



**Universidad Científica del Perú - UCP**

Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RASANTE Y EL ÍNDICE  
DE RUGOSIDAD DE LA AVENIDA CÁCERES - IQUITOS  
2022**

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

**AUTOR (es):**

**Marrufo Fernández Ader Jhilton**

**Pérez Gonzales Joel Leonardo**



**Erlin Guillermo Cabanillas Oliva**  
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP 44807

**ASESOR:**

**Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.**

**San Juan Bautista – Maynas - Loreto – 2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser el que siempre me guía y fortalece nuestra vida personal y profesional.

Los autores

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros padres por ser quienes han hecho posible la ejecución de esta investigación, asimismo a la Universidad Científica del Perú por habernos permitido ampliar y profundizar nuestras convicciones profesionales.

**Los autores**

*“Año de la Unidad, la paz y el desarrollo”*

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

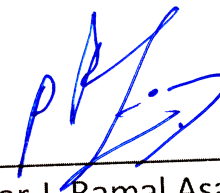
La Tesis titulada:

### **“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RASANTE Y EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LA AVENIDA CÁCERES – IQUITOS 2022”**

De los alumnos: **ADER JHILTON MARRUFO FERNÁNDEZ Y JOEL LEONARDO PÉREZ GONZALES**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **12% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 19 de Abril del 2023.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	UCP_Ingenieriacivil_2023_Tesis_AderMarrufo_JoelPerez_V3.pdf (D164240229)
<b>Submitted</b>	2023-04-17 18:16:00
<b>Submitted by</b>	Comisión Antiplagio
<b>Submitter email</b>	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
<b>Similarity</b>	12%
<b>Analysis address</b>	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

SA

### TESIS - Sustentacion Publica..pdf

Document TESIS - Sustentacion Publica..pdf (D110991169)



28

## Entire Document

1 FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL TESIS EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RASANTE Y EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LA AVENIDA CÁCERES - IQUITOS 2022 PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL AUTOR (es): Marrufo Fernández Ader Pérez Gonzales Joel Leonardo ASESOR: Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr. San Juan Bautista – Maynas - Loreto – 2023

2

DEDICATORIA A Dios por ser el que siempre me guía y fortalece nuestra vida personal y profesional. Los autores AGRADECIMIENTO Agradecemos a nuestros padres

por ser quienes han hecho posible la ejecución de esta investigación, asimismo a la Universidad Científica del Perú por habernos permitido ampliar y profundizar nuestras convicciones profesionales.

3 Los autores

ACTA DE SUSTENTACIÓN

4 APROBACIÓN PRESIDENTE DEL JURADO MIEMBRO DEL JURADO MIEMBRO DEL JURADO ASESOR. ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA ..... 2

5 AGRADECIMIENTO ..... 3 APROBACIÓN

..... 5 ÍNDICE DE CONTENIDO

..... 6 ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.

..... 9

RESUMEN..... 10 ABSTRACT

..... 11 1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

..... 12 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

..... 12 1.1.1. Problema general ..... 13 1.1.2.

Problemas específicos ..... 13 1.2. Antecedentes del estudio

..... 13 1.2.1. Internacional

..... 13 1.2.2. Nacional y Regional

..... 17 1.3. Bases teóricas

..... 21 1.3.1. Evaluación de Pavimentos

..... 21 1.3.2. Clasificación de las fallas en pavimentos flexibles

..... 24 1.3.3. Metodología para el cálculo del índice de condición

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE  
CIENCIAS E  
INGENIERÍA**

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N°542-2022-UCP-FCEI de fecha 31 de Mayo de 2022, y modificada con Resolución Decanal N°740-2022-UCP-FCEI de fecha 05 de Agosto de 2022, La FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |   |            |
|---|------------|
| • Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc. | Presidente |
| • Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.    | Miembro    |
| • Ing. Félix Wong Ramírez, M.Sc.          | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.**

En la ciudad de Iquitos, siendo las 11:00 horas del día viernes 19 de Mayo del 2023, de manera presencial supervisado por el secretario académico del programa académico de Ingeniería civil de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Científica del Perú, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RASANTE Y EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LA AVENIDA CÁCERES – IQUITOS 2022”**.

