleo del elemento.

Considerando esto, un exceso de asfalto en las calzadas es perjudicial

porque reduce la adherencia de la capa subordinada y puede perjudicar la estabilidad de la combinación asfáltica que debe situarse encima e incluso romperse hasta el suelo.

Las tensiones y deslizamientos de forma horizontal entre el pavimento y las ruedas de un vehículo, resultantes de las oscilaciones o alteraciones del perfil, provocan ondulaciones en la superficie de rodadura, similares al encalado de los pavimentos a un nivel específico de los neumáticos, caracterizadas por una trayectoria asimétrica del perfil que se produce con una frecuencia distinta. Estas tensiones y deslizamientos se manifiestan en las mismas zonas cuando los vehículos poseen suspensiones similares.

- El cálculo del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) se apoya en ecuaciones matemáticas, análisis estadísticos y diversas herramientas computacionales.
- Uno de los procedimientos consiste en filtrar el perfil longitudinal de la vía medido utilizando una media móvil con una longitud de 250 mm.
- El vehículo se desplaza por una trayectoria curva a una velocidad de 80 kilómetros por hora (La torre, 2018).
- El IRI se determina separando el desplazamiento total (m) de la suspensión del vehículo por la distancia recorrida a lo largo del perfil (km).
- La longitud del perfil recorrido, medida en km, se define por su unidad de medida, que se expresa en metros por kilómetro (m/km) (La Torre, 2018).
- La ecuación proporcionada define el valor del IRI.

$$IRI = Lx \int X/v |Zs - Zr | dt$$

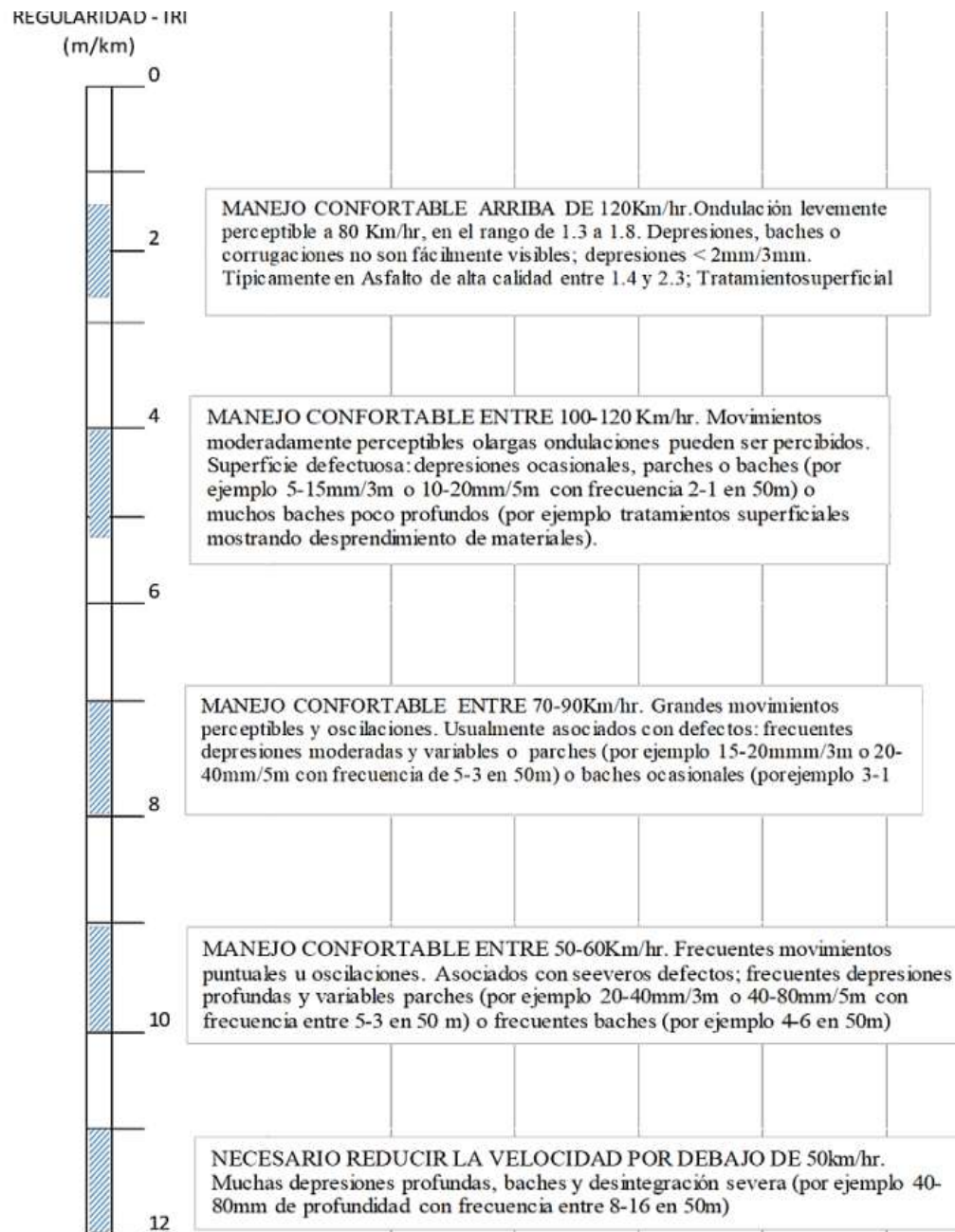


- El IRI, o Índice Internacional de Rugosidad, es una medida de la rugosidad expresada en milímetros por metro.
 - L: la medida de la extensión de la sección.
 - X representa la distancia longitudinal en metros.
 - V representa la velocidad del modelo de vehículo, que es de 80 kilómetros por hora.
 - x/v representa la duración que demora en recorrer una distancia específica x.
 - dt representa el incremento de tiempo.
 - Zs representa la velocidad vertical de la masa y del vehículo.
 - mientras que Zr representa la velocidad vertical del eje y de la masa.
- El coste de las maniobras de los vehículos está directamente influido por el estado del pavimento. La rugosidad del pavimento provoca un mayor desgaste de los neumáticos y una reducción de la velocidad, lo que se traduce en tiempos de viaje más largos. Estos factores contribuyen a aumentar los costes de mantenimiento y rehabilitación de la carretera (Badilla, 2009).
 - El (IRI) se mide en unidades de pendiente, que es adimensional. Se recomienda utilizar valores muy pequeños para el IRI, que puede expresarse en unidades de m/km, mm/m, o pendiente multiplicada por 1.000.
 - Para garantizar la precisión, se aconseja utilizar tramos de carretera superiores a 160 m para calcular el IRI. Por ejemplo, se suele utilizar una distancia de 200 m para definir el IRI (Badilla, 2009).

Desde una perspectiva global, la figura clasifica los valores IRI en función de su descripción lateral.

Figura 1

Escala de Regularidad IRI conforme a la ASTM (2009)



Nota. "Prueba estándar para calcular el IRI de carreteras a partir de mediciones de perfiles longitudinales" (ASTM International, 2009).

2.2.5. Pavimentos

Se trata de un sistema de varias capas que se crea en la superficie del suelo para aguantar y organizar las presiones de las cargas de los automóviles y, al mismo tiempo, garantizar la comodidad y la seguridad del tráfico. La cimentación, la subbase y la capa de rodadura son componentes de este diseño. Conforme con el sistema de clasificación de Montejo en (Ingeniería de Pavimentos, 2002), los pavimentos pueden dividirse en cuatro categorías distintas: pavimentos flexibles, pavimentos semirrígidos, pavimentos estructurados y pavimentos articulados. Según Montejo (2002), un pavimento está formado por una sucesión de capas que se extienden en una alineación horizontal y se superponen unas a otras. Estas capas se planifican con precisión y se construyen con materiales aptos para la compactación.

Estas construcciones estratificadas deben soportar adecuadamente las presiones impuestas por las cargas recurrentes del tráfico durante la vida útil prevista de la estructura del pavimento. (página 2).

2.2.6. Características De Los Pavimentos

Estos tienen distintos atributos estructurales y funcionales. Rivas y Vargas (2017) han afirmado que las cualidades funcionales de un pavimento incluyen los siguientes aspectos.

La Resistencia Al Derrapamiento. Esto puede lograrse añadiendo una textura adecuada a la superficie de apoyo, que se adaptará a las velocidades de tráfico requeridas en el modelo.

La Regularidad De La Superficie De Rodamiento Tanto Transversal Como Longitudinal. El grado de distorsión de la capa asfáltica determinará la viabilidad de alcanzar la velocidad prevista. Esta característica incide

directamente en el grado de confort del usuario.

Drenaje Superficial Eficiente. Esta particularidad impide un drenaje significativo del espesor de la película de agua sobre la superficie de apoyo, contribuyendo así a reducir la aparición de aquaplaning.

2.2.7. Clasificación de los pavimentos

Estos pueden ser:

Pavimentos flexibles. Este método de construcción de pavimentos utiliza una capa de asfalto, a menudo soportada por dos capas no rígidas denominadas base y subbase. No obstante, es factible omitir cualquiera de estos pasos, dependiendo de los requisitos particulares de cada plan, pag 2 (Montejo, 2002).

Pavimentos Semirrígidos. Para aumentar artificialmente la rigidez de la primera capa de los pavimentos semirrígidos se utilizan aditivos que incluyen asfalto, emulsión, cemento, cal y productos químicos. Esto se realiza para enmendar o modificar las cualidades mecánicas de los insumos locales que no satisfacen las normas de calidad necesarias para la construcción de la capa de pavimento. Los pavimentos semirrígidos se asemejan a los pavimentos flexibles. Según (Montejo, 2002).

Pavimentos Rígidos. El componente principal de los pavimentos rígidos es una losa de hormigón hidráulico que descansa sobre un sustrato designado conocido como la subbase del pavimento rígido. MTC, 2013. (Montejo, 2002). Los pavimentos rígidos se pueden dividir en 3 categorías distintas:

- Pavimento de concreto común con juntas.
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
- Pavimentos de concreto con refuerzo uniforme.



Pavimentos Articulados. Conforme con Montejo (2002) plantea desde su conocimiento que los pavimentos articulados consisten en una capa de rodadura compuesta por adoquines, que son bloques prefabricados de hormigón que tienen un espesor continuo. Esta puede colocarse sobre una capa superficial de arena, que posteriormente es reforzada por una capa granular o colocada directamente sobre la subrasante, esto depende de la calidad de la arena y de la intensidad y incidencia de los pesos que atravesarán el pavimento. (página 7).

2.2.8. Roadroid

La palabra "Roadroid" es la combinación de "road" (camino en inglés) y "droid", que es una abreviatura comúnmente utilizada para referirse a dispositivos autónomos o que en este caso puede sugerir ser abreviación del sistema operativo "Android" ya que esta aplicación solo está disponible en este sistema operativo.

Es una aplicación de Android desarrollada por una empresa sueca. Desarrollada en 2001 por los ingenieros Lars, Hans y Tommy; Fue lanzada al mercado en 2001 y funcionó hasta 2006 mediante una computadora, un acelerómetro externo, amplificador de señal y el GPS. Los resultados de dicha metodología no fueron satisfactorios. En 2010 se dieron cuenta que los teléfonos móviles tienen todas las herramientas de diagnóstico necesarias para resolver nuevos problemas de una forma más fácil. En 2011 realizaron estudios de campo recopilando las experiencias adquiridas desde la intervención del teléfono inteligente. Actualmente la clasificación del equipo Roadroid se encuentra entre los equipos de evaluación, clase 2 (Equipos perfilométricos), clase 3 (equipos que necesitan de ecuaciones de correlación para calcular el IRI).

Su uso es pertinente para teléfonos inteligentes que permite observar,

recopilar datos y evaluar la uniformidad del pavimento a través de las vibraciones del recorrido sobre la capa de rodadura. Los datos que se obtienen se pueden transferir utilizando Internet.

Figura 2

Icono del Aplicativo Roadroid versión 3 Pro



Nota. Roadroid Company (2023)

2.2.9. Rugosímetro de Merlín

El Laboratorio Británico de Investigación de Transporte y Carreteras (TRRL) es el responsable del desarrollo del instrumento conocido como Merlin Roughnessmeter, que en ocasiones también se denomina MERLIN Bicycle. La teoría del perfilómetro estático sirvió de base para el diseño de este aparato para su construcción.

Merlín está formado por un armazón que consta de tres elementos: dos componentes verticales y un componente horizontal. La rueda es un componente vertical que gira, y la distancia que recorre cada rotación de la rueda es de 2,15 metros. Dentro del elemento horizontal, se puede ver la barra vertical en el centro del elemento.



La ubicación del puntero se tiene en cuenta para hacer una observación cada vez que se hace girar la rueda. Este método se repite hasta recoger un total de doscientas observaciones en el transcurso de la investigación. Se actualiza un histograma de organización de frecuencias con los valores hallados de doscientas observaciones a medida que se lleva a cabo el proceso de recogida de valores.

A continuación, el 10% de los valores recogidos representan errores y se eliminan del histograma. Dejando solo lo que se considera como el "Rango D" que vendrían a ser los mismos valores menos el 10% del total (20 datos). Dicho de otro modo, se asienta en la idea de medir la dispersión de las imperfecciones del suelo a partir de una línea de referencia estándar.

En otras palabras, evalúa el desnivel de la superficie de una carretera midiendo la dispersión de las imperfecciones de la superficie a partir de una línea promedio. Esto se hace para determinar el grado de irregularidad del suelo de la vía. Este método de aproximación al TRRL no es nuevo ni innovador. Otros investigadores ya habían realizado evaluaciones de la rugosidad, como el conocido índice Quarter-Car (QI), que se basa en el mismo concepto.

La flexibilidad de esta tecnología no es la única ventaja que ofrece; también es barata y útil. A ello contribuyen tanto la precisión con que dimensiona la rugosidad del pavimento como la rentabilidad con que puede fabricarse. No fue hasta 1993 cuando se detectó por primera vez en Perú.

Para establecer una correlación entre la rugosidad medida por el dispositivo Merlín y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), que es un estándar normalizado usado para comparar los valores obtenidos con diversos equipos.

Se usan las expresiones:

- Si $2.4 < IRI < 15.9$, es cuando, $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
- Si el $IRI < 2.4$, es cuando, $IRI = 0.0485 * D$

Figura 3

Rugosímetro de Merlín



Nota. Manual de Usuario Rugosímetro Merlín.

2.2.10. Rugosímetro Clase III

Este elemento pertenece a la clase III, ya que está equipado con tecnología de funcionamiento aprobada en el sistema de medición de la rugosidad de la calzada de clase respuesta (RTRRMS). La infraestructura incluye dispositivos como los que se enumeran a continuación:

- Un dispositivo controlador portátil se utiliza para supervisar el desarrollo del dimensionamiento y el almacenamiento digital de los valores. Este elemento está en conexión con el sensor de rugosidad y al cuentakilómetros giratorio a través de un módulo de interfaz.
- El sensor de rugosidad está situado en el eje trasero del automóvil, muy cerca de la llanta izquierda, mientras que el controlador y el módulo de interfaz están situados en la cabina del vehículo. Por otro lado, el

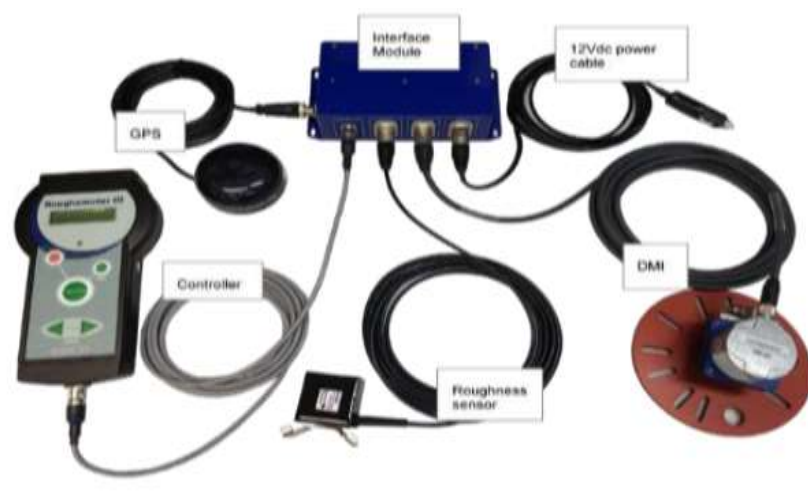
vehículo circula a un ritmo uniforme que oscila entre 60 y 50 kilómetros por hora.

- El sensor de rugosidad identifica las vibraciones enviadas al eje debido a las características de rodadura.
- Estas oscilaciones se envían al controlador, que se encarga de capturar los datos, mediante el uso de la codificación.
- El dispositivo es lanzado y distribuido por la empresa australiana ARRB (Australian Road Research Board).

Este equipo tiene la ventaja de proporcionar resultados en la escala IRI después de que los datos hayan sido procesados por un ordenador. No obstante, estos resultados deben calibrarse con respecto a una curva de corrección a través de una fórmula de correlación. Esto se debe a que, como principio general, todos los resultados obtenidos por un instrumento de clase III deben compararse con los valores de un producto de clase superior.

Figura 4

Compuestos del Rugosímetro Clase III



Nota. Equipo Roughometer III con sus componentes detallados (ARRB Systems)



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo De Investigación

La investigación de este proyecto es del tipo Aplicada, pues tiene como finalidad el determinar el Índice de Rugosidad Internacional a través de distintos equipos para comprobar similitud y contrastar el desempeño de estos.

3.2. Diseño De Investigación

NO EXPERIMENTAL, ya que se analizan y comparan las condiciones de las vías tal cual se presentan en la realidad mediante diferentes métodos y estas se llegan a medir mas no se alteran y buscan un cambio únicamente visualizando los fenómenos como se dan en su contexto natural, para luego continuar con su estudio sin alteraciones provocadas por el investigador; y en base a ello se determina el estado de las vías. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014).