Presentado por los sustentantes:

**ADER JHILTON MARRUFO FERNÁNDEZ Y  
JOEL LEONARDO PÉREZ GONZALES**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR UNANIMIDAD**

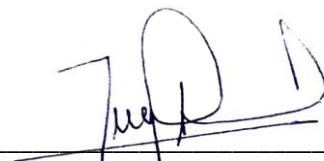
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

## FIRMA DE JURADO Y ASESOR



---

Ing. Carol Begoña García Langer, M. Sc.  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.  
MIEMBRO DEL JURADO



---

Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.  
MIEMBRO DEL JURADO



---

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.  
ASESOR.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO.....	4
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	5
FIRMA DE JURADO Y ASESOR.....	6
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	7
ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.....	10
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
<b>1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>13</b>
1.1.1. Problema general.....	14
1.1.2. Problemas específicos.....	14
<b>1.2. Antecedentes del estudio.....</b>	<b>14</b>
1.2.1. Internacional.....	14
1.2.2. Nacional y Regional.....	18
<b>1.3. Bases teóricas.....</b>	<b>22</b>
1.3.1. Evaluación de Pavimentos.....	22
1.3.2. Clasificación de las fallas en pavimentos flexibles.....	25
1.3.3. Metodología para el cálculo del Índice de condición del pavimento, (PCI).....	26
1.3.4. Rugosímetro de MERLIN.....	26
1.3.5. Fundamentos Teóricos.....	27
1.3.6. Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.....	28
1.3.7. Correlaciones D versus IRI.....	29
1.3.8. Calculo del IRI.....	31
1.3.9. Rangos del IRI.....	31
<b>1.4. Hipótesis.....</b>	<b>32</b>
<b>1.5. Variables.....</b>	<b>32</b>
<b>1.6. Objetivo general.....</b>	<b>32</b>
<b>1.7. Objetivos específicos.....</b>	<b>33</b>



<b>2. CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
<b>2.1. Tipo y Diseño de investigación.....</b>	<b>33</b>
2.1.1. Tipo de investigación.....	33
2.1.2. Diseño de investigación .....	33
<b>2.2. Población y muestra .....</b>	<b>33</b>
2.2.1. Población.....	34
2.2.2. Muestra .....	34
<b>2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos.....</b>	<b>34</b>
2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos .....	34
2.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos .....	34
2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	34
2.4. Procesamiento de los Datos .....	35
<b>3. CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
3.1. Datos generales del área de estudio .....	37
3.2. Mapa de la zona.....	37
3.3. Valores del Índice de Rugosidad Internacional IRI.....	37
3.4. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo .....	39
3.5. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho .....	39
3.6. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado Izquierdo .....	39
3.7. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho .....	40
3.8. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado Izquierdo .....	40
3.9. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho .....	41
3.10. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo.....	42
3.11. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho.....	43
3.12. Cálculo del IRI de 0+400 a 0+800 m – Lado Izquierdo.....	44
3.13. Cálculo del IRI de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho.....	45
3.14. Cálculo del IRI de 0+800 a 1+200 m – Lado Izquierdo.....	46
3.15. Cálculo del IRI de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho.....	47
3.16. Resumen de valores del IRI de 0+000 a 1+200 m .....	48
3.17. Discusión.....	48
<b>4. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>50</b>
4.1. Conclusiones.....	50
4.2. Recomendaciones.....	50

5.	CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
6.	CAPÍTULO VI: ANEXOS (Opcional) .....	55
6.1	Instrumento de recolección de datos .....	55
6.2	Matriz de consistencia.....	57
6.3	Perfil de Rasante.....	59
	.....	61
6.4	Nivel de Severidad.....	70
6.3	Tomas fotográficas .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS.

<b>Tabla 1. Resultados generales por unidad de muestra del trabajo de grado denominado “</b> .....	17
Tabla 2 Formato para toma de datos de campo con MERLIN .....	36
Tabla 3. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo .....	39
Tabla 4. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho	39
Tabla 5. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado Izquierdo	40
Tabla 6. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho	40
Tabla 7. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado Izquierdo .....	40
Tabla 8. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho	41
Tabla 9. Resumen de valores del IRI de 0+000 a 1+200 m .....	48
Gráfico 1 Metodología para hallar el Índice de Condición del Pavimento, PCI	26
Gráfico 2 Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio .....	27
Gráfico 3 Histograma de distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999. ....	28
Gráfico 4. Esquema de la zona de estudio .....	37
Gráfico 5. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo.....	42
Gráfico 6. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho .....	43
Gráfico 7. Cálculo del IRI de 0+400 a 0+800 m – Lado Izquierdo.....	44
Gráfico 8. Cálculo del IRI de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho .....	45
Gráfico 9. Cálculo del IRI de 0+800 a 1+200 m – Lado Izquierdo.....	46
Gráfico 10. Cálculo del IRI de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho.....	47
Gráfico 11.....	48
Cuadro 1 Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional.....	31
Cuadro 2. Valores del Índice de Rugosidad Internacional .....	32
Cuadro 3. Valores del Índice de Rugosidad Internacional .....	39

## **RESUMEN.**

La presente tesis tiene como objetivo determinar la relación que existe entre el nivel de rasante con el índice de rugosidad en la avenida Cáceres - Iquitos 2022. Se aplicó el rugosímetro de MERLIN, que arrojó como pavimento Malo, por las variaciones de la superficie.

Se determinó el índice de rugosidad del lado derecho de la avenida Cáceres, arrojando en el tramo 0+00,00 - 0+400,00 un IRI = 4,26 calificado como Malo, en el tramo 0+400,00 - 0+800,00 se obtuvo IRI = 3,78 calificado como Malo y en el tramo 0+800,00 - 1+200,00 se obtuvo IRI = 3,24 calificado como Regular.

En el lado izquierdo, se obtuvo un IRI = 3,70 calificado como Malo, IRI = 3,73 calificado como Malo y el IRI = 4,30 calificado como Malo, en los respectivos tramos indicados.

Por último se promedió los valores en toda la avenida Cáceres de Iquitos, desde la Plaza 28 de julio hasta el lago Moronacocha, ida y vuelta, los lados derecho e izquierdo, con lo cual resulta un IRI promedio de 3,84, con lo que la superficie del pavimento, está categorizado como Malo.

Finalmente, se ha recomendado acciones de reparación sistemática, temporal y periódica a fin de que la entidad edil tome en cuenta para mantener una vía adecuada en bien de los usuarios del distrito.

### **PALABRAS CLAVE:**

Pavimentos flexibles, daños en pavimentos, índice de rugosidad internacional.

## **ABSTRACT**

The objective of this thesis is to determine the relationship that exists between the grade level with the roughness index in the avenue Cáceres - Iquitos 2022.

The MERLIN roughness tester was applied, which was found to be Bad pavement, due to the variations in the surface.

The roughness index of the right side of Cáceres avenue was determined, yielding in the section 0+00.00 - 0+400.00 an IRI = 4.26 qualified as Bad, in the section 0+400.00 - 0+ 800.00, IRI = 3.78 was obtained, qualified as Bad, and in the section 0+800.00 - 1+200.00, IRI = 3.24, qualified as Regular.

On the left side, an IRI = 3.70 qualified as Bad, IRI = 3.73 qualified as Bad and IRI = 4.30 qualified as Bad, were obtained in the respective sections indicated.

Finally, the values were averaged throughout the Cáceres de Iquitos avenue, from Plaza 28 de Julio to Lake Moronacocha, round trip, the right and left sides, resulting in an average IRI of 3.84, with which the pavement surface, is categorized as Poor.

Finally, systematic, temporary and periodic repair actions have been recommended so that the edile entity takes into account to maintain an adequate road for the good of district users.

### **KEYWORDS:**

Flexible pavements, pavement damage, international roughness index.

## 1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática ligada a la presente investigación, nace ante la creciente situación y/o mal estado actual en el que se encuentran los pavimentos en la ciudad de Iquitos, la cual se vuelve dificultoso para el libre tránsito y se observa en sus principales calles y jirones, un deterioro inevitable de sus vías.

La red vial urbana de la ciudad, presenta un creciente déficit en cuanto a su conectividad y apertura de nuevas vías, debido a que actualmente existen obras de mejoramientos en algunas calles, los cuales generan conflictos de movilidad, dificultad de transporte y mayor tiempo de recorrido para el transporte público y privado.