3.3. Enfoque De Investigación

Cuantitativo. Este estudio emplea un enfoque cuantitativo, utilizando la recogida de datos mediante medición numérica y evaluación estadística para validar o refutar la hipótesis, con el objetivo de conocer el comportamiento de la población examinada. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Esta investigación presenta una descripción Cuantitativa de los tipos Comparativos relacionados conforme con (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) porque satisface las principales características de especificar los atributos y propiedades de la muestra por las variables especificadas y establecidas.

En otras palabras, intenta medir y recopilar datos relacionados con la variable que se está estudiando frente a otra u otras.

3.4. Nivel De Investigación

El nivel dado en este estudio en términos generales, es Relacional, puesto que este diseño a diferencia del descriptivo que se centra en dimensionar con exactitud variables de forma individual, las investigaciones relacionales analizan el nivel de relación entre dos o más variables y pueden incluirse múltiples pares de evaluaciones de esta naturaleza. (Hernández R., Fernández, C., & Baptista, P., 2018).

3.5. Población Y Muestra

3.5.1. Población

La población estudiada en este proyecto es el pavimento flexible de la vía Lampa -Vilavila de la región de Puno.

Figura 5

Localización de la carretera evaluada



Nota. Proyecto “Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno Paquete 3”.

3.5.2. Muestra

La muestra usada en la presente investigación es 1 kilómetro de la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila, situado en el departamento de Puno.

Figura 6

Localización del tramo de la carretera evaluada 91+300 – 92+300



3.6. Técnicas E Instrumentos De Selección De Datos

3.6.1. Técnicas de investigación

En el curso del estudio, se utilizará un enfoque analítico documental para investigar textos científicos, normativos y técnicos. Además, se recurrirá a la observación con el fin de recopilar una cantidad considerable de datos para calcular el índice internacional de rugosidad de la carretera que une Lampa y Vilavila.

En la tabla se incluye información detallada sobre las estrategias de investigación y los instrumentos que se emplearon en el proceso de recopilación de valores para esta investigación.

Tabla 2

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Visualización Directa	Formato de presentación de valores para el aplicativo Roadroid. Formato de Recolección de Información de los instrumentos Rugosímetro de Clase III y de Merlín
Enfoque Analítico Documental	Cuadros de Resumen
Evaluación Computacional	Smartphone, aplicación Roadroid, tablas Excel

3.6.2. Recursos Empleados

Recurso Técnico

- Bicicleta de Merlín
- Guía de Uso o Manual de operabilidad del sistema Roadroid

- Rugosímetro Clase III
- Camioneta Toyota – Hilux
- Teléfono Inteligente de Operativo Android
- Sujetador para celulares
- Implementos de Seguridad (Chalecos, cascos y conos de seguridad)
- Implementos usados en escritorio
- Recurso Humano
- Operarios en campo
- 1 conductor
- 1 ingeniero supervisor

Tabla 3**Escala de medición para la evaluación del Índice de Regularidad**

ESTADO	ESCALA
MUY BUENO	0 – 1
BUENO	1 – 1.9
REGULAR	1.9 – 3.6
DEFICIENTE	3.6 – 6.4
MUY DEFICIENTE	<6.4

Nota. Escala de valores de Rugosidad dados por la Guía del Rugosímetro Merlín.

Tabla 4**Escala de medición de valores de la rugosidad según el MTC**

ESTADO	ESCALA
BUENO	0 – 2.8
REGULAR	2.8 – 4
MALO	4 – 5
MUY MALO	<5

Nota. Escala de valores de Rugosidad brindados por el MTC.



3.7. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación

3.7.1. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación Por El

Método Merlín

Para garantizar resultados precisos, es fundamental aislar y separar el procedimiento de recogida de datos de los dispositivos utilizados en este estudio. Este enfoque evita que un resultado influya en el otro y mantiene un elevado grado de imparcialidad a la hora de obtener un resultado más objetivo.

Para comenzar este estudio, analizaremos los datos más fiables y, simultáneamente, los más básicos, utilizando como referencia la tecnología punta empleado en este estudio.

3.7.1.1. Recolección De Datos Por El Método Merlín

Para referirse a los datos evaluados en este estudio se utilizará la técnica merlín, que implica una bicicleta y su proceso de adquisición de datos.

El procedimiento actual requiere la asistencia de tres personas.

Un operador es responsable de manejar el instrumento, y es crucial que este operador se mantenga constante para garantizar una recogida de datos precisa.

Otro operador es necesario para ayudar en la toma de notas, registrando todos los valores obtenidos.

La tercera persona debe garantizar la seguridad de los operadores colocando un cono en los alrededores de la zona de investigación para aumentar la visibilidad del tráfico.

Figura 7

Rugosímetro del laboratorio de la UANCV



Aquí, es fundamental asegurarse de que el equipo esté calibrado con precisión. Se trata de un aspecto crítico que influye enormemente en su funcionalidad. Además, el equipo debe estar en óptimas condiciones, y el manual del usuario debe ser fácilmente accesible para identificar los valores adecuados. La recogida de datos con este equipo durante periodos prolongados puede resultar bastante laboriosa, por lo que es aconsejable utilizarla para distancias más cortas cuando las irregularidades del pavimento sean más evidentes.

Figura 8

Recopilación de datos a través del Rugosímetro de Merlín



Según la imagen, el equipo debe colocarse a un lado de la carretera. El operador debe mantener una postura constante durante el desarrollo de obtención de datos para garantizar la coherencia de los resultados. También es aconsejable tener cuidado con el tráfico instalando conos de seguridad a los lados de la zona de análisis.

Los datos recopilados se recogieron cuando toda la rueda delantera y la única rueda completaban una rotación completa, lo que resultaba en una distancia de 2 metros. La investigación cubrió una distancia total de 1 km. Durante el trayecto de ida, un operador registró 500 puntos de datos con fines de documentación.

Figura 9

Registro de Datos obtenidos por el Rugosímetro de Merlín



El rugosímetro Merlín o Bicicleta de Merlín proporciona valores que registra su tablero, comprendidos entre 1 y 50.

Una vez recogido los datos, se utiliza un proceso de filtrado. De los 200 valores registrados, se elimina el 10% (20 valores). En concreto, se elimina el 5% de los valores que más se aproximan a 1 y el otro 5% que más se aproximan

a 50 de los histogramas realizados. De esta manera se intenta corregir el valor final con la supresión de valores que puedan ser incongruentes.

Figura 10

Tablero de Rugosidad de la Bicicleta de Merlín

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

Nota. Manual de Usuario Rugosímetro Merlín.

3.7.1.2. Desarrollo De Análisis De Datos Por El Método De Merlín

Para realizar la evaluación, las hojas de campo se transformaron a un formato compatible con Microsoft Excel para facilitar la operación de estos y también priorizando los tiempos de análisis de cada método.

Durante el estudio, fue crucial contabilizar la frecuencia de determinados valores en las casillas de cada tipo en campo. Contabilizando todos los valores registrando sin menospreciar ninguno, obteniendo de esta manera un conteo certero y eficaz para nuestro contraste con otros métodos realizados más adelante. Siguiendo con el procedimiento, los datos se registraron de la siguiente manera:

Tabla 5**Datos registrados por el Rugosímetro de Merlín en formato Excel**

100 x 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	40	31	39	42	43	43	43	39	45	39
2	41	32	38	44	42	42	42	37	44	40
3	41	42	42	43	44	43	42	36	39	41
4	40	43	45	41	41	42	40	38	44	38
5	42	32	43	42	42	43	40	39	45	36
6	43	40	40	45	44	42	44	40	38	35
7	39	41	43	31	44	42	43	42	46	35
8	41	40	44	42	42	43	43	43	44	36
9	45	40	31	42	44	39	41	31	43	38
10	43	38	40	43	42	41	41	40	41	40

Nota. Datos registrados por el tablero del Rugosímetro de Merlín.

Tabla 6**Datos registrados por el Rugosímetro de Merlín en formato Excel**

100 x 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	41	41	38	43	38	36	37	41	43	39
2	41	38	40	41	46	35	39	42	40	40
3	43	36	40	42	41	34	41	38	42	38
4	45	39	41	43	44	34	41	39	43	37
5	41	37	42	40	42	36	40	40	44	36
6	39	38	39	40	41	36	42	43	41	34

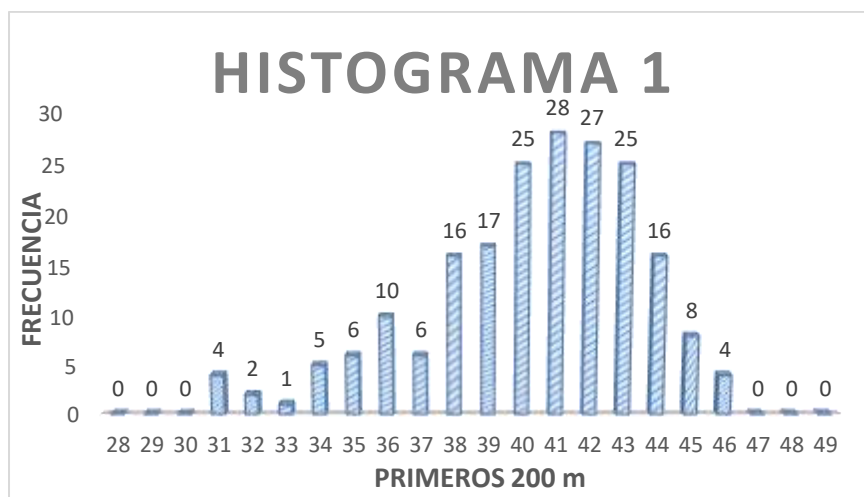
7	45	35	45	40	41	34	43	44	41	35
8	46	34	42	39	39	35	41	46	40	39
9	44	36	40	42	39	33	40	38	38	42
10	43	36	44	44	38	38	37	41	37	41

De donde se elaborarán los Histogramas concernientes con la frecuencia de los valores IRI de 200 metros. Obteniendo un total de 6 ejemplares para los 1,200 metros evaluados.

Estos fueron separados en 100 datos por tabla para su mejor comprensión.

Figura 11

Histograma de Frecuencias 1



Nota. Histograma conformado por valores registrados por el Rugosímetro de Merlín.

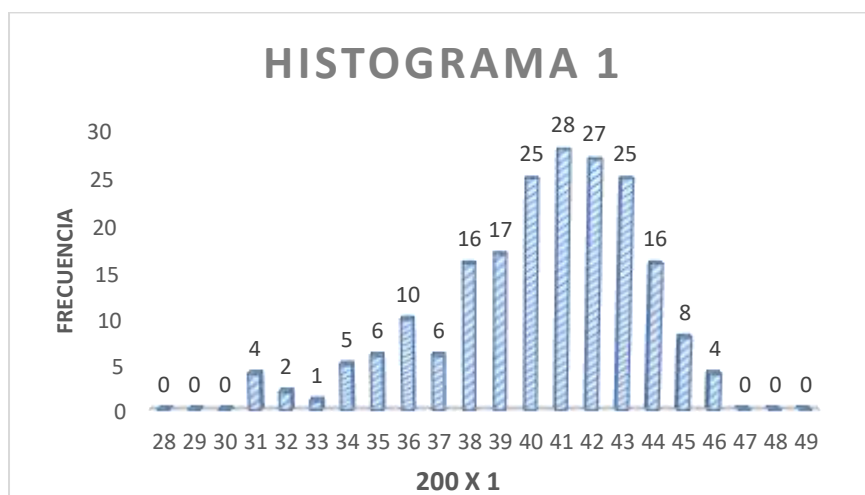
Siguiendo el mismo proceso para los 1200 metros evaluados, los valores se representan de forma gráfica a través de histogramas que indican la frecuencia de valores obtenidos y sirven para hallar el IRI a través de ecuaciones descritas anteriormente.

Contando con los Histogramas ya realizados, continuamos con la determinación del "Rango D", que es el despeje de valores o supresión del 10%

de los datos totales (20 de 200) 10 valores o el 5 por ciento del extremo derecho y 10 valores o el 5 por ciento del extremo izquierdo.

Figura 12

Histograma de Frecuencias 2



Nota. Eliminación del 10 % de valores.

Del histograma anterior, representado al histograma 1, siendo los primeros 200 valores registrados, a través de ellos la siguiente operación resta de acuerdo a la manera establecida en la guía de usuario del equipo merlín. El 10% total de los 200 datos registrados, 5% del extremo izquierdo y 5% del extremo derecho obteniendo un valor decimal que nos acerca a la operación final para determinar el IRI.

Cálculo del “Rango D”

Para determinar este valor denominado “Rango D” tendremos que suprimir 10 datos o el 5 % de cada extremo del Histograma y lo que reste será el rango buscado.

Extremo Izquierdo. Las barras suman (7). Quedará:

$$(5 - 3) / 5 = 0.4$$

Extremo Derecho. La barra suma (4). Quedará:



$$(8 - 6) / 8 = 0.25$$

A esto se suma las barras sin intervención = 10

Por ende, el denominado "Rango D" = $0.4 + 10 + 0.25$

$$\text{Rango D} = 10.65$$

Corrección del Rango "D"

El rango D será multiplicado por el tamaño de cada casillero en el tablero del rugosímetro de la bicicleta de Merlín, es 5mm.

$$10.65 \times 5\text{mm}$$

$$53.25 \text{ mm}$$

Una vez asumido el espesor de la pastilla, se deberá usar el siguiente factor corrección (F. C.) expresada:

$$F. C. = (EP \times 10) / ((LI - LF) \times 5)$$

Donde:

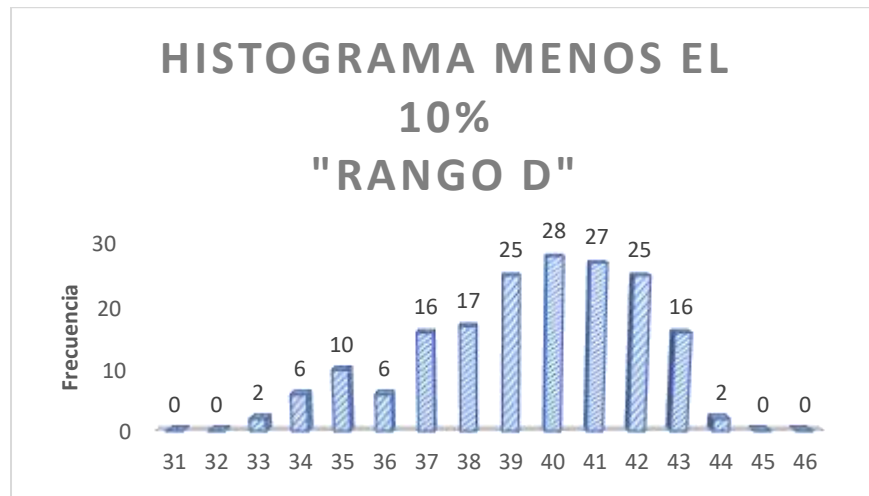
- EP : Espesor de la pastilla, que se determina ponderando varias pruebas
- LI : Posición Inicial del Puntero
- LF : Posición Final del Puntero
- F.C. = $(6.1 \times 10) / ((25 - 10) \times 5)$
- F. C = 0.81333333

El valor final corregido del Rango "D" será la multiplicación del primer valor determinado por el segundo.

- Rango D = 53.25×0.81333333
 - Rango D = 43.31

Figura 13

Histograma de Frecuencias 3



Para finalizar, usamos las ecuaciones mencionadas en la guía del Rugosímetro de Merlín para poder calcular el IRI de los primeros 200 metros evaluados con el "Rango D" ya corregido.

- Si $2.4 < IRI < 15.9$, es cuando, $IRI = 0.593 + 0.0471 * D$
- Si el $IRI < 2.4$, es cuando, $IRI = 0.0485 * D$

Emplearemos la primera fórmula esperando que sea la adecuada del caso y reemplazaremos nuestro "Rango D" corregido:

$$IRI = 0.593 + 0.0471 * D$$

Entonces:

$$IRI = 0.593 + 0.0471(43.31)$$

$$IRI = 2.8212$$

El IRI se encuentra entre los valores de la fórmula 1

$$1. \quad 2.4 < 2.82 < 15.9$$

Concluimos con que nuestro IRI es correcto.

3.7.2. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación Por El

Método Roadroid Pro 3

Para realizar la recogida de datos utilizando el Roadroid, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- La propiedad de un dispositivo móvil de operativo ANDROID.
- Para obtener la licencia activa, es necesario presentar una solicitud de cuenta de user para el aplicativo Roadroid.
- Para este caso concreto, se solicita la licencia gratis destinada a investigadores, tesistas o estudiantes de tesis.
- Verifique que el N° IMEI del equipo a usar está registrado correctamente.
- Una vez conseguida la licencia, podrá visitar la página web <http://www.roadroid.com/Account/Login>. Donde podrá descargar los archivos que se cargaron y recopilaron a lo largo del proceso de prueba.

El trabajo de campo siguió el enfoque sistemático descrito en la guía del usuario de Roadroid versión 3 Pro. Para ello, se configuró la aplicación, se realizó una evaluación preliminar de las condiciones de la carretera, concretamente de la carretera Lampa - Vilavila, y se optimizaron los resultados en función del vehículo y el smartphone utilizados. Simultáneamente, se muestra el proceso de importación de los datos recopilados y su visualización en el mapa del vehículo.

Los datos se recogen del mapa del sitio web Roadroid para su posterior descarga y evaluación. La carretera se recorrió a la par de la recogida de datos, que se realizó entre la 1:00 pm y las 2:00 pm, una hora en la que el tráfico no es tan alto. Esto garantizará que los datos se recojan dentro de un rango de velocidad de 20 a 60 kilómetros por hora, que es el rango sugerido para hallar valores precisos para el IRI estimado y calculado. Dado que la carretera admite

tráfico en ambos sentidos. El vehículo evaluado es un Toyota "Hilux", categorizado como vehículo grande o "tipo jeep" según el sistema Roadroid.

Figura 14

Camioneta utilizada para la investigación



Del mismo modo, el smartphone utilizado fue un Huawei Y9 2019 (sugerido por el sistema Roadroid) junto con el soporte adecuado para fijarlo y sujetarlo de manera que este se encuentre asegurado al parabrisas del vehículo.