Las personas transitan por las ciudades con el fin de realizar una serie de actividades de su interés como trabajar, estudiar, hacer compras y visitar amigos. Este traslado puede llevarse a cabo ya sea caminando o utilizando vehículos motorizados (autobuses y automóviles) o no motorizados (bicicletas). Dicha circulación, reflejada en el consumo de espacio, tiempo, energía y recursos financieros, también puede traer consecuencias negativas como accidentes, contaminación atmosférica, acústica y congestión vehicular. El intenso proceso de urbanización de las sociedades en las últimas décadas deja en evidencia la necesidad de cuidar las ciudades para que sus espacios ofrezcan una buena calidad de vida, lo cual incluye condiciones adecuadas de movilidad de personas y mercancías. (ALCANTARA VASCONCELLOS, 2010)

La vía en estudio tiene un inadecuado estado de conservación, presentando, además; uno de los principales problemas de todas las obras de infraestructura vial, en las que se observa fallas y deterioro, falta

de mantenimiento y mejoramiento respecto a sus años de vida útil, aspectos suficientes que lo hicieron candidato de estudio para desarrollar un tema de investigación.

En los últimos años se ha evidenciado sobre la estructura en estudio un acelerado incremento de daños y lesiones en las losas de su pavimento relacionadas con fisuras, fricción, entre otras fallas superficiales a estudiar mediante pruebas y ensayos in situ durante el desarrollo del proyecto.

La necesidad de realizar el respectivo análisis relacional surgió del cuestionamiento de saber cómo se encuentra el pavimento de la avenida Cáceres desde la Plaza 28 de Julio hasta Moronacocha

#### **1.1.1. Problema general**

¿Cómo se relaciona el nivel de rasante con el índice de rugosidad en la avenida Cáceres 2022?

#### **1.1.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cuál es el índice de rugosidad del lado derecho de la avenida Cáceres en Iquitos 2022?
- b) ¿Cuál es el índice de rugosidad del lado izquierdo de la avenida Cáceres en Iquitos 2022?

### **1.2. Antecedentes del estudio**

#### **1.2.1. Internacional**

- a) **Autor y título del trabajo: Miranda Rebolledo Ricardo Javier.  
“DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS”**
- b) **Lugar donde se desarrolló: Valdivia, Chile**

**c) Objeto del estudio o del trabajo de investigación:  
Determinar los deterioros de los pavimentos rígidos y flexibles**

**d) Procedimiento seguido en el trabajo: El Método PCI**

**e) Conclusiones del trabajo desarrollado:**

- Aún no se toma verdadera conciencia de que hacer mantención o conservación de pavimentación es mucho más barato que reparar el mismo pavimento, además de ahorrarnos millones de pesos, se puede ofrecer más Serviciabilidad y Confortabilidad a los conductores.
- La conservación de pavimentos requiere de personal capacitado, es decir, que dominen ampliamente el tema. Para que los fondos destinados a mantención sean ocupados en forma eficiente, es necesario inspeccionar los pavimentos frecuente y minuciosamente, Tan pronto ha sido determinada la necesidad de hacer reparaciones, éstos deben hacerse inmediatamente, ya que los pavimentos continúan deteriorándose día a día, produciendo así una conducción peligrosa.
- Es necesario determinar primero la causa que produjo el daño en el pavimento, para poder realizar una reparación correcta, pudiendo así evitar una recurrencia. Un mantenimiento oportuno y continuo es necesario para preservar la inversión y mantener el pavimento en completo servicio al público.
- Con respecto a los trabajos realizados en los sectores 1 y 2 de Valdivia alguna de las técnicas empleadas en la reparación de pavimentos no fue la adecuada ya que no emplearon los criterios adecuados al tipo de falla con su solución respectiva, y los trabajos efectuados tienen que tener mayor inspección por parte del mandante.
- Corresponde definir legalmente un único organismo público responsable de la reparación, conservación y reposición de pavimentos, que tenga asignados recursos para ello en forma directa, para lo cual se requiere con urgencia actualizar la antigua legislación sobre pavimentación urbana. (Miranda Rebolledo, 2010)



- **Autor y título del trabajo: Cote Sosa Gina y Villalba Ovola Lina. Título: “Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación, caso de estudio: Carrera 1 del Barrio Bocagrande”**
- **Lugar donde se desarrolló: Cartagena, Colombia**
- **Objeto del estudio o del trabajo de investigación: Determinar el índice de condición del pavimento y plantear las medidas de conservación**
- **Procedimiento seguido en el trabajo: El Método PCI basada en la norma ASTM D-6433 07**
- **Conclusiones del trabajo desarrollado:**

Se identificó la clase, severidad y cantidad de fallas presentes en la vía, a través de una inspección visual detallada y registro fotográfico, para luego se seleccionó el daño que genera mayor grado de afectación, a través del valor deducido más alto, ya que este valor indica el nivel en que cada combinación de deterioro, severidad y cantidad afecta a la condición del mismo, y así se propuso medidas de solución a dicho problema, resaltando la mejor alternativa desde el punto de vista técnico-económico por medio de un presupuesto, que permitirá a las entidades distritales encargadas de la infraestructura vial de la ciudad de Cartagena o a quien interese.