Figura 15

Smartphone de operador Android utilizado en la investigación



Nota. Smartphone usado para la recopilación de datos con el aplicativo Roadroid.

Figura 16**Soporte para teléfonos móviles**

En última instancia, se utilizó efectivamente el programa Roadroid, concretamente la versión 3.0.9. El programa puede obtenerse en formato APK y está disponible para su descarga en www.roadroid.com/home/app.

A este solo se puede acceder a través de dispositivos con un sistema operativo Android.

3.7.2.1. Recolección De Datos Con El Aplicativo Roadroid Pro 3 Utilizando Un Smartphone Con El Operativo Android

Para recopilar datos utilizados la aplicación Roadroid, se tiene que seguir paso a paso los siguientes procedimientos respetando según corresponda:

- Obtener una cuenta o user en www.roadroid.com/account/register aquí es posible inscribirse y completar toda la información necesaria.
- Inscribirse y facilitar todos los datos necesarios, incluidos los datos personales y el número IMEI de su teléfono móvil.
- Tras registrarse, se le requerirá que introduzca los datos de su cuenta.
- A continuación, podrá iniciar sesión a su sistema en la página web

www.roadroid.com/Account/Login.

- Una vez ingresada a la cuenta, podrá examinar y descargar todos los archivos que haya recibido previamente en el campo.

El soporte para dispositivos móviles debe instalarse en el parabrisas de la parte delantera del coche en una posición estable y fija. Debe ser fácilmente accesible para el conductor y estar colocado de forma que permita que la pantalla del smartphone esté en modo horizontal.

Además, la cámara debe tener una visión sin obstáculos para captar imágenes.

Figura 17

Acoplamiento del sujetador al parabrisas del vehículo

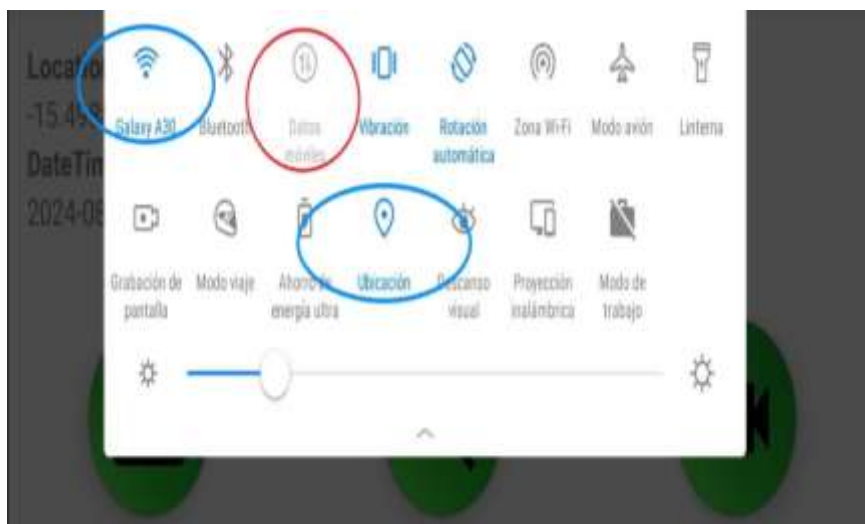


Nota. Sujetador para dispositivos móviles centrado en la parte baja del parabrisas

La operación preliminar que se debe llevar a cabo es configurar el GPS en encendido y encender el WIFI y conectarlo a una red segura para utilizar ese internet y no los datos móviles que complicarían la toma de datos (esto debido al posible ajetreo de red o poca señal).

Figura 18

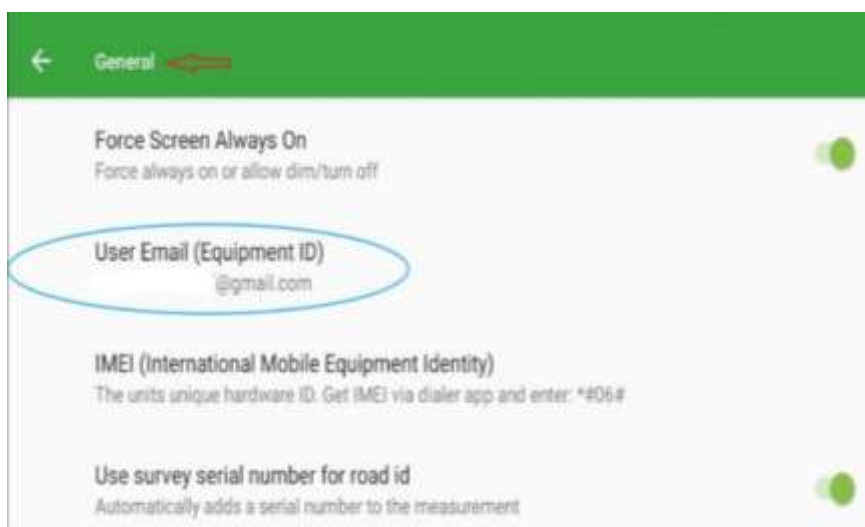
Cambio de red y encendido de ubicación



Inicie la aplicación y elija la opción “Menú”; a continuación, se debe hacer clic en “Configuración”. Una vez hecho eso aparecerá un menú con varias opciones para configurar adecuadamente la aplicación. Seleccione la opción “General” para ingresar nuestra dirección de correo electrónico. También es posible realizarlo durante el lanzamiento inicial de la aplicación, así como dentro de algunos otros ajustes de la aplicación.

Figura 19

Introducción del correo electrónico donde se guardarán los datos



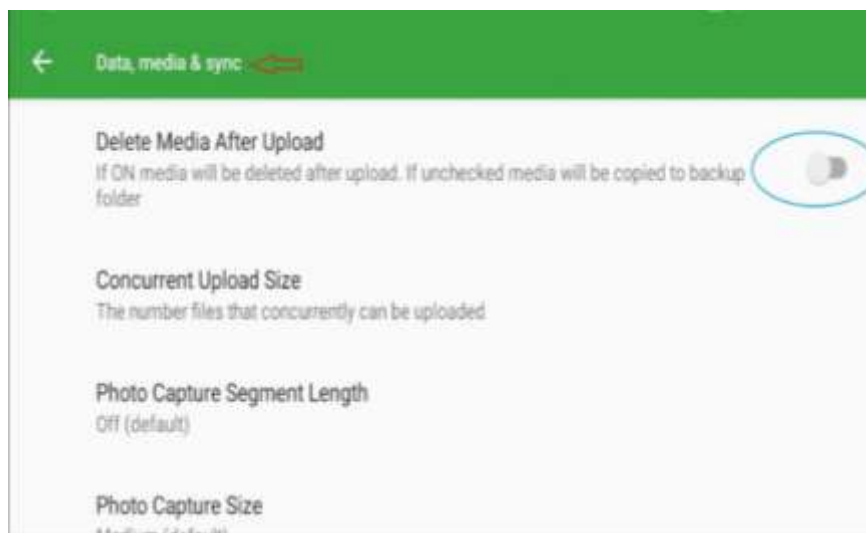
Nota. Aplicativo Roadroid Pro 3.

Para garantizar que todos los datos recopilados se conservan en la memoria, la opción "Delete media after Upload" debe estar desactivada al hacer clic en "Data, Media & Locale"

Antes de la operación para después cargarlos en el sistema. Además, activa la opción "Cargar sólo si hay Wi-Fi disponible" digitado en inglés, para cargar los datos recogidos a través de Wi-Fi, ya que no es aconsejable utilizar datos móviles. Dejar los demás ajustes por defecto.

Figura 20

Cancelando la opción de borrar una vez termine la recopilación de datos



Nota. Aplicativo Roadroid Pro 3.

A continuación, elija la función "Device and Vehicle" en la opción "Vehicle Type" y seleccione la clase de vehículo utilizado (pequeño, mediano, grande o definido por el usuario).

Para la recolección de valores se usó un vehículo Toyota, modelo Hilux, que se clasifica como coche grande en función de sus especificaciones o atributos del vehículo.

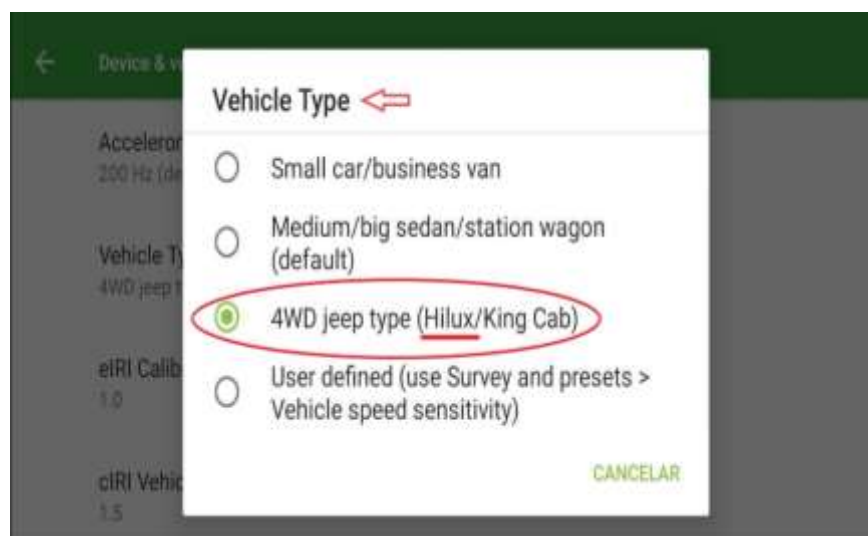
Por último, las demás opciones restantes se seleccionan por defecto y se

modifican en función de las características del coche, la velocidad, la longitud, la ubicación.

También se consideran las características o especificaciones de la carretera por la que se circula y sobre la que se desea diagnosticar la homogeneidad de la regularidad de la carpeta asfáltica.

Figura 21

Configuración del tipo de vehículo a usar



Nota. Aplicativo Roadroid Pro 3.

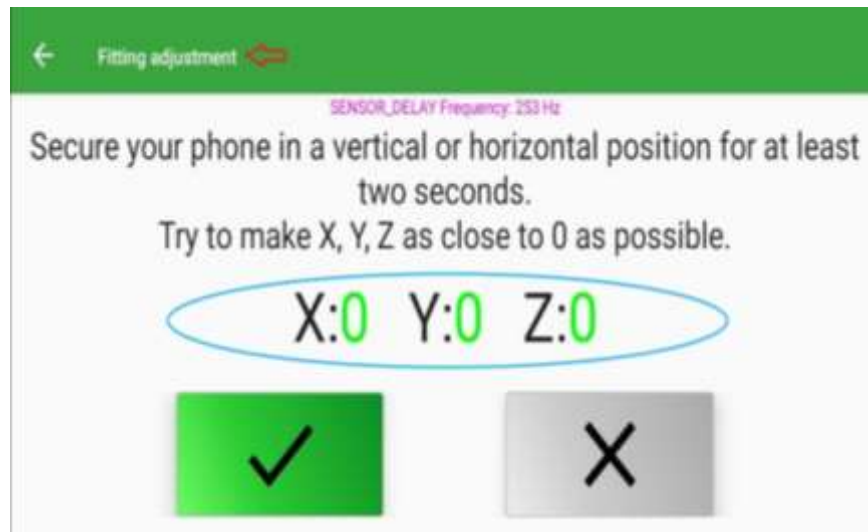
La parte más crucial es calibrar el equipo de forma tridimensional ya que de esta forma se garantiza la correcta toma de datos.

El smartphone viene equipado con sensores lo que ayuda al proceso de recolección de datos.

Teniendo las coordenadas “X, Y, Z” el aplicativo te solicita que lo sitúes en una posición en la que estos tres (eje “X”, eje “Y”, eje “Z”) registren o se acerquen lo más posible a “0”.

Figura 22

Calibración del equipo para la correcta toma de datos



Nota. Aplicativo Roadroid Pro 3.

Una vez cumplido todos estos pasos, se elige el botón de cámara en el aplicativo y después se selecciona empezar, teniendo en consideración que el vehículo usado ya debería contar con una velocidad mínima de 20 km/h, debido a esto, el tesista recomienda iniciar unos 100 o 150 metros antes de llegar a la zona por evaluar.

Figura 23

Recopilación de datos por el aplicativo



3.7.2.2. Carga de datos recogidos al Sistema Roadroid

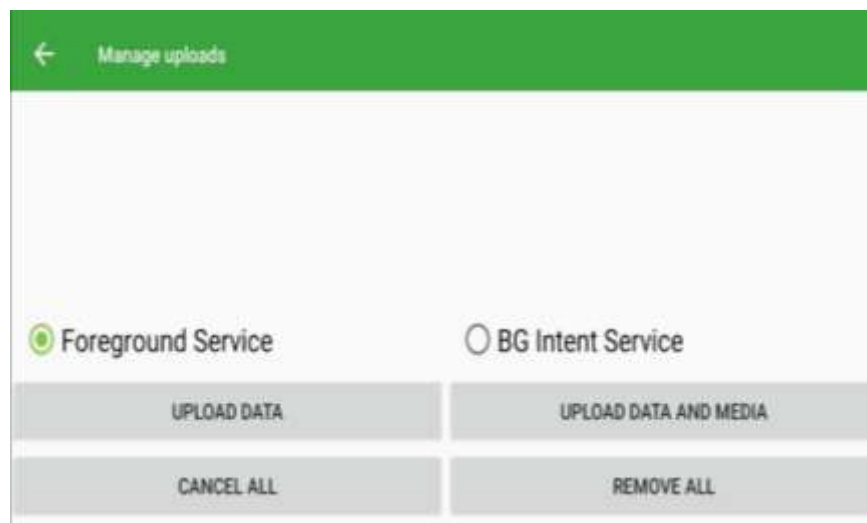
Para subir los datos adquiridos sobre el terreno, es aconsejable disponer de una conexión a Internet Wi-Fi, que es la opción más recomendada, o de datos móviles de 3G a 4G, en función de la configuración inicial. Esto se debe a que todos los datos se habrán almacenado en la memoria interna del smartphone.

Establecida ya la conexión con éxito, se debe dirigir a la zona de "Menú" y elige la opción "Gestionar subidas". A continuación, se le pedirá que elija las opciones de carga que desea ejecutar.

Además, es necesario supervisar la transferencia de archivos para asegurarse de que no se producen fallos o interrupciones durante la subida. Los ficheros deben estar en formato (KB).

Figura 24

Subida de datos al sistema



Nota. Aplicativo Roadroid Pro 3.

3.7.2.3. Visualización de Datos Recogidos en el Mapa Virtual

Es necesario que introduzca sus datos de usuario en el sistema para poder ver los valores en el mapa virtual.

Tras la carga correcta de los datos, los datos cargados serán visibles en un plazo de quince a veinte minutos.

Para ver los puntos obtenidos de la evaluación, debe elegir la opción "Punto de rugosidad" en el menú "Gestionar capas del mapa". La opción "Establecer periodo de tiempo" permite visualizar el intervalo de fechas concreto durante el cual se ha realizado el diagnóstico del firme, comenzando el día del diagnóstico y concluyendo en la fecha de finalización. Al elegir "Crear informes", se tiene la posibilidad de delinear un polígono que represente la región específica que requiere cálculo. Para completar el polígono, basta con hacer clic dos veces en el mismo botón, asegurándose de que la región indicada cambia de color a naranja. A continuación, elija la opción "Calcular" para obtener el % in situ. Esto mostrará los porcentajes de las cuatro categorías distintas de grados de rugosidad, junto con el eIRI medio.

Figura 25

Visualización del mapa por la pagina web del aplicativo



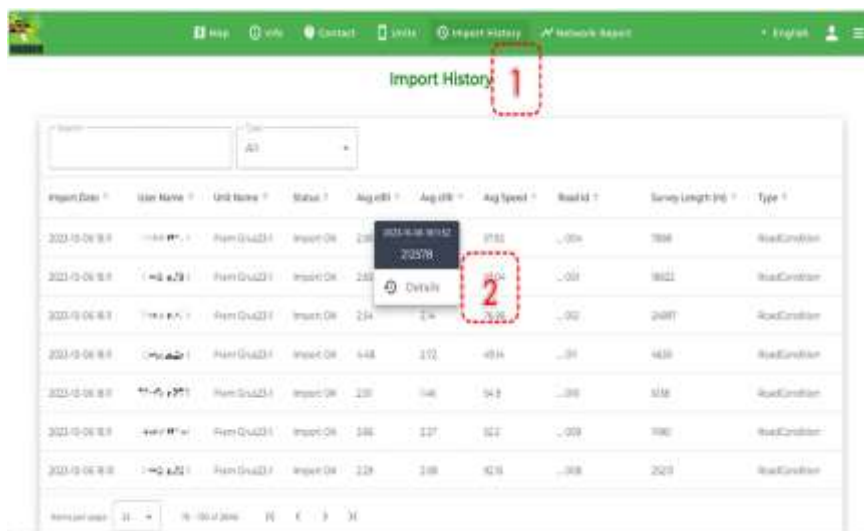
Nota. Roadroid.com.

3.7.2.4. Descarga de los Archivos y Datos

Para descargar todos los valores determinados en el sistema Roadroid a nuestro equipo, es necesario dar clic en "Importar historial" y, seguidamente, seleccionar "Detalles".

Figura 26

Pasos para la descarga de datos a nuestro equipo



Nota. Roadroid User Guide.

Arc/Info y ArcGIS son dos instancias de software de Sistemas de Información Geográfica que pueden utilizarse para importar datos en formato "Shape file".

Al hacer clic se abrirá una ventana en la que podremos importar los datos. Finalmente, la opción "Generate" nos permite descargar los archivos recopilados en formato .TXT, que es el formato que utilizamos para exportar los datos a una hoja Excel.

Dentro de la descarga, podrá elegir la cantidad deseada de metros para evaluar e importar.

3.7.2.6. Formato en Excel Brindado por el Aplicativo para el Procesamiento de Datos

Para adquirir y validar los resultados de la uniformidad de la superficie del pavimento en la vía Lampa - Vilavila, se utilizó los criterios siguientes:

- Extraído de la tabla de obtención de datos de su dispositivo Roadroid.
- Esta tabla presenta los datos de cabecera proporcionados por Roadroid en el formato obtenido de su sistema, que está en inglés.