Se determinó las necesidades de inversión sobre la vía de estudio para mejorar los aspectos estructurales y funcionales del pavimento, aumentando su vida útil y disminuyendo tanto los costos de mantenimiento como los niveles de accidentalidad.

El proyecto perteneció a la línea de investigación: Conservación y gestión de vías del grupo GEOMAVIT, permitiendo ampliar los estudios que se han realizado sobre diagnóstico y evaluación patológica en pavimentos para su reparación o restauración, a través de los resultados obtenidos que podrán ser proyectados

hacia todo tipo de estructuras viales que se encuentren en condiciones similares. (Cote & Villalba, 2017).

Cote & Villalba, 2017, identificaron la patología que le produjo más daño al pavimento en estudio, determinó el Índice de Condición del Pavimento (PCI), para las 20 unidades de muestra de la sección, las cuales se encuentran en el anexo 6 del proyecto que desarrolló y propuso diferentes alternativas de solución y/o conservación para mitigar las causas que producen dicho daño, así mismo se realizaron sus respectivos presupuestos, para finalmente seleccionar la alternativa más viable tanto técnica como económicamente.

**Tabla 1. Resultados generales por unidad de muestra del trabajo de grado denominado**

Unidad de Muestreo	Mayor valor deducido de daño	Nombre de Daño	Nivel de severidad	Valor PCI	Estado
1	30	Punzonamiento	Alta	32	Malo
2	20	Losa dividida	Medio	52	Regular
3	29	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	46	Regular
4	30	Grieta lineal	Alta	30	Malo
5	29	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	49	Regular
6	29.5	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	37	Malo
7	27	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	41	Regular
8	29	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	32	Malo
9	26	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	36	Malo
10	29.5	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	48	Regular
11	28	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	44	Regular
12	30	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	43	Regular
13	29	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	51	Regular
14	25	Escala	Baja	48	Regular
15	25	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	42	Regular
16	22	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	44	Regular
17	21	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	56	Regular
18	34	Grieta lineal	Alta	42	Regular
19	25	Grieta de esquina	Baja	52	Regular
20	24	Desconchamiento/Mapa de grietas/Craquelado	Medio	63.02	Regular
		<b>PCI de la Sección</b>		<b>44.401</b>	<b>Regular</b>

**Fuente:** (Cote & Villalba, 2017).Anexo 6. Pág.47.

### 1.2.2. Nacional y Regional

- **Autor y título del trabajo:** Tingal Limay Homero. “Análisis del índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – Baños del Inca, utilizando el rugosímetro de MERLIN”
- **Lugar donde se desarrolló:** Cajamarca, Perú
- **Objeto del estudio o del trabajo de investigación:** Analizar el índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca – Baños del Inca, utilizando el rugosímetro de MERLIN
- **Procedimiento seguido en el trabajo:** El Método del Índice de Rugosidad Internacional, aplicado con el MERLIN.
- **Conclusiones del trabajo desarrollado:**

Se analizó la Rugosidad en 7.3 kilómetros (calzada de ida y vuelta) de la vía Cajamarca – Baños del Inca, desde el Rotonda Musical hasta el Rotonda Baños del Inca (Senati), obteniendo valores en unidades IRI como fueron: por el Calzada derecho de la vía 1.07 m/km en IRI promedio, una desviación estándar de 0.27, IRI Característico de 1.51 m/km, un PSI de 4.12; y para el Calzada 2 (vuelta) 1.10 m/km en IRI promedio, una desviación estándar de 0.10, IRI Característico de 1.27 m/km, un PSI de 4.09; el cual nos indica que la vía en conceptos generales está en buenas condiciones de transitabilidad vehicular, y según la escala de estimación de rugosidad de carreteras dada por la Norma ASTM E-1926-98, nos indica que la carretera tiene un manejo confortable entre 100 km/hora - 120 km/hora, no obstante está contemplada estas velocidades en las señalizaciones de tránsito, debido al alto flujo de vehículos y personas. Se obtuvo como resultado para este pavimento un IRI mínimo de 0.81 m/km, un IRI máximo de 1.71 m/km y un IRI promedio de 1.085 m/km. (Tingal Limay, 2021)

- **Autor y título del trabajo:** Cárdenas Riveros Juan Rubén. Título: “Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos La Torre Cortez, distrito de Huanta, provincia Huanta, Región Ayacucho, agosto 2016”
- **Lugar donde se desarrolló:** Cartagena, Colombia
- **Objeto del estudio o del trabajo de investigación:** Determinar y evaluar las patologías del pavimento flexible, para obtener el índice de integridad estructural del pavimento flexible y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos La Torre Cortez.
- **Procedimiento seguido en el trabajo:** El Método PCI.
- **Conclusiones del trabajo desarrollado:**

Se evaluó cada una de las patologías del pavimento flexible, determinando la obtención del índice de integridad estructural “PCI” y la condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida Carlos la Torre Cortéz, del distrito de Huanta, provincia de Huanta, región Ayacucho al mes de agosto del año 2016; cuyo objetivo principal estuvo relacionada con el estudio de las patologías en cada unidad de muestra y determinación del PCI para dichas unidades permitiéndonos determinar la condición operacional de la superficie de rodadura en el tramo vial estudiado; para lo cual se tomó de base las investigaciones nacionales e internacionales relacionadas a la presente investigación, que aportó a dar solución a la problemática de la investigación. (Cárdenas, 2016).

La metodología utilizada en el presente trabajo fue del tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterarla, predominantemente cuantitativo porque permitió generar datos de

campo para su evaluación y con un nivel de diseño de investigación no experimental, porque estudia el problema y analiza sin recurrir a un análisis de laboratorio y transversal porque se analiza en el periodo agosto 2016.; finalmente se concluyó que los primeros 500 metros de la avenida Carlos la Torre Cortéz presentó un índice de integridad estructural de 34, clasificado en la escala de gradación como un pavimento en estado malo. (Cárdenas, 2016).

- **Autor y título del trabajo: Vásquez D’Acevedo Piero Paolo y Prado Escudero Joy Peter**
- **Lugar donde se desarrolló: Iquitos, Perú**
- **Objeto del estudio o del trabajo de investigación: Desarrollar un método de análisis visual que permita reconocer con exactitud los tipos de fallas existentes en los pavimentos rígidos de nuestra ciudad, de tal manera que se pueda dar el correcto mantenimiento para su posible solución**
- **Procedimiento seguido en el trabajo: El Método PCI.**
- **Conclusiones del trabajo desarrollado:**

Los autores mencionan en la tesis, que el método les permitirá adoptar un mejor criterio a la hora de enfrentarse a estos fenómenos, los que son más frecuentes en los pavimentos rígidos de la ciudad de Iquitos. Así mismo, aseguran que dicho método dará mejor percepción para visualizar futuros daños durante el proceso constructivo en dichas obras, para lo cual buscaron orígenes y causas que han motivado los desperfectos existentes y consecuencias, y consideraron necesario realizar una evaluación de condición superficial, no con el propósito de determinar en esta primera parte, el “índice del estado” de dicho pavimento (I.E.P), sino con el fin de “Tipificar” los desperfectos observados y asociarlos con las causas que las han provocado, determinando la deficiencia de origen. (Vásquez & Prado, 2016)

Para cumplir con el objetivo general propuesto inicialmente, desarrollaron cuatro objetivos específicos, los cuales les permitirían cumplir con lo planteado y mediante el método normado por la ASTM D 6433- 03 también conocido como Pavement Condition Index (Índice de Condición de Pavimento) o por las siglas PCI, que se fundamenta en los resultados de una encuesta visual de la condición de pavimento en el cual se establecen su tipo, severidad y cantidad que presenta cada daño, representaron las degradaciones superficiales que se presentaron en el pavimento de la calle Pablo Rosell, y fue usada por que es una de las más completas metodologías de evaluación debido a que involucra a los dos tipos de pavimentos más utilizados en nuestra zona, pavimentos asfálticos y los pavimentos de concreto. [ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots PavementCondition Index Surveys"]. (Vásquez & Prado, 2016).