Figura 29

Formato de Recopilación de datos Roadroid

Date Time	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	Grade (%)	eIRI	cIRI	RoadId

Nota. Formato de tabla brindado por Roadroid.

Dónde:

- **Fecha Hora:** Se refiere a la información temporal (que incluye tanto la fecha como la hora del viaje).
- **Latitud:** Se refiere a las coordenadas geográficas que se representa desde el hemisferio norte (+) al hemisferio sur (-) del ecuador. En español, "latitude" se denomina "latitud".
- **Distancia:** Se refiere a la longitud, medida en metros, que recorre un determinado tramo de una vía.
- **Velocidad:** Se refiere a la velocidad a la que se desplaza el vehículo por la carretera, medida en kilómetros por hora.
- **Altitud:** se refiere a la medida vertical de la distancia entre la superficie terrestre y un determinado punto sobre el nivel del mar, normalmente

expresada en (msnm).

- **Medición:** Son los ángulos detectados por el smartphone cuando el coche circula por la vía.
- **eIRI:** El índice internacional de rugosidad proporciona la indicación más precisa de la uniformidad de la superficie del pavimento.
- **El índice internacional de rugosidad (IRI)** se calcula utilizando la fórmula del modelo de cuarto del vehículo.
- **RoadId:** Este indica el nombre de la carretera o autopista por la cual se va a transitar.

3.7.3. Procedimiento Para El Desarrollo De La Investigación Por El

Método Roughometer III

El desarrollo para la recopilación de valores en el aparato Rugosímetro Clase III. Cuenta con pasos preliminares desde su instalación en el vehículo hasta la correlación que se usará en gabinete para determinar su valor final.

La recolección de datos por lo general solo se considera el tiempo en el que el vehículo inicia y termina el recorrido registrando de esta manera todos los datos en el desarrollo. No obstante, este proyecto registrará el tiempo usado en todo momento, desde que se instala el dispositivo, hasta que se obtiene el IRI_c o IRI característico.

3.7.3.1. Recolección De Datos Con El Equipo Roughometer III

Este método implica el uso del dispositivo mencionado, junto con una movilidad que permita llevar y acoplar el dispositivo en él mientras se registran los datos. Se necesita la asistencia de dos personas, un conductor con sus cinco sentidos puestos en la conducción, un ingeniero supervisor responsable del correcto manejo y control del dispositivo, un interesado, dispuesto a operar el

equipo. La última persona debe además acoplar la herramienta de manera correcta bajo la supervisión del ingeniero encargado, en el vehículo.

Figura 30

Acoplamiento del sensor al eje trasero del vehículo



En la ilustración se puede apreciar al sensor acoplado en el eje trasero del vehículo. Es pertinente que este esté fuertemente asegurado para evitar daños al equipo y también al vehículo, ya que, si el equipo sufre golpes o caídas, los datos recopilados perderán credibilidad.

Figura 31

Instalación del DMI en la rueda trasera

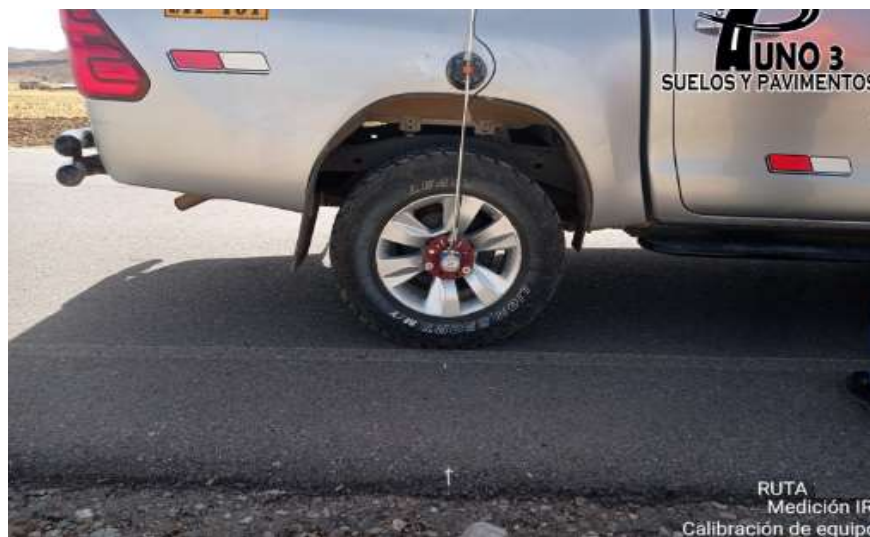


Nota. Acoplamiento del DMI en el mismo extremo del vehículo donde se encuentra el sensor.

Este procedimiento debe realizarse con sumo cuidado y siempre bajo la supervisión de un ingeniero capacitado que controle la situación a través de su dirección, ya que la mala instalación del DMI, que va conectado al módulo de Interface, este va dentro del vehículo junto y conectado también con el GPS. La vitalidad de este procedimiento no es menos ya que de este depende la correcta recolección de datos, si la colocación de este es correcta, garantiza la obtención de datos verídicos y manejables en mesa.

Figura 32

Correcto acoplamiento de las partes del Roughometer III



La imagen mostrada ilustra como se debe ver un correcto acoplo del sensor DMI, que provienen de las siglas en ingles “Distance Measurement Instrument”, que traducido al español significa Instrumento de medición de distancia.

Este es el aparato encargado en medir y registrar la distancia de la carretera o el tramo que se evalúa.

Figura 33**Montaje del cojinete dentro del vehículo**

Una vez instalado todo lo externo como lo son el sensor DMI y el sensor en el eje trasero del vehículo. se procede a la instalación interna, que viene a la fijación del cojinete de varilla de soporte DMI al vehículo grande modelo Toyota "Hilux".

Aquí es donde se recopilará toda la información obtenida por sus partes ya expuestas, este reunirá desde la distancia recorrida, registrada por el sensor Distance Measurement Instrument, el movimiento de la rueda en el pavimento lo que determinará eventualmente el IRI por el sensor acoplado en el eje posterior del vehículo, el GPS que determinará la longitud, latitud y altitud de la carretera sometida a evaluación.

Culminando así con el acoplamiento al vehículo del hardware del equipo evaluado.

Figura 34**Medición IRI por el equipo Roughometer III**

Finalmente se maneja el control del Roughometer III donde el operario tiene la labor de registrar cualquier tipo de evento que se encuentre en el camino y más adelante en el trabajo de cálculo, poder saber de dónde vienen ciertos valores, también tiene la función de verificar que el equipo esté funcionando de manera correcta y que este registrando los valores de la vía.

En el control del rugosímetro clase III contamos con 5 botones, los cuales representan lo siguiente:

- “Esc” que es usado para salir de la configuración.
- “Yes” que se usa para confirmar ciertos registros en el aparato.
- “Star/Stop” que sirve para dar comienzo y finalizar con el registro de datos.
- “A” este señala al lado izquierdo lo que representa la medición del lado izquierdo de la carretera.
- “B” este señala al lado derecho lo que representa la medición del lado derecho de la carretera.

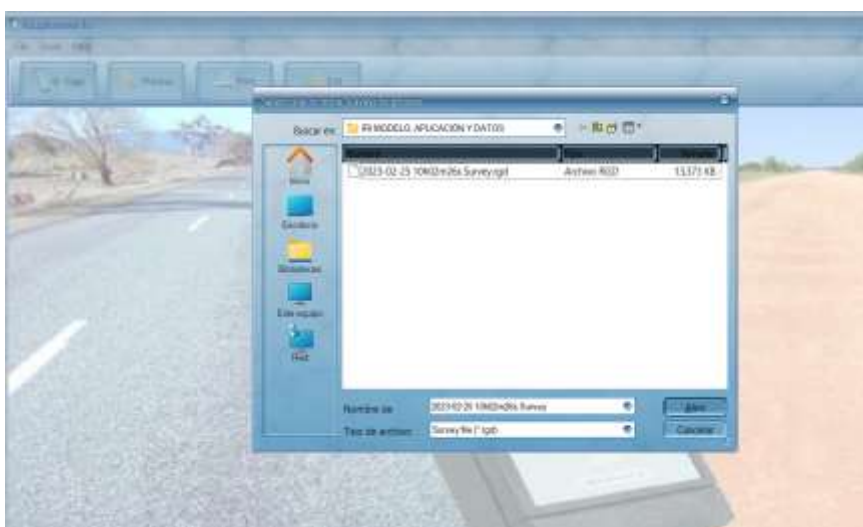
Figura 35
Ventana de inicio del programa del equipo



Nota. Software del equipo Roughometer III.

La ilustración número 35 permite observar la pantalla de inicio del aplicativo Roughometer III, donde se aprecia las diferentes funciones como el agregado de datos. Para poder transferir los datos del aplicativo a un computador, este debe estar conectado por un cable adaptador, y estos datos se transportarán en formato “.rgd”.

Figura 36
Elección del archivo pertinente ya descargado al sistema



Nota. Software del equipo Roughometer III.

A continuación, abrimos el archivo que concierne al software de Roughometer III y esperamos el proceso de carga, que suele tardar de acuerdo a la cantidad de valores registrados, lo que quiere decir que el tiempo de subida de valores se relacionará con la cantidad de valores registrados, así como la distancia del tramo evaluado.

Figura 37

Reporte del sondeo por el software del dispositivo

Section	RdDist	TotDist	Excell	Good	Fair	Poor	Bad Events
	[+]	[+]	[+]	[+]	[+]	[+]	[+]
1	0.100	0.100		K			UnderSpeed x 1
1	0.200	0.200		K			UnderSpeed x 1
1	0.300	0.300		E			UnderSpeed x 1
1	0.400	0.400		K			Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventA1:EventB1
1	0.500	0.500			E		
1	0.600	0.600			K		UnderSpeed x 1
1	0.700	0.700		K			UnderSpeed x 1
1	0.800	0.800		E			Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventA1
1	0.900	0.900			E		UnderSpeed x 1
1	0.943	0.943		K			Stopped x 1:UnderSpeed x 1:EventA2

Average Value:

Legend:

- Excell: Below 2.0
- Good: From 2.0 to 4.0
- Fair: From 4.0 to 6.0
- Poor: From 6.0 to 10.0
- Bad: Above 10.0

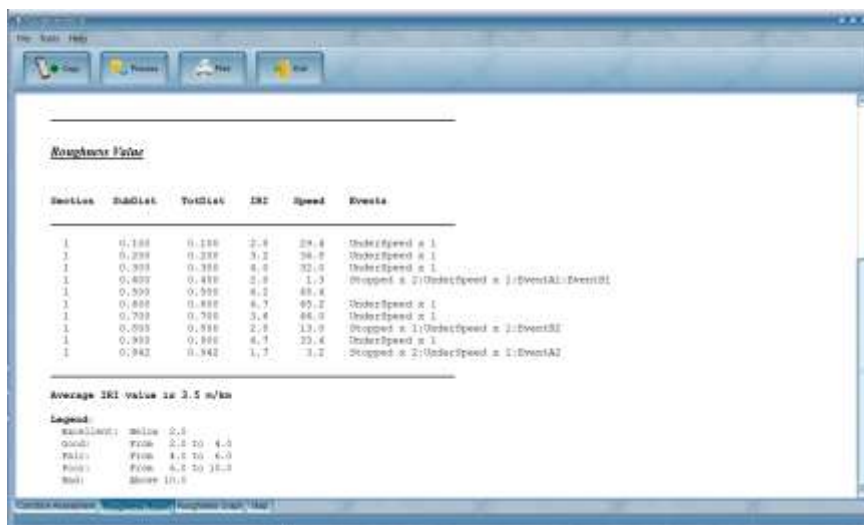
Nota. Software del equipo Roughometer III.

Una vez cargado los datos, se pueden visualizar el estado de la vía o “Road Condition”.

Además, es posible visualizar también el valor IRI Característico, los valores IRI para cada 100 metros de acuerdo a la progresiva, todos los “eventos” que pueden ser desde subidas o bajadas críticas de velocidad, hasta curvas o badenes registrados a través del control del Rugosímetro clase III y por último su valoración de la condición de la carretera conforme a sus valores estandarizados.

Figura 38

Evaluación del sondeo por el software del dispositivo



Nota. Software del equipo Roughometer III.

En la Hoja 2 que tiene por nombre "Roughness Report" que traducido al español significa "Informe de Rugosidad", podemos observar la valoración IRI de todo el tramo evaluado a través del equipo Roughometer III. Así como la velocidad media del vehículo cada 100 metros.

Figura 39

Visualización de la ilustración de Rugosidad



Nota. Software del equipo Roughometer III.

A través de la Hoja 3, podemos visualizar el Gráfico de Rugosidad, que anota los valores y muestra la dispersión de valores hallados, así como el estándar de IRI que maneja y si estos llegan o se sobrepasan de lo normado.

Figura 40

Visualización del tramo recorrido registrado por el GPS del dispositivo



Nota. Software del equipo Roughometer III.

En la última hoja dada por el software del Roughometer III, tenemos los registros por el sensor IDM, que son la ubicación GPS y lo que esta representa como la longitud, latitud y distancia y el control brindando los eventos registrados.

Una vez visualizado los datos y el IRI Característico en el software propio del aplicativo, pasamos los valores a una tabla Excel para que tengan compartan el mismo sistema con los datos registrados anteriormente por los otros dispositivos evaluados en esta tesis.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación De Resultados De La Investigación

En este actual proyecto, hemos usado varios dispositivos y métodos para determinar una misma condición en un mismo pavimento. La finalidad de estas pruebas fue obtener datos verídicos y concisos para poder determinar, clasificar la viabilidad y efectividad de los métodos usados en el espécimen evaluado.

4.2. Contraste De Datos IRI Por Los Métodos No Destructivos Y El Aplicativo Roadroid

4.2.1. Resultados hallados mediante el Rugosímetro de Merlín

Los valores IRI hallados a través de este método, deberían llegar a ser los más precisos de esta evaluación, puesto que la herramienta utilizada está registrada por el banco mundial como una de las más exactas.

Los datos recogidos en el desarrollo del trabajo en campo del análisis del Índice de Regularidad del pavimento se analizan seguidamente.

Tabla 7

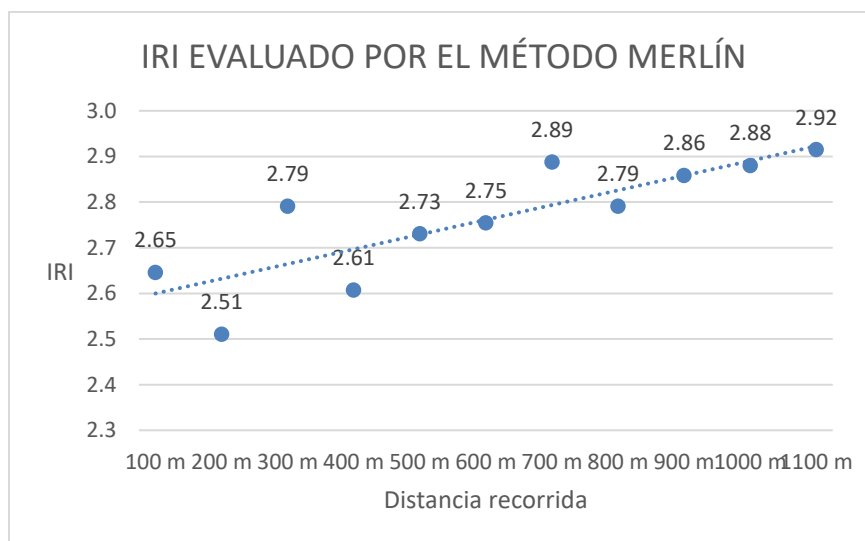
Condición superficial del pavimento hallado con Rugosímetro de Merlín

N°	PROGRESIVAS		IRI	ESTADO
1	91+300	91+400	2.65	BUENO
2	91+400	91+500	2.51	BUENO
3	91+500	91+600	2.79	BUENO
4	91+600	91+700	2.61	BUENO
5	91+700	91+800	2.73	BUENO
6	91+800	91+900	2.75	BUENO
7	91+900	92+000	2.89	REGULAR
8	92+000	92+100	2.79	BUENO
9	92+100	92+200	2.86	REGULAR
10	92+200	92+300	2.88	REGULAR
11	92+300	92+400	2.92	REGULAR
PROMEDIO			2.76	BUENO

En la determinación del cálculo IRI por el instrumento de Bicicleta de Merlín fue necesario recolectar 100 metros más de datos debido al porcentaje que se menosprecia (10%) en el desarrollo del método.

Figura 41

IRI evaluado por la Bicicleta de Merlín



Con los datos ya refinados, el promedio de los valores hallados con el dispositivo de Merlín de este tramo fue de 2.762 y basándose con la escala de valores de medición de la Rugosidad según el MTC es considerado un IRI de condición “Buena”.

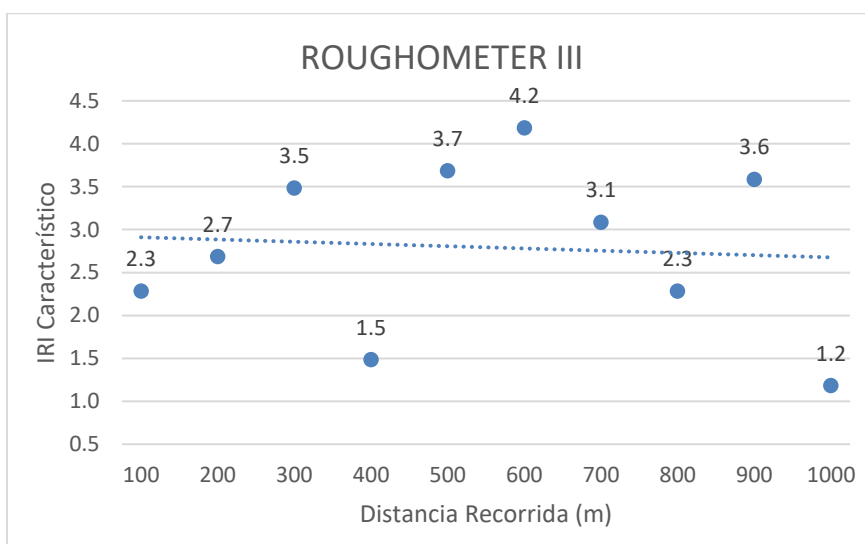
4.2.2. Resultados obtenidos a través del Roughometer III

Los datos recopilados a través de este dispositivo clase 3 tuvieron que pasar por una correlación antes de poder presentarse como valor IRI.

Los resúmenes de Rugosidad Promedio por el equipo Roughometer III, versión 3.0.1.0 – ARRB Group Ltd. Han sido tomados del “Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial Pro Región Puno – Paquete 03: PE -3SQ”

Figura 42

IRI evaluado por el Roughometer III



Luego de ser pasados por el software del Roughometer clase III y correlacionar sus valores en formato IRI, estos aún tienen que ser multiplicados por su desviación estándar. Así finalmente obtenemos el valor IRI Característico y podemos medirlos en escalas ya establecidas.

Tabla 8

Cálculo del IRI Característico

CÁLCULO DEL IRI CARACTERÍSTICO POR KILOMETRO - PROMEDIO IDA							
PROGRESIVA		CADA 100 (m)	VALOR (100 m)	PROMEDIO	V. CORREG.	DESVIACIÓN	POR (KM)
INICIO	FINAL	HUELLA IDA.	IRIc	IRIc	IRIc	ESTÁNDAR	IRIc
91+300	91+400	100.00	2.8		2.3		
91+400	91+500	100.00	3.2		2.7		
91+500	91+600	100.00	4.0		3.5		
91+600	91+700	100.00	2.0		1.5		
91+700	91+800	100.00	4.2		3.7		
91+800	91+900	100.00	4.7		4.2		
91+900	92+000	100.00	3.6		3.1		
92+000	92+100	100.00	2.8		2.3		
92+100	92+200	100.00	4.1		3.6		
92+200	92+300	100.00	1.7	3.31	1.2	0.986	2.793

Una vez hallados los dos promedios de IRI del tramo evaluado y haber multiplicado estos por su desviación estándar, se procederá a multiplicar el promedio por el factor de correlación del dispositivo.

Tabla 9

Cálculo Final del IRI Característico

CÁLCULO DEL IRI CARACTERÍSTICO CADA KILOMETRO						
PROG. INICIAL	PROG. FINAL	LONGITUD (m)	IRI CARACTERÍSTICO C. IDA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	IRI CARACTERÍSTICO FINAL	
91+300	92+300	1,000	3.31	0.986	2.793	

El IRI se separa por tamos de 100m.

Y sacamos un promedio del tramo total de 1,000 metros, con valores de:

IRIc Promedio (m/km): 3.3

IRIc Máximo (m/km): 4.7

IRIc Mínimo (m/km): 1.7

Desviación Estándar: 1.0

$$Ic = I_p + Tr$$

$$Ic = 2.793$$

Donde:

Ic: IRI Característico

$t=0.524$: Factor de correlación (Significa que el 70% del pavimento experimentará una rugosidad igual o menor.

Con todos los datos ya correlacionados y con nuestro IRI ya determinado, podemos ser más precisos con los valores obtenidos. Teniendo como IRI CARACTERÍSTICO FINAL de los 1000 metros evaluados, un valor de 2.793 que acorde con la escala de valores de medición de la Rugosidad según el MTC es considerado un IRI de condición "Buena".

4.2.3. Resultados Obtenidos a través del aplicativo Roadroid Pro 3

Los datos obtenidos a través del aplicativo Roadroid Pro 3 fueron los más rápidos en conseguir, ya que la recopilación de datos no alcanzo ni la hora cronológica, la subida de datos al sistema tampoco tomo mucho tiempo y los datos listos en la web de la página ya estaban disponibles en menos de dos horas después.

La descarga a Excel de los datos en la web fue más rápida que la recopilación de datos en campo. Una vez teniendo los datos en el equipo propio, estos no necesitan ningún tipo de correlación, los valores IRI determinados por este son los efectivos.

Tabla 10

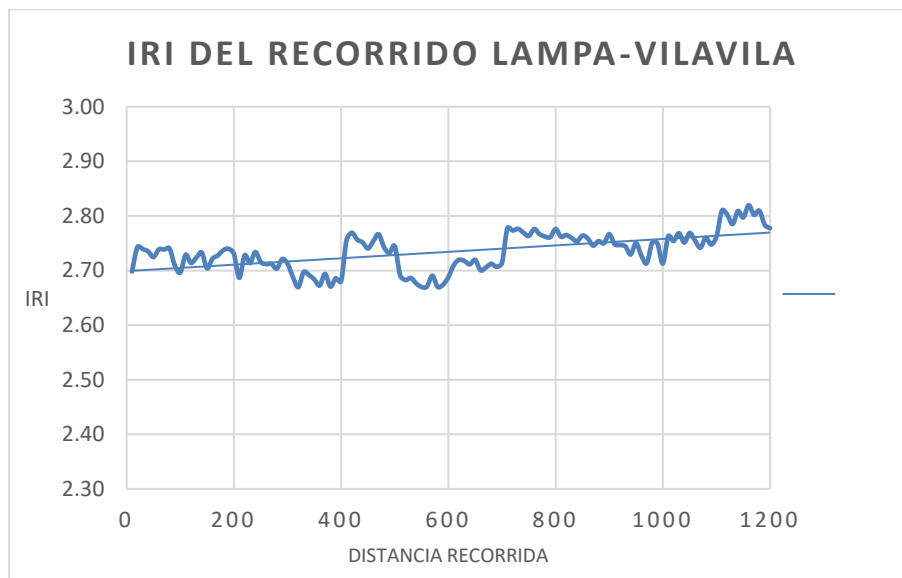
Valores IRI en promedios de 10 metros recopilados por Roadroid

N°	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	eIRI	cIRI	RoadId
77	30/11/23-12:40	-15.310308	-70.432143	770	44.05	3895.00	2.76	3.69	Lampa_Vilavila
78	30/11/23-12:40	-15.309990	-70.433010	780	39.74	3894.80	2.77	3.49	Lampa_Vilavila
79	30/11/23-12:40	-15.309688	-70.433892	790	38.22	3895.80	2.77	3.61	Lampa_Vilavila
80	30/11/23-12:40	-15.309362	-70.434757	800	49.34	3895.50	2.76	2.98	Lampa_Vilavila
81	30/11/23-12:41	-15.309016	-70.435612	810	38.46	3895.70	2.77	3.38	Lampa_Vilavila
82	30/11/23-12:41	-15.308800	-70.436509	820	36.50	3896.50	2.78	1.85	Lampa_Vilavila
83	30/11/23-12:41	-15.308658	-70.437432	830	44.37	3896.90	2.76	1.88	Lampa_Vilavila
84	30/11/23-12:41	-15.308351	-70.438303	840	42.46	3898.70	2.74	3.06	Lampa_Vilavila
85	30/11/23-12:41	-15.307813	-70.439045	850	49.12	3898.90	2.77	2.71	Lampa_Vilavila
86	30/11/23-12:42	-15.307379	-70.439852	860	39.37	3899.80	2.78	3.87	Lampa_Vilavila
87	30/11/23-12:42	-15.306950	-70.440660	870	43.08	3900.30	2.76	4.04	Lampa_Vilavila

Los datos hallados rectifican la hipótesis principal que anticipó una concordancia en los valores con los otros métodos no destructivos ya que este presenta una media cercana y casi homogénea con los otros valores hallados por los demás dispositivos.

Figura 43

IRI evaluado por el aplicativo Roadroid Pro 3



Los valores una vez en las hojas de cálculo Excel no necesitaron ningún tipo de correlación para determinar su valor final, obteniéndose de esta manera un valor eIRI final de 2.739 lo que en escala de valores de medición de la Rugosidad del MTC representa a una vía pavimenta en estado “BUENA”.

4.3. Cálculo Del Índice De Rugosidad Internacional De La Vía Lampa-Vilavila Por Los Métodos Evaluados

El cálculo del valor IRI por los métodos y equipos evaluados muestra concordancia en sus resultados. Estos resultados muestran complicidad en estos métodos y demuestran su eficacia al momento de tomar valores de rugosidad de carreteras. La tabla presenta los valores adquiridos en la medición de la rugosidad cada 100 metros, además de sus progresivas y sus promedios respectivos:

Tabla 11

Índice de Rugosidad Internacional obtenido por los métodos no destructivos

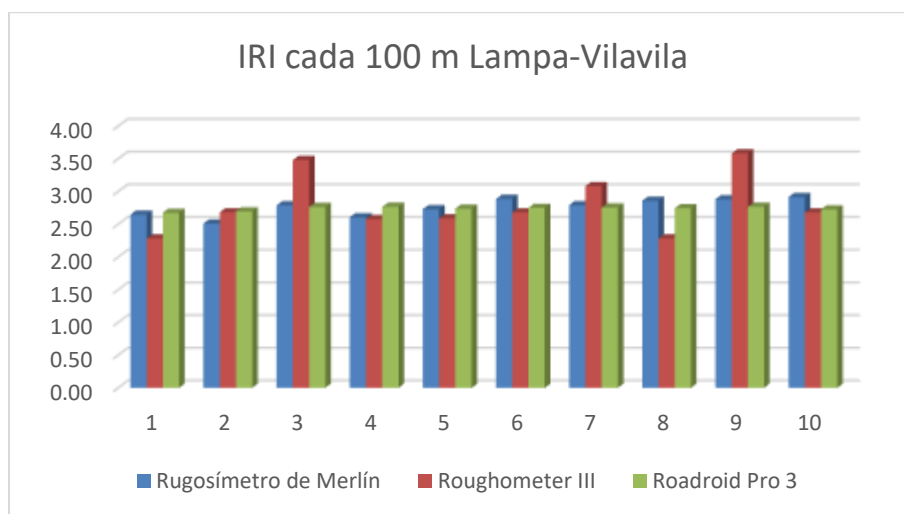
N°	PROGRESIVAS		RECORRIDO (m)	IRI (m/km)		
	DESDE	HASTA		Rugosímetro	Roughometer	Roadroid
				Merlín	III	Pro 3
1	91+300	91+400	100	2.646	2.28	2.67
2	91+400	91+500	200	2.510	2.68	2.70
3	91+500	91+600	300	2.791	3.48	2.76
4	91+600	91+700	400	2.607	2.68	2.77
5	91+700	91+800	500	2.731	3.68	2.74
6	91+800	91+900	600	2.888	4.18	2.75
7	91+900	92+000	700	2.791	3.08	2.76
8	92+000	92+100	800	2.858	2.28	2.75
9	92+100	92+200	900	2.881	3.58	2.77
10	92+200	92+300	1000	2.915	2.68	2.73
	91+300	92+300	1000	2.762	2.793	2.739

El Índice de Rugosidad Internacional a cada 100 metros será representado por la figura número 44, donde se deja visualizar la variación de valores por cada método evaluado, mostrando que tanto varía un valor de otro concerniente a los equipos usados.

Esta gráfica permite contrastar los valores hallados y posibilita a la pronta idea de la refutación de la hipótesis inicial en la que se pronosticaba similitud en los valores determinados por los métodos no destructivos convencionales ante un equipo automatizado.

Figura 44

IRI a cada 100 metros evaluado por los 3 equipos



En relación con los valores hallados en la investigación, se puede decir:

El IRI determinado por el equipo de Merlín se encuentra conforme a la escala de valores del MTC entre 0 – 2.8, con un valor promedio de 2.762. Lo que se considera un estado BUENO de acuerdo a lo normado.

El Índice de Regularidad Internacional determinado por el equipo denominado Roughometer III se encuentra según la escala de valores del MTC entre 0 – 2.8, con un valor promedio de 2.793. Lo que se considera un estado BUENO conforme a lo establecido.

El Índice de Regularidad Internacional determinado por el aplicativo Roadroid Pro 3 se encuentra conforme a la escala de valores del MTC entre 0 – 2.8, con un valor promedio de 2.739. Lo que se considera un estado BUENO conforme a lo establecido.

Con estos valores se tiene un promedio del Índice de Rugosidad de los 3 equipos y/o métodos utilizados de 2.744 lo que también se considera como condición "BUENA" de la vía Lampa-Vilavila tramo 91+300 – 92+300.

4.4. Determinación Del Desempeño

El dispositivo Roadroid Pro 3 conlleva con una reducción en el costo de la medición y evaluación de la regularidad del pavimento debido a que el dispositivo en contraste con los demás equipos evaluados fue el que resultó más económico.

4.4.1. Costos de los equipos evaluados

4.4.1.1. Rugosímetro de Merlín

Mientras que a esta investigación el dispositivo tuvo un costo de 0.50 céntimos de sol por metro y habiéndose evaluado una distancia total de 1.2. km, el precio final resultó en 600 soles.

Este costo se eleva si al momento de finalizar la evaluación del Índice Rugosidad Internacional, el equipo presenta algún daño en su estructura causado por el mal manejo de este. Para proyectos más grandes es necesario comprarlo mas no alquilarlo puesto que presentaría más gastos, pero a la larga resultaría más económico.

4.4.1.2. Roughometer III

Este dispositivo tiene el valor más alto de esta investigación, puesto que no solo presenta su costo propio, sino que también por ser utilizado necesita un reporte de aprobación de calibración, lo que suma un costo más al final del precio, como también si se desea, el costo agregado de dos operarios, uno para la instalación del equipo y otro encargado de la conducción del vehículo.

Su precio de alquiler por día alcanza los 650 soles.

4.4.1.3. Roadroid Pro 3

Roadroid es un servicio de suscripción, se necesita una cuenta de pago para utilizar el servicio.

En algunas ocasiones la empresa concede licencias de investigación gratuitas, pero cuentan con un cupo limitado y este puede ser operado únicamente para fines de investigación mas no con fines comerciales y/o lucrativos a menos que sea informado y autorizado por Roadroid.

La licencia de este dispositivo en contraste con los demás equipos utilizados en la evaluación presenta una mejora ampliamente significativa llegando a ser menos del 1% de los costos de los otros métodos.

El valor de la suscripción a la aplicación Roadroid Pro 3 es de 5.12 soles al día.

4.4.2. Duración

4.4.2.1. Rugosímetro de Merlín

Tabla 12

Cronograma de planificación de actividades con el Rugosímetro de Merlín

PROGRAMACIÓN	DURACIÓN	INICIO	FIN
Programación de la evaluación y operatividad del equipo rugosímetro de merlín	3 DÍAS	30/11/2023	02/12/2023
Trabajo preliminar técnico, desarrollo del contrato	1 DÍA	30/11/2023-09:25:00	30/11/2023-9:50:00
Calibración y acoplamiento del equipo rugosímetro de merlín	1 DÍA	30/11/2023-11:00:00	30/11/2023-11:15:00
Determinación del IRI de la vía lampa-Vilavila	1 DÍA	30/11/2023-11:16:00	30/11/2023-12:05:00
Desarrollo en gabinete de los datos obtenidos in situ durante la medición	1 DÍA	02/12/2023-10:00:00	02/12/2023-14:00:00

4.4.2.2. Roughometer III

Tabla 13

Cronograma de planificación de actividades con el equipo Roughometer

III

PROGRAMACIÓN	DURACIÓN	INICIO	FIN
Programación de la evaluación y operatividad del equipo Roughometer III	3 DÍAS	24/05/2023	26/05/2023
Avance preliminar técnico, desarrollo del contrato	1 DÍA	24/05/2023- -16:00:00	24/05/2023- 17:30:00
Calibración y acoplamiento del equipo Roughometer III	1 DÍA	25/05/2023 -09:25:00	25/05/2023- 09:58:00
Determinación del IRI de la vía lampa-Vilavila	1 DÍA	25/05/2023 -10:06:00	25/05/2023- 10:30:00
Desarrollo en gabinete de los datos obtenidos in situ durante la medición	1 DÍA	26/05/2023 -14:00:00	26/05/2023- 17:00:00

4.4.2.3. Roadroid Pro

Tabla 14

Cronograma de planificación de actividades con el equipo Roadroid Pro 3

PROGRAMACIÓN	DURACIÓN	INICIO	FIN
Programación de la evaluación y operatividad del aplicativo Roadroid pro 3	2 DÍAS	30/11/2023	01/12/2023
Trabajo preliminar técnico, desarrollo del contrato	1 DÍA	30/11/2023- 08:00:00	30/11/2023- 08:20:00
Calibración y acoplamiento del	1 DÍA	30/11/2023-	30/11/2023-

aplicativo Roadroid pro 3		12:19:00	12:27:00
Determinación del iri de la vía lampa-Vilavila	1 DÍA	30/11/2023- 12:29:00	30/11/2023- 12:48:00
Desarrollo en gabinete de los datos obtenidos in situ durante la medición	1 DÍA	01/12/2023- 08:00:00	01/12/2023- 11:00:00

4.4.3. Impacto Ambiental

El impacto medioambiental de utilizar un instrumento de medición más eficaz es evidente en la reducción del polvo producido por los baches. Con un equipo eficaz de medición de la rugosidad, estos problemas pueden identificarse y rectificarse rápidamente, lo que supone un ahorro de combustible, un menor desgaste de los neumáticos y una reducción de la contaminación acústica y por gases.

La presente investigación llevo a cabo sus estudios respetando lo máximo posible el medio ambiente, tratando de minimizar su impacto en toda actividad realizada. Determinando así que el dispositivo Roadroid Pro 3 implica un gran factor de bienestar ambiental a la hora de su toma de datos, pues genera menos gases contaminantes debido a su desarrollo de datos más rápidos, los datos obtenidos no requieren una rectificación y por eso alcanza con solo una recopilación de datos por tramo.

4.5. Confiabilidad Del Método Automatizado

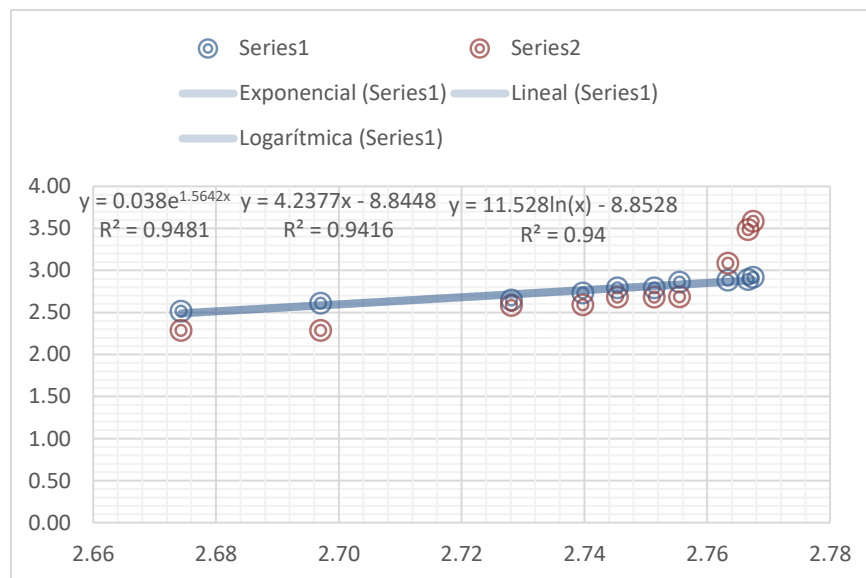
Para evaluar la fiabilidad de la técnica automatizada, se realiza un cálculo de los valores mediante la correlación de Pearson.

La figura 45 ilustra un diagrama de dispersión destinado a establecer una ecuación de correlación que vincule el IRI del aplicativo Roadroid con el IRI del

Rugosímetro Merlín, además del IRI del Roughness Tester III con el IRI de la Bicicleta de Merlín. Según el Banco Mundial, este último se considera el método más preciso evaluado en esta investigación, lo que facilita la obtención del IRI en unidades MERLIN para la carretera examinada.

Figura 45

Gráfico de dispersión



De la figura 45, se obtuvo 3 ecuaciones de la regresión lineal, las cuales son:

- Regresión Lineal $y = 4.2377x - 8.8448$
- Regresión Exponencial $y = 0.038e^{1.5642x}$
- Regresión Logarítmica $y = 11.528\ln(x) - 8.88528$

Luego procedemos a determinar el porcentaje de similitud entre el eIRI, el IRI Característico y el IRI. Demostrando que los valores hallados por el aplicativo Roadroid Pro 3 están relevantemente cerca de los valores IRI reales del pavimento flexible de la vía Lampa-Vilavila.

Tabla 15

Porcentaje de similitud entre el IRI y el eIRI

RUGOSÍMETRO MERLÍN	APLICATIVO ROADROID	% DE SIMILITUD
2.762	2.739	99.17%

Tabla 16

Porcentaje de similitud entre el IRI y el IRI Característico

RUGOSÍMETRO MERLÍN	ROUGHOMETER III	% DE SIMILITUD
2.762	2.973	98.88%

Finalmente, los descubrimientos del porcentaje de similitud demuestran congruencia en los valores obtenidos por los 3 métodos. También rectifica su veracidad y confiabilidad.

Los datos obtenidos por la aplicativo Roadroid Pro 3, el Roughometer III y los del Rugosímetro de Merlín presentan una fuerte correlación positiva, conforme con el coeficiente de correlación Pearson.

Tabla 17

Evaluación estadística entre los valores IRI determinados

EVALUACIÓN ESTADÍSTICA	MÉTODO APLICADO	RESULTADO
CORRELACIÓN PEARSON	ROUGHOMETER III	0.841
	ROADROID PRO 3	0.970



4.6. Evaluación De Resultados

4.6.1. Aportes Del Trabajo De Investigación A La Ingeniería Civil

El presente trabajo apporto datos verosímiles que aportan a nuestra rama de estudio un análisis más completo en cuanto se refiere a un contraste entre no solo uno, si no varios métodos tradicionales ante uno que usa la tecnología actual y que se usa diariamente como lo son los smartphones para la medición de uno de los estándares más requeridos en la evaluación y el mantenimiento de carreteras como lo es el Índice de Rugosidad del Pavimento.

Este proyecto presenta datos e información actualizada y completa, que, en comparación a otros proyectos de investigación similares, agrega la información analizada sobre los tiempos, costes y valoración de cada instrumento aplicado en la evaluación del pavimento.

Así este actual estudio busca la incorporación de la aplicación de nuevos y modernos métodos para la evaluación de un pavimento en futuros proyectos ya no solo académicos, sino que sean en su medida posible de gran envergadura. Dando un paso así hacía la automatización de instrumentos y equipos en la rama de Ingeniería civil.

Teniendo en cuenta que la presente investigación cuenta con objetivos específicos, en este capítulo se realizará la confrontación que corresponden a dichos objetivos.

Analizando uno a uno y exponiendo lo planteado:

- La optimización de la aplicación del método no destructivo Roadroid Pro 3 se encuentra presente en el factor del costo, las membresías por un año no superan los 100 soles, en contraste con otras técnicas que superan los 200 soles por día o horas de alquiler. Otro factor es el uso



porque el investigador está familiarizado con el manejo y análisis del aplicativo. Esto es diferente a otros métodos que solo ofrecen resultados para la interpretación de datos.

- La Bicicleta de Merlín está restringida a determinadas secciones, lo que implica un coste por cada segmento de estudio. Esto contrasta significativamente con el sistema Roadroid, que permite adquirir una suscripción de un año para escanear varios pavimentos en tiempo real y actualizar los datos con la frecuencia necesaria.
- Asimismo, el sistema Roadroid presenta una mayor eficiencia de tiempo en comparación con el rugosímetro Merlín, ya que requiere un periodo de recopilación de datos más corto. El rugosímetro Merlín necesita una duración de trabajo de dos horas para obtener los datos esenciales. La duración del funcionamiento del sistema Roadroid depende de la longitud del segmento o de la distancia evaluada. A diferencia del rugosímetro Merlín, el sistema Roadroid sólo necesita la participación de dos personas para la prueba. Por lo tanto, es vital proporcionar el número exacto de individuos que participarán en la prueba. Tanto la duración del uso del aparato como los gastos relacionados con su utilización son bastante considerables.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La generación de esta conclusión se produjo a causa de los valores hallados de la investigación, se determinó que el Índice de Rugosidad Internacional obtenidos por los diferentes equipos evaluados como el Rugosímetro de Merlín, Roughometer III y Roadroid Pro 3, presentaron valores de 2.762, 2.793, 2.739, de forma respectiva. Los que se encasillan en el primer parámetro de $0 < IRI < 2.8$, concluyendo que, en su escala de medición representa un estado de la carretera "Bueno".

SEGUNDA: Se concluye que la incorporación del sistema Roadroid presenta grandes diferencias en contraste con la aplicación de los dispositivos no destructivos evaluados y en la sociedad es factible en cuanto a, tiempo, pues presenta una reducción de casi 24 horas en relación a equipos como el Rugosímetro de Merlín, dinero, pues su costo anual representa cerca del 100% del costo de únicamente el alquiler del Rugosímetro III, eficiente, porque a diferencia de los otros equipos o formas de medición que toman un desarrollo un tanto más complejo, este es automatizado.

TERCERA: La información procesada de los datos recopilados en el análisis del pavimento muestran resultados del aplicativo para smartphones Roadroid Pro 3 nada alejados a los métodos no destructivos convencionales ya estandarizados porque representan seguridad en sus datos. Estos oscilan entre el 90 y 100 por ciento. Contando con un porcentaje de similitud respecto al equipo más estandarizado de: 99.17%. Lo que representa en una fiabilidad y confianza en sus resultados, siempre y cuando estos datos obtenidos se hayan tomado de manera correcta.



RECOMENDACIONES

PRIMERA: Un punto importante es que el dispositivo presenta una debilidad mayormente en curvas y rompemuelles, donde la baja de la velocidad interrumpe la debida obtención de datos y provoca errores. Se recomienda considerarlo en futuros proyectos relacionados ya que pueden representar un problema a la hora del análisis de datos, obstruyendo así su interpretación de resultados.

SEGUNDA: Debido a que se necesitan más estudios para hallar una correlación de valores IRI en el muestreo cada kilómetro, se recomienda investigar y estudiar la correlación Roadroid con otras herramientas de medición que presenten un grado más alto de precisión, como Hawkeye. Walking Profilometer, entre otros equipos clase I.

TERCERA: Se sugiere considerar seriamente la adopción del aplicativo para smartphones "Roadroid Pro 3", esto debido a que presenta valores afines a los equipos estandarizados.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Viana, L. G., & Aignerren Aburto, J. M. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental.
- ASTM Internacional. (2009). Standard Practice for Computing International Roughness Index of Roads from Logitudinal Profile Measurements. Adaptación ASTM E1926.
- Arofah, M. A., & Prahara, E. (2021, April). Evaluate the accuracy of vehicle type on road surface condition survey using roadroid application. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 729, No. 1, p. 012039).
- Aydın, M. M. , Yıldırım, M. S. & Farslöf, L. (2018). THE USE OF SMART PHONES TO ESTIMATE ROAD ROUGHNESS: A CASE STUDY IN TURKEY . Engineering Sciences , 13 (3) , 247-257 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/nwsaeng/issue/38501/354844>.
- Badilla, G. (2009). Determinación de la regularidad superficial de pavimentos mediante el cálculo del índice de regularidad internacional (IRI). Costa Rica: Revista de Infraestructura vial
- Camacho, S., (2019). "Evaluación y análisis de la Rugosidad en Pavimentos de la Ciudad de Puno Aplicando el Método Roadroid y el Rugosímetro de Merlín" [Tesis, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2602>
- Carita Cahuana, J. J. (2022). Evaluación de superficie de rodadura en pavimento flexible para determinar uniformidad aplicando el sistema roadroid con



smartphone Juliaca Puno 2022.

De La Cruz Vega, S. A., Ibañez Ccoapaza, C. E., & Coaquira Cueva, D. Y. (2022).

Determinación de índice de serviciabilidad y capacidad resistente. Caso práctico: pavimentos en Azángaro, Puno, Perú. *Infraestructura Vial*, 24(43), 94-102.

FERNÁNDEZ-COLLADO, H. S. (2014). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION/Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández-Collado Y Pilar Baptista Lucio (no. h61. h47 2006.).

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.

La torre, F. (2018). *Aplicación del sistema Roadroid utilizando smartphone para diagnosticas la uniformidad superficial del pavimento*. Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo.

Laura Hirpahuanca, D. (2016). *Determinación y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco-Urcos, usando teléfonos inteligentes y el Rugosímetro de Merlin-2016*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de términos en el*



Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018. Lima, Perú: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de carreteras de Mantenimiento o conservación vial. MTC.

Montalvo Peña, I. N. (2023). Índice de rugosidad internacional de la carretera Huaraz-Carhuaz para mejorar la serviciabilidad empleando Roadroid, año 2022.

Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de Pavimentos. Bogotá: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.

Putra, D. A., & Suprpto, M. (2018). Assessment of the road based on PCI and IRI roadroid measurement. In MATEC Web of Conferences (Vol. 195, p. 04006). EDP Sciences.

Rivas Montaldo, A. V., & Vargas Nadal, C. J. (2017). Aplicación de la metodología PCI para minimizar costos y tiempo en la rehabilitación del pavimento de la avenida Domingo Orué Surquillo-Lima.

Sabogal, F. S. (2014). Sobre el Índice de Estado en los Contratos de la Tercera Generación de Concesión de Carreteras Nacionales. Documento FSS–CCI–001 Revisión 1. Bogotá DC.

Sayers M., W., & Karamihis S., M. (1998). Basic Information About Measuring and Interpreting Road Profiles. Michigan: The regent of the university of michigan. Recuperado el 20 de agosto de 2018, de <http://www.umtri.umich.edu/content/LittleBook98R.pdf>



ANEXOS



TESIS UANCV

ANEXO 1. Matriz De Consistencia

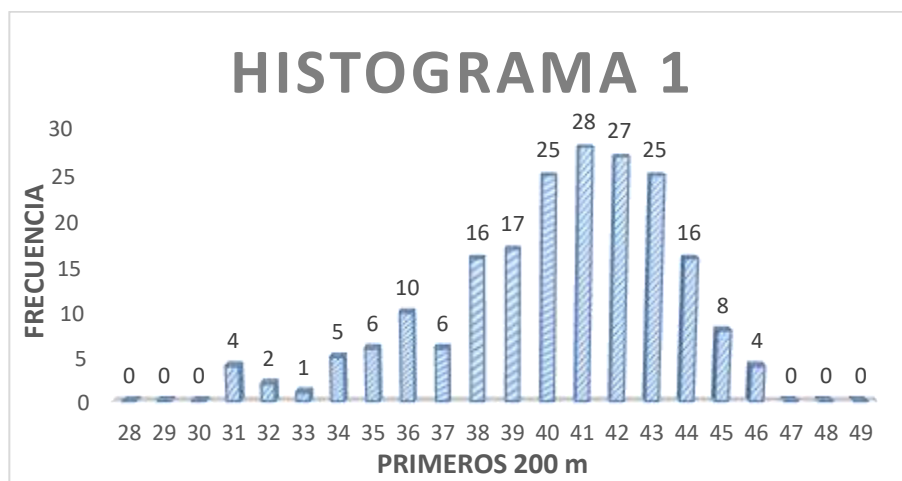


VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

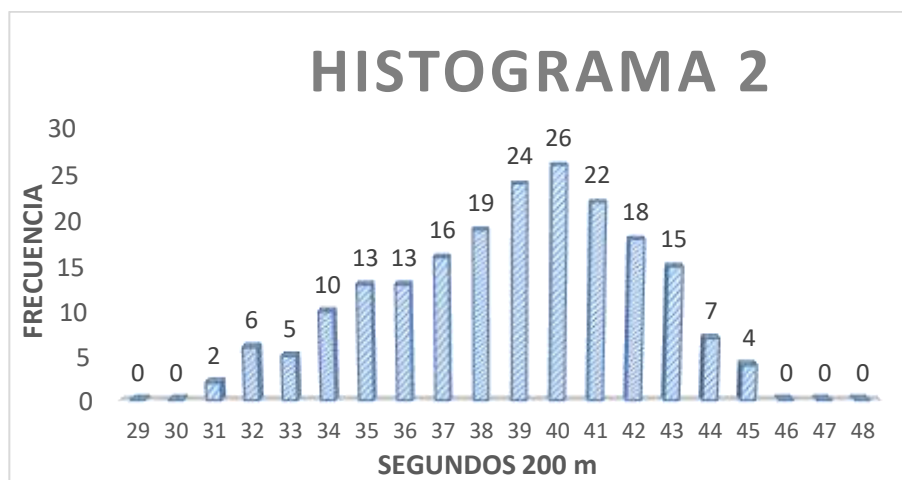
TÍTULO							
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA - VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTO	DEFINICIÓN	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE		METODOLÓGICO		TIPO DE INVESTIGACIÓN
¿Qué se determinará analizando y comparando la regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila de la región Puno por métodos no destructivos?	Analizar y comparar la regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila de la región Puno por métodos no destructivos.	El análisis comparativo de la regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila de la región de Puno mostrará significativas diferencias en cuanto al uso de los métodos no destructivos	ROADROID PRO 3	eIRI y cIRI	Aplicativo para teléfonos inteligentes	Aplicativo para teléfonos inteligentes que permite observar, recopilar datos y evaluar la uniformidad del pavimento a través de las vibraciones del recorrido sobre la capa de rodadura. Los datos que se obtienen se pueden transferir utilizando Internet.	ENFOQUE
			REGULARIDAD SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	0-1 MUY BUENO 1 - 1.9 BUENO 1.9 - 3.6 REGULAR 3.6 - 6.4 DEFICIENTE <6.4 MUY DEFICIENTE	IRI	Uniformidad y suavidad de la superficie. Se relaciona con la ausencia de irregularidades notables. Una superficie de pavimento regular es esencial para proporcionar un viaje cómodo y seguro para los vehículos y sus ocupantes.	Cuantitativo
							NIVEL
							Relacional
							DISEÑO
							No Experimental
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE			DEFINICIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cuál será el Índice de Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila obtenido por los métodos convencionales y el aplicativo para teléfonos inteligentes "Roadroid Pro 3"?	Determinar el Índice de Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila mediante los métodos convencionales y el aplicativo para teléfonos inteligentes "Roadroid Pro 3"	El Índice de Regularidad del pavimento flexible de la vía Lampa - Vilavila obtenido por métodos no destructivos y uno automatizado tendrán una valorización de $0 < IRI < 4.0$ presentando un estado del pavimento entre regular y bueno.	Índice de Rugosidad Internacional (IRI)	1. Condición de pavimento (m/km) 2. coordenadas 3. Acelerómetro (km/h ²) 4. Velocidad (km/h)	Equipo de Merlín	Dispositivo desarrollado por el Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos. Con siglas de la terminología inglesa (Machine for Evaluating Roughness using Low-cost).	PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LAMPA - VILAVILA DE LA REGIÓN PUNO
						Equipo para la medida de rugosidad de la carretera de resultados objetivos, con facilidad de instalación en cualquier vehículo común de pasajeros o comercial, diseñado para uso en carreteras.	
¿En qué medida el uso del aplicativo "Roadroid Pro 3" optimizará la evaluación del Índice de Regularidad de la superficie de un pavimento flexible?	Comparar en qué medida el uso del aplicativo "Roadroid Pro 3" optimizará la evaluación del Índice de Regularidad de la superficie de un pavimento flexible.	El uso del aplicativo "Roadroid Pro 3" optimizará la evaluación del Índice de Regularidad de la superficie de un pavimento flexible en la reducción de costo, tiempo, impacto ambiental y ejecución técnica.	Valores de la rugosidad del MTC	Bueno ($0 < IRI < 2.8$) Regular ($2.8 < IRI \leq 4.0$) Malo ($4.0 < IRI \leq 5.0$) Muy malo ($5 < IRI$)	Rugosímetro clase III	Valores reglamentados que indican el nivel de servicio de una carretera.	MUESTRA
					Serviciabilidad	Valores reglamentados que indican el nivel de servicio de una carretera.	
¿Cuán confiable serán los datos obtenidos por el uso del aplicativo "Roadroid Pro 3" respecto a los métodos convencionales en la evaluación de la regularidad del pavimento flexible?	Calcular la confiabilidad de los valores hallados en el uso del aplicativo "Roadroid Pro 3" respecto a los métodos convencionales en la evaluación de la regularidad del pavimento flexible.	Los valores hallados en el análisis de la regularidad del pavimento flexible por el aplicativo "Roadroid Pro 3" frente a los métodos convencionales expondrán una confiabilidad del método oscilante entre el 80 y 90 por ciento.	Correlación de datos	Estimaciones del IRI mediante correlaciones	Correlación Pearson	También conocida como coeficiente de evaluación lineal de Pearson, es una medida estadística que cuantifica la relación lineal entre dos variables cuantitativas. Es un número que oscila entre -1 y 1.	No probabilística de tipo intencional, 1.2 kilómetros de la carpeta asfáltica de la vía LAMPA - VILAVILA de la región de Puno.
				Análisis computacional			

ANEXO 2. Valores Completos Recolectados Por El Método De Merlín

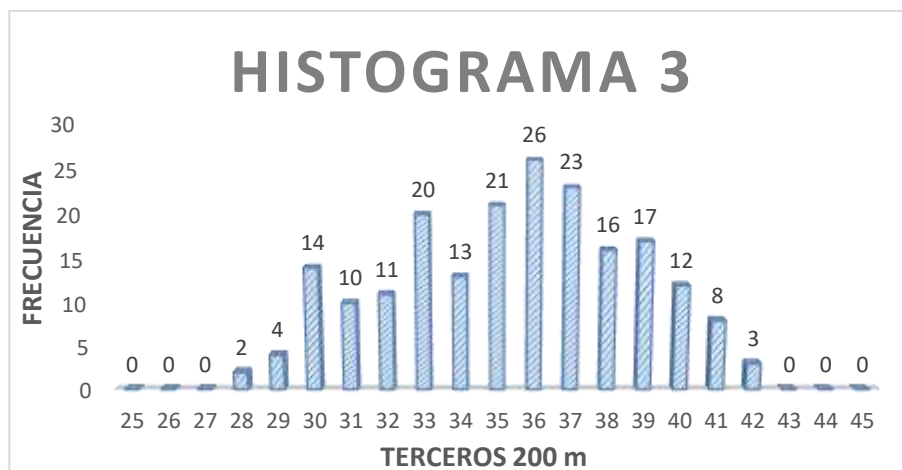
Primeros 200 metros



Segundos 200 metros



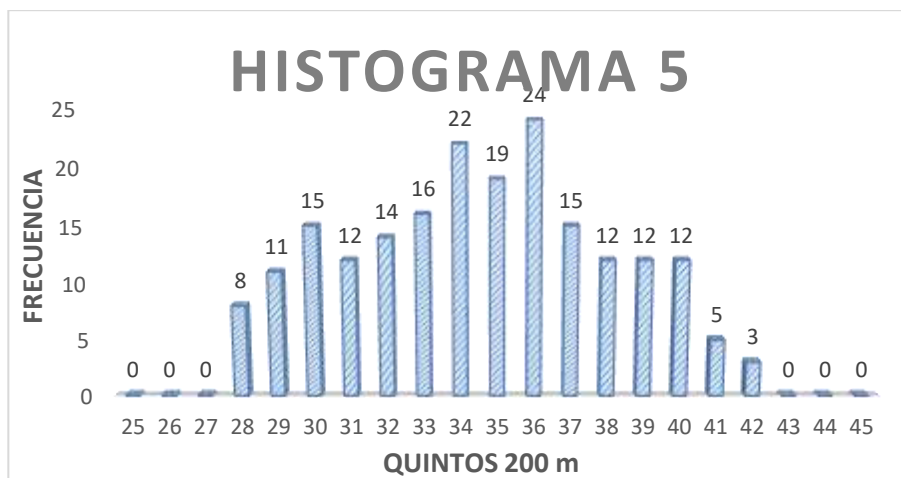
Terceros 200 metros



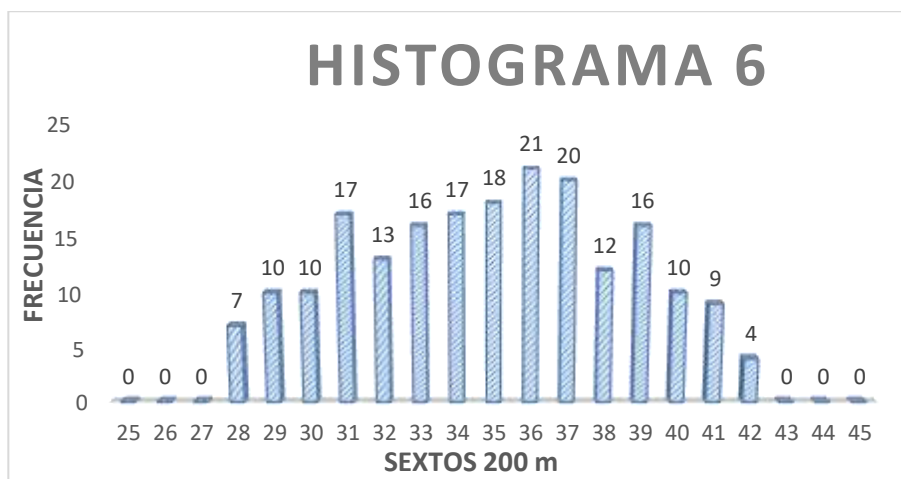
Cuartos 200 metros



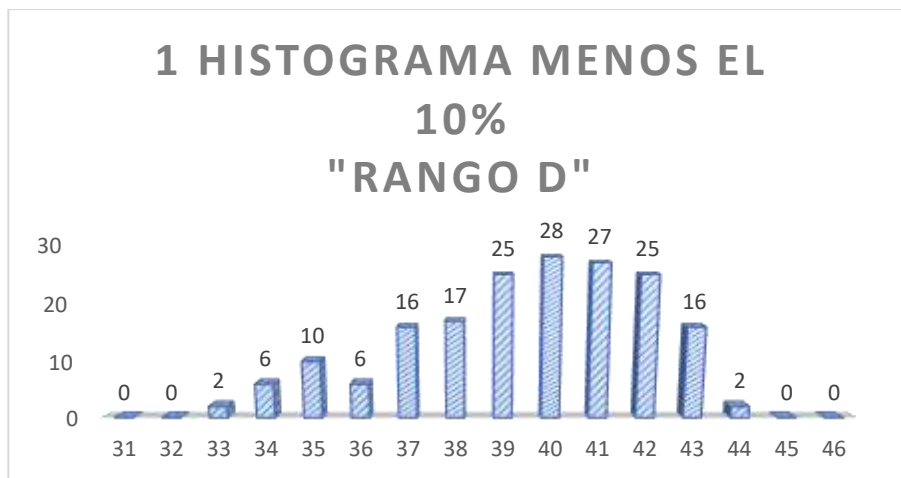
Quintos 200 metros



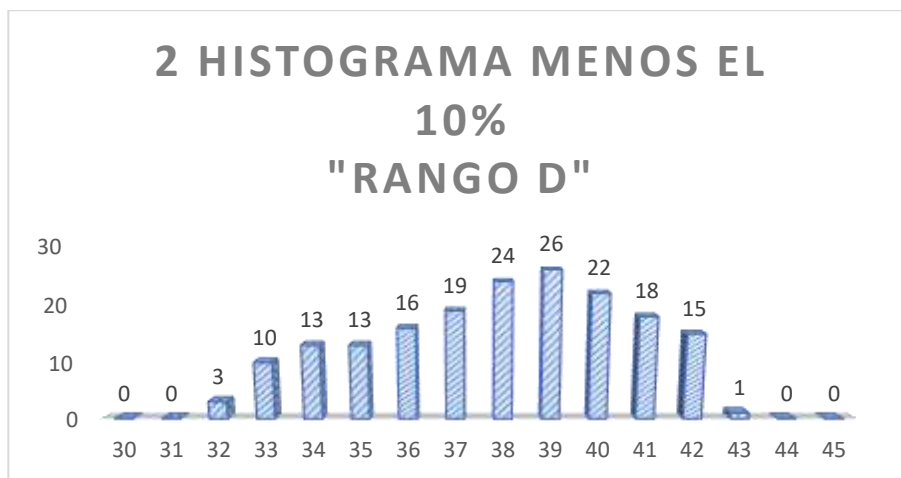
Sextos 200 metros



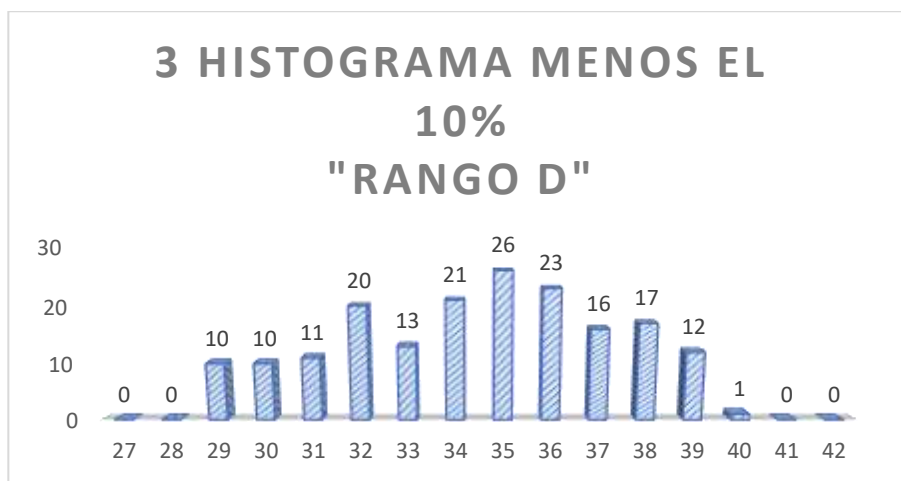
Primeros 200 metros menos el 10 %



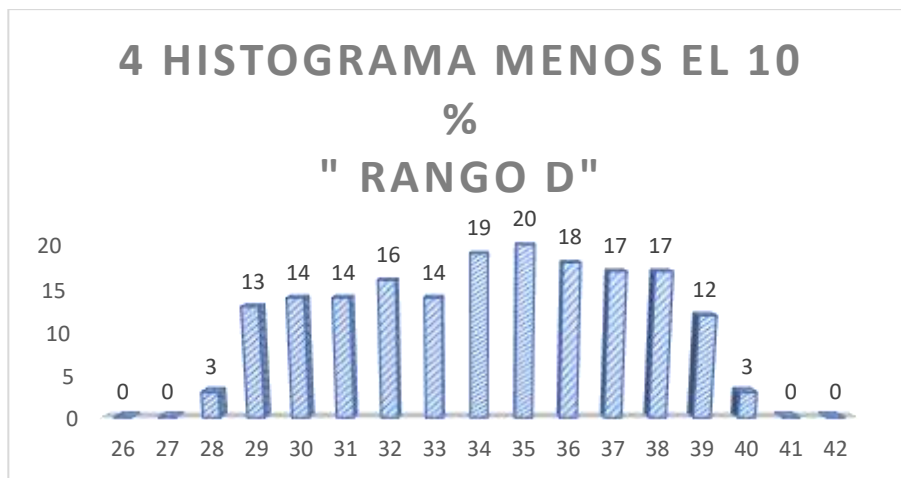
Segundos 200 metros menos el 10 %



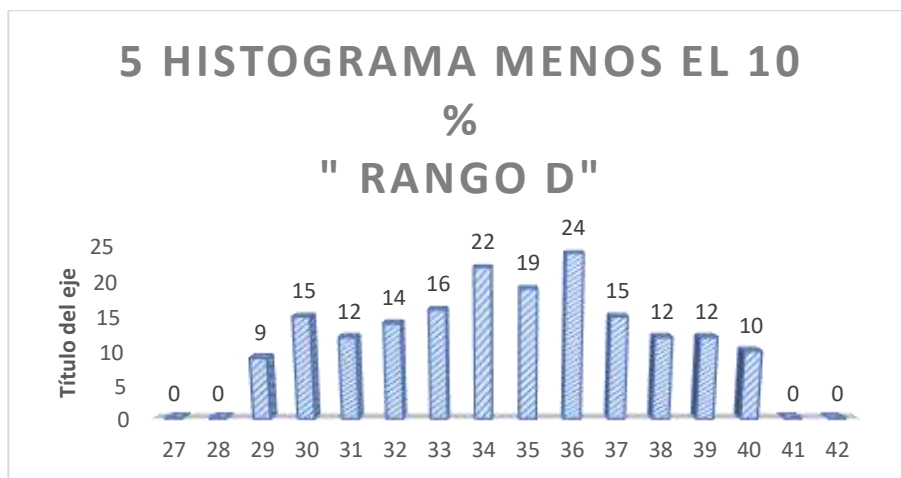
Terceros 200 metros menos el 10 %



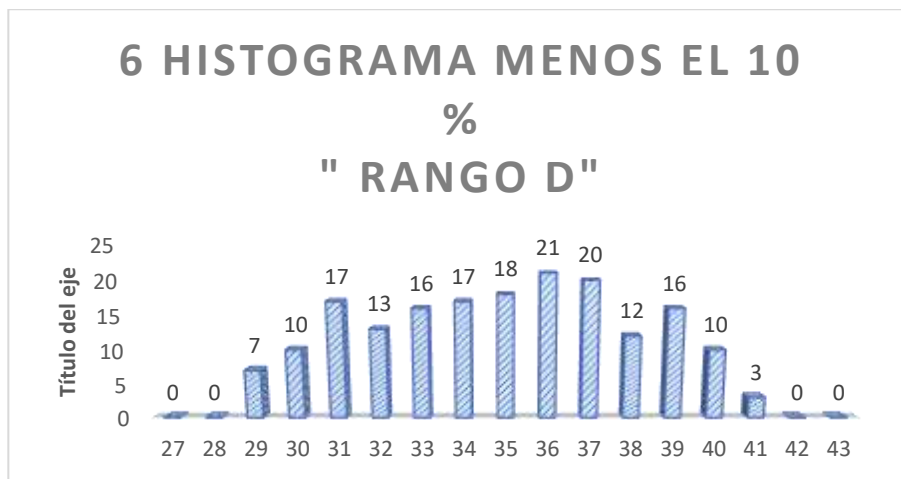
Cuartos 200 metros menos el 10 %



Quintos 200 metros menos el 10 %



Sextos 200 metros menos el 10 %





ANEXO 3. Valores Completos Recolectados Por La Aplicación Roadroid Pro 3

N°	DateTime	Latitude	Longitude	Distance (m)	Speed (km/h)	Altitude (m)	eIRI	cIRI	RoadId
1	30/11/23-12:29	-15.353262	-70.386219	10	38.27	3871.90	2.74	2.54	Lampa_Vilavila
2	30/11/23-12:29	-15.352700	-70.386951	20	45.91	3871.70	2.74	3.25	Lampa_Vilavila
3	30/11/23-12:29	-15.352132	-70.387676	30	39.76	3871.80	2.70	3.93	Lampa_Vilavila
4	30/11/23-12:29	-15.351566	-70.388400	40	41.61	3870.70	2.70	4.06	Lampa_Vilavila
5	30/11/23-12:30	-15.350994	-70.389126	50	42.79	3870.20	2.70	3.97	Lampa_Vilavila
6	30/11/23-12:30	-15.350287	-70.389647	60	37.27	3870.30	2.74	2.72	Lampa_Vilavila
7	30/11/23-12:30	-15.349409	-70.389667	70	46.25	3870.60	2.72	2.67	Lampa_Vilavila
8	30/11/23-12:30	-15.348569	-70.390012	80	42.58	3870.50	2.73	3.35	Lampa_Vilavila
9	30/11/23-12:30	-15.347746	-70.390119	90	40.15	3870.40	2.73	2.27	Lampa_Vilavila
10	30/11/23-12:30	-15.346868	-70.390068	100	47.31	3983.30	2.72	2.80	Lampa_Vilavila
11	30/11/23-12:31	-15.346239	-70.389440	110	38.09	3930.80	2.72	4.23	Lampa_Vilavila
12	30/11/23-12:31	-15.346023	-70.388538	120	42.04	3911.90	2.71	1.75	Lampa_Vilavila
13	30/11/23-12:31	-15.345236	-70.388118	130	46.81	3898.60	2.70	3.37	Lampa_Vilavila
14	30/11/23-12:31	-15.344407	-70.388486	140	41.69	3890.10	2.72	4.17	Lampa_Vilavila
15	30/11/23-12:31	-15.343580	-70.388381	150	48.49	3884.10	2.72	1.88	Lampa_Vilavila
16	30/11/23-12:31	-15.342735	-70.388313	160	36.87	3879.50	2.73	3.95	Lampa_Vilavila
17	30/11/23-12:31	-15.341928	-70.388750	170	45.96	3877.50	2.72	2.68	Lampa_Vilavila
18	30/11/23-12:32	-15.341187	-70.389282	180	45.72	3875.10	2.73	2.16	Lampa_Vilavila
19	30/11/23-12:32	-15.340832	-70.390143	190	42.32	3874.70	2.72	2.48	Lampa_Vilavila
20	30/11/23-12:32	-15.340511	-70.391018	200	50.45	3873.80	2.72	2.56	Lampa_Vilavila
21	30/11/23-12:32	-15.340170	-70.391884	210	45.08	3873.30	2.72	2.91	Lampa_Vilavila
22	30/11/23-12:32	-15.339797	-70.392734	220	46.30	3872.30	2.73	2.16	Lampa_Vilavila
23	30/11/23-12:32	-15.339276	-70.393495	230	47.18	3872.30	2.71	2.33	Lampa_Vilavila



24	30/11/23-12:33	-15.338635	-70.394148	240	39.46	3871.80	2.69	3.20	Lampa_Vilavila
25	30/11/23-12:33	-15.338018	-70.394826	250	36.50	3872.00	2.70	3.07	Lampa_Vilavila
26	30/11/23-12:33	-15.337434	-70.395537	260	43.30	3872.60	2.70	2.49	Lampa_Vilavila
27	30/11/23-12:33	-15.336845	-70.396244	270	37.10	3872.90	2.70	1.86	Lampa_Vilavila
28	30/11/23-12:33	-15.336257	-70.396953	280	40.90	3878.30	2.70	3.89	Lampa_Vilavila
29	30/11/23-12:33	-15.335672	-70.397657	290	37.92	3878.00	2.72	3.35	Lampa_Vilavila
30	30/11/23-12:33	-15.335092	-70.398367	300	43.67	3877.50	2.70	4.22	Lampa_Vilavila
31	30/11/23-12:34	-15.334510	-70.399078	310	37.22	3877.90	2.69	1.84	Lampa_Vilavila
32	30/11/23-12:34	-15.333929	-70.399790	320	48.27	3877.80	2.68	2.20	Lampa_Vilavila
33	30/11/23-12:34	-15.333212	-70.400339	330	36.94	3877.30	2.70	4.03	Lampa_Vilavila
34	30/11/23-12:34	-15.332415	-70.400772	340	45.63	3878.10	2.67	2.34	Lampa_Vilavila
35	30/11/23-12:34	-15.331559	-70.401058	350	37.90	3879.00	2.68	3.84	Lampa_Vilavila
36	30/11/23-12:34	-15.330914	-70.401681	360	36.77	3877.70	2.68	2.49	Lampa_Vilavila
37	30/11/23-12:34	-15.330602	-70.402544	370	37.53	3876.70	2.68	3.16	Lampa_Vilavila
38	30/11/23-12:35	-15.330243	-70.403367	380	38.25	3876.60	2.69	3.03	Lampa_Vilavila
39	30/11/23-12:35	-15.329581	-70.403995	390	47.69	3876.90	2.67	3.09	Lampa_Vilavila
40	30/11/23-12:35	-15.328908	-70.404622	400	45.56	3877.20	2.68	3.05	Lampa_Vilavila
41	30/11/23-12:35	-15.328333	-70.405340	410	50.18	3877.00	2.76	2.75	Lampa_Vilavila
42	30/11/23-12:35	-15.327827	-70.406108	420	43.80	3876.40	2.77	1.74	Lampa_Vilavila
43	30/11/23-12:35	-15.327433	-70.406943	430	45.81	3876.40	2.76	3.78	Lampa_Vilavila
44	30/11/23-12:35	-15.327016	-70.407771	440	37.88	3877.20	2.77	1.84	Lampa_Vilavila
45	30/11/23-12:35	-15.326574	-70.408581	450	37.75	3877.90	2.74	3.32	Lampa_Vilavila
46	30/11/23-12:36	-15.326125	-70.409386	460	45.95	3878.40	2.76	2.84	Lampa_Vilavila
47	30/11/23-12:36	-15.325672	-70.410190	470	49.84	3879.00	2.76	4.24	Lampa_Vilavila
48	30/11/23-12:36	-15.325178	-70.410967	480	49.24	3879.00	2.77	2.11	Lampa_Vilavila
49	30/11/23-12:36	-15.324635	-70.411707	490	39.51	3879.20	2.76	2.51	Lampa_Vilavila



50	30/11/23-12:36	-15.324070	-70.412429	500	36.80	3879.60	2.74	4.25	Lampa_Vilavila
51	30/11/23-12:37	-15.323507	-70.413164	510	42.04	3880.40	2.68	1.89	Lampa_Vilavila
52	30/11/23-12:37	-15.322909	-70.413857	520	36.34	3880.90	2.69	3.98	Lampa_Vilavila
53	30/11/23-12:37	-15.322132	-70.414318	530	41.02	3881.30	2.67	2.12	Lampa_Vilavila
54	30/11/23-12:37	-15.321336	-70.414756	540	46.23	3881.80	2.69	2.41	Lampa_Vilavila
55	30/11/23-12:37	-15.320567	-70.415246	550	49.10	3882.60	2.69	2.63	Lampa_Vilavila
56	30/11/23-12:37	-15.319852	-70.415814	560	43.55	3883.60	2.67	3.43	Lampa_Vilavila
57	30/11/23-12:37	-15.319140	-70.416388	570	41.36	3883.60	2.68	2.31	Lampa_Vilavila
58	30/11/23-12:38	-15.318440	-70.416973	580	45.51	3883.70	2.67	2.02	Lampa_Vilavila
59	30/11/23-12:38	-15.317755	-70.417573	590	37.91	3883.70	2.69	1.89	Lampa_Vilavila
60	30/11/23-12:38	-15.317091	-70.418200	600	38.09	3884.10	2.68	2.91	Lampa_Vilavila
61	30/11/23-12:38	-15.316427	-70.418827	610	41.70	3885.00	2.71	3.25	Lampa_Vilavila
62	30/11/23-12:38	-15.315758	-70.419452	620	38.14	3886.00	2.71	2.99	Lampa_Vilavila
63	30/11/23-12:38	-15.315180	-70.420158	630	41.36	3886.60	2.71	2.91	Lampa_Vilavila
64	30/11/23-12:38	-15.314839	-70.421014	640	42.72	3887.60	2.70	3.59	Lampa_Vilavila
65	30/11/23-12:39	-15.314501	-70.421877	650	47.95	3887.70	2.70	2.12	Lampa_Vilavila
66	30/11/23-12:39	-15.314142	-70.422729	660	49.75	3888.50	2.70	3.87	Lampa_Vilavila
67	30/11/23-12:39	-15.313793	-70.423586	670	48.78	3889.30	2.72	2.95	Lampa_Vilavila
68	30/11/23-12:39	-15.313448	-70.424439	680	40.26	3890.20	2.72	2.87	Lampa_Vilavila
69	30/11/23-12:39	-15.313101	-70.425297	690	50.76	3890.80	2.71	3.68	Lampa_Vilavila
70	30/11/23-12:39	-15.312760	-70.426157	700	45.47	3891.50	2.71	2.44	Lampa_Vilavila
71	30/11/23-12:39	-15.312401	-70.427006	710	38.31	3891.90	2.77	2.05	Lampa_Vilavila
72	30/11/23-12:39	-15.312051	-70.427862	720	48.70	3892.20	2.77	2.86	Lampa_Vilavila



73	30/11/23-12:40	-15.311703	-70.428720	730	44.27	3892.80	2.78	3.85	Lampa_Vilavila
74	30/11/23-12:40	-15.311354	-70.429581	740	45.35	3893.70	2.76	2.41	Lampa_Vilavila
75	30/11/23-12:40	-15.311003	-70.430433	750	47.93	3894.30	2.78	3.16	Lampa_Vilavila
76	30/11/23-12:40	-15.310653	-70.431284	760	38.01	3894.50	2.78	2.04	Lampa_Vilavila
77	30/11/23-12:40	-15.310308	-70.432143	770	49.44	3895.00	2.77	2.91	Lampa_Vilavila
78	30/11/23-12:40	-15.309990	-70.433010	780	45.63	3894.80	2.78	2.04	Lampa_Vilavila
79	30/11/23-12:40	-15.309688	-70.433892	790	49.56	3895.80	2.76	3.76	Lampa_Vilavila
80	30/11/23-12:40	-15.309362	-70.434757	800	37.55	3895.50	2.76	2.28	Lampa_Vilavila
81	30/11/23-12:41	-15.309016	-70.435612	810	47.59	3895.70	2.77	2.97	Lampa_Vilavila
82	30/11/23-12:41	-15.308800	-70.436509	820	39.16	3896.50	2.77	3.42	Lampa_Vilavila
83	30/11/23-12:41	-15.308658	-70.437432	830	47.98	3896.90	2.77	2.01	Lampa_Vilavila
84	30/11/23-12:41	-15.308351	-70.438303	840	45.72	3898.70	2.76	4.10	Lampa_Vilavila
85	30/11/23-12:41	-15.307813	-70.439045	850	47.38	3898.90	2.76	3.40	Lampa_Vilavila
86	30/11/23-12:42	-15.307379	-70.439852	860	44.14	3899.80	2.77	1.84	Lampa_Vilavila
87	30/11/23-12:42	-15.306950	-70.440660	870	36.06	3900.30	2.76	2.98	Lampa_Vilavila
88	30/11/23-12:42	-15.306418	-70.441412	880	36.88	3901.30	2.75	2.13	Lampa_Vilavila
89	30/11/23-12:42	-15.305796	-70.442078	890	46.08	3902.20	2.77	4.21	Lampa_Vilavila
90	30/11/23-12:42	-15.305140	-70.442707	900	41.42	3902.70	2.77	3.95	Lampa_Vilavila
91	30/11/23-12:42	-15.304423	-70.443261	910	36.84	3903.70	2.72	2.56	Lampa_Vilavila
92	30/11/23-12:43	-15.303627	-70.443698	920	47.17	3904.30	2.74	2.83	Lampa_Vilavila
93	30/11/23-12:44	-15.302854	-70.444182	930	38.05	3905.10	2.74	2.44	Lampa_Vilavila
94	30/11/23-12:45	-15.302169	-70.444786	940	50.70	3905.50	2.75	3.84	Lampa_Vilavila
95	30/11/23-12:46	-15.301582	-70.445481	950	45.64	3905.70	2.71	2.88	Lampa_Vilavila



96	30/11/23-12:47	-15.301119	-70.446279	960	40.13	3906.40	2.72	2.48	Lampa_Vilavila
97	30/11/23-12:43	-15.300551	-70.446991	970	48.55	3907.10	2.75	3.60	Lampa_Vilavila
98	30/11/23-12:44	-15.299883	-70.447613	980	46.28	3907.50	2.73	2.90	Lampa_Vilavila
99	30/11/23-12:44	-15.299199	-70.448223	990	46.40	3906.10	2.71	2.00	Lampa_Vilavila
100	30/11/23-12:44	-15.298508	-70.448826	1000	37.52	3906.40	2.73	2.88	Lampa_Vilavila
101	30/11/23-12:44	-15.297805	-70.449399	1010	40.07	3906.90	2.74	2.33	Lampa_Vilavila
102	30/11/23-12:44	-15.297076	-70.449945	1020	41.22	3907.90	2.76	3.17	Lampa_Vilavila
103	30/11/23-12:44	-15.296373	-70.450530	1030	38.58	3908.30	2.74	3.78	Lampa_Vilavila
104	30/11/23-12:45	-15.295695	-70.451142	1040	43.96	3908.20	2.74	3.76	Lampa_Vilavila
105	30/11/23-12:45	-15.295030	-70.451763	1050	38.27	3908.20	2.76	1.79	Lampa_Vilavila
106	30/11/23-12:45	-15.294359	-70.452383	1060	48.15	3908.00	2.75	3.93	Lampa_Vilavila
107	30/11/23-12:45	-15.293686	-70.453005	1070	40.41	3907.90	2.75	2.19	Lampa_Vilavila
108	30/11/23-12:45	-15.293012	-70.453623	1080	44.80	3908.40	2.76	3.55	Lampa_Vilavila
109	30/11/23-12:45	-15.292337	-70.454235	1090	47.44	3908.90	2.76	2.26	Lampa_Vilavila
110	30/11/23-12:46	-15.291662	-70.454850	1100	47.65	3910.90	2.76	1.85	Lampa_Vilavila
111	30/11/23-12:46	-15.290986	-70.455466	1110	36.51	3911.70	2.78	3.75	Lampa_Vilavila
112	30/11/23-12:46	-15.290313	-70.456080	1120	44.53	3912.40	2.79	4.24	Lampa_Vilavila
113	30/11/23-12:46	-15.289641	-70.456700	1130	46.17	3913.30	2.78	2.67	Lampa_Vilavila
114	30/11/23-12:46	-15.288963	-70.457313	1140	43.65	3913.90	2.78	1.75	Lampa_Vilavila
115	30/11/23-12:47	-15.288294	-70.457931	1150	47.72	3915.00	2.80	1.81	Lampa_Vilavila
116	30/11/23-12:47	-15.287624	-70.458557	1160	38.75	3915.80	2.78	3.72	Lampa_Vilavila
117	30/11/23-12:47	-15.286954	-70.459178	1170	46.21	3916.20	2.80	1.96	Lampa_Vilavila
118	30/11/23-12:47	-15.286284	-70.459802	1180	36.36	3916.90	2.79	3.74	Lampa_Vilavila

119	30/11/23-12:47	-15.285615	-70.460423	1190	40.09	3917.60	2.79	2.83	Lampa_Vilavila
120	30/11/23-12:48	-15.2843	-70.46168	1200	36.91	3919.60	2.78	2.64	Lampa_Vilavila

ANEXO 04. Certificado De Calibración

Certificado de calibración del equipo Roughometer III



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLIENTE:	CONSORCIO VIAL SUR PERU
TIPO DE EQUIPO:	ROUGHOMETER III
LUGAR DE CALIBRACION:	LIMA PERU
FECHA:	DICIEMBRE 2021
CODIGO:	21-ARRB-ELVEC-03

Por el presente documento la empresa SUPLIDORA ELVEC S.A. en su calidad de representante técnico y comercial exclusivo de la empresa ARRB SYSTEMS PTY LTD para Perú, Ecuador y Centro América, certifica que el equipo detallado líneas abajo fue revisado, evaluado y calibrado por su empresa distribuidora en Perú, COINCruz:

Componente	Descripción	Número de Serie
11020.C	Roughometer Controller Assembly	582
11040.C	Roughometer Accelerometer Assembly	840
11050.C	Roughometer Interface Assembly	534
11114.C	KMI Rotational Trasducer Kit	1850-0288

El equipo, fue probado de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante ARRB SYSTEMS PTY LTD:

✓ Sensor de Rugosidad:

	Criterio	Valor Obtenido	Verificación
Posición 0° (Voltaje):	Max	2.74	
Posición 180° (Voltaje):	Min	2.21	
Calibración (g/voltaje):	4.06 - 4.27	4.23	CUMPLE

✓ Sensor de Distancia:

	Criterio +-0.1%	Valor Obtenido	Verificación
Precisión (1000 m):	998 - 1002	1000	CUMPLE

La operación del equipo ARRB R3, debe ser de acuerdo con el manual y documentación establecida por el fabricante. Se recomienda que el equipo pueda ser verificado y validado respecto a su funcionamiento y cumplimiento con una periodicidad Anual.

José Paganella V.



Celular: +508 8838-4015
+506 2253-5079 Ext106
elvec@equiposiri.com
www.equiposiri.com
San Jose, Costa Rica

Distribuidor Exclusivo
Centro y Sur América



JOSE ALBERTO
PAGANELLA
VENTURA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por JOSE ALBERTO
PAGANELLA
VENTURA (FIRMA)
Fecha: 2021.12.06
14:19:54 -06'00'



Cristhian J. Vela Días
ESPECIALISTA EN MUESTREO Y MANEJO DE
CIP 10-19300

ING. RICHARD ESPINOZA PEREZ
CIP 15304
GERENTE VIAL

www.equiposiri.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

CLIENTE:	TOPOCAD INGENIEROS SRL
TIPO DE EQUIPO:	ROUGHOMETER III
LUGAR DE CALIBRACION:	LIMA PERU
FECHA:	DICIEMBRE 2021
CODIGO:	20-ARRB-ELVEC-05

Por el presente documento la empresa SUPLIDORA ELVEC S.A. en su calidad de representante técnico y comercial exclusivo de la empresa ARRB SYSTEMS PTY LTD para Perú, Ecuador y Centro América, certifica que el equipo detallado líneas abajo fue revisado, evaluado y calibrado por su empresa distribuidora en Perú, COINCRUZ:

Componente	Descripción	Número de Serie
11020.C	Roughometer Controller Assembly	593
11040.C	Roughometer Accelerometer Assembly	863
11050.C	Roughometer Interface Assembly	545
11114.C	KMI Rotational Trasducer Kit	1941-0733

El equipo, fue probado de acuerdo con los procedimientos establecidos por el fabricante ARRB SYSTEMS PTY LTD:

✓ Sensor de Rugosidad:

	Criterio	Valor Obtenido	Verificación
Posición 0° (Voltaje):	Max	2.74	
Posición 180° (Voltaje):	Min	2.21	
Calibración (g/voltaje):	4.06 – 4.27	4.23	CUMPLE

✓ Sensor de Distancia:

	Criterio +0.1%	Valor Obtenido	Verificación
Precisión (1000 m):	998 - 1002	1000	CUMPLE



La operación del equipo ARRB R3, debe ser de acuerdo con el manual y documentación establecida por el fabricante. Se recomienda que el equipo pueda ser verificado y validado respecto a su cumplimiento con la Norma ASTM E950 con una periodicidad Anual.

Atentamente,

JOSE ALBERTO
PAGANELLA
VENTURA (FIRMA)

Firmado digitalmente por
JOSE ALBERTO PAGANELLA
VENTURA (FIRMA)
Fecha: 2021.12.06 15:21:42
-06'00'

Jose Paganella V. / Representante Legal

SUPLIDORA ELVEC S.A.
REPRESENTANTE EXCLUSIVO ARRB SYSTEM
PERU, ECUADOR Y CENTRO AMERICA



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 04-12-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JESUS STEVEN LANZA HUMPIRI
 Dirección: Jr. PUNO 128
 DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 74685410
 Teléfono: 916056112 email: jesusteven0987@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: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
 Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIANHONTE CALLA
 Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
 Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico
 Título: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA REGULARIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA LANZA - VILAVILA DE LA REGIÓN DE PUNO POR MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS ANTE UNO AUTOMATIZADO
 Palabras claves, (3 a 5 términos): Aplicación Roadroid, Índice de Rugosidad Internacional, Roughometer III
 ¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?
1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.
² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o 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

04-12-2024
Fecha