Con los resultados obtenidos se pudo concluir, que los anchos de las fisuras estaban comprendidos entre 2mm y 4mm en su mayoría, se apreciaron hasta cuatro tipos de fisuras; fisuras longitudinales, fisuras por contracción plástica y retracción por secado, fisuras por carbonatación, fisuras en forma de esquinas rotas, y se determinó que las fisuras por contracción plástica no afectan la estructura del pavimento debido a que son superficiales, sin embargo, debido al movimiento que experimentan las losas como consecuencia de las variaciones de temperatura y de humedad se pueden ir agrandando y consecuentemente profundizándose con el paso de vehículos a través del tiempo, por lo que recomendaron que las fisuras deben repararse lo más pronto posible, porque de no hacerlo puede ingresar agua por esas grietas y llegar hasta la subrasante, donde al alterar el contenido de humedad se presentarían cambios volumétricos afectando a la losa de mortero de cemento hidráulico. (Vásquez & Prado, 2016).

En el año 2009, Díaz Vargas, Luis Fernando, en su trabajo de investigación titulada: *Análisis de dos intersecciones sin semáforo en zona aledaña a nuevo Terrapuerto de Piura*, El tránsito es uno de los factores más importantes en el crecimiento y transformación de un centro urbano y de una región, y es por esto que el punto de vista de la Ingeniería de Tránsito debe ser considerado en toda programación urbanística y en toda planificación de política económica. Por eso, es de suma importancia reunir toda información necesaria, lo que denominamos una recopilación de datos. Estos datos son precisamente las estadísticas, los informes oficiales, los hechos veraces. No se puede guiar sólo por testimonios de personas, aun si fueran veraces, se requieren de datos estadísticos obtenidos oficialmente, en la ubicación de los accidentes u obtenidos de fuentes de información dignas de crédito.

### **1.3. Bases teóricas**

#### **1.3.1. Evaluación de Pavimentos**

La incidencia de factores de diversos orígenes determina alteraciones de la superficie de rodadura de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro.

La finalidad fundamental de todo proceso de mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, es corregir los defectos mencionados para alcanzar un grado de transitabilidad adecuado durante un periodo de tiempo suficientemente prolongado que justifique la inversión necesaria.

Las causas de los defectos mencionados son de distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar las siguientes:

- Elevado incremento de las cargas circulares y de su frecuencia con respecto a las previstas en el diseño original,

- Deficiencias durante el proceso constructivo en la calidad real de los materiales en espesores o en las operaciones de construcción, particularmente en la densificación de las capas.
- Diseños deficientes (ejemplos: empleo de métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad: incorrecta valoración de las características de los materiales empleados, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables (ejemplos. Elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial o profundidad prevista)
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos económicos disponibles, equipos, maquinaria especializada y personal capacitado.
- Problemas de aprovisionamiento en algunas zonas del país, por agotamiento de materiales adecuados en las proximidades de los puntos de empleo, obligando a mayores distancias de acarreo. A veces la limitante es legal, por razones urbanísticas y aun ambientales.

Existe una necesidad perentoria de optimizar el empleo de materiales (agregados pétreos y ligantes), maquinaria, mano de obra especializada y recursos económicos en las tareas de construcción y conservación de la red de carreteras, poniendo énfasis, además no tanto en construir nuevos tramos como si en conservar la red existente.

### **Tipos de Fallas en un Pavimento Flexible**

La tecnología que se ha desarrollado para pavimentos, tiene como meta evitar deterioros y fallas. Se han logrado establecer relaciones de causa - efecto, para desarrollar normas de criterio de proyecto y conservación. En pavimentos, la palabra falla se utiliza tanto para verdaderos colapsos como deterioros simples. El concepto de deterioro o falla está asociado al nivel de servicio que depende de la exigencia del consumidor.



Una falla es algo que se aparta de lo que se consideró perfecto. Las fallas de los pavimentos pueden dividirse en tres grupos:

### **Falla por insuficiencia estructural**

Es una deficiencia del pavimento que ocasiona, de inmediato o posteriormente, una reducción en la capacidad de carga de éste. Las fallas por insuficiencia estructural se dan en pavimentos contruidos con material inapropiado en cuanto a resistencia. Se pueden utilizar materiales con buena calidad, pero espesores insuficientes. Esta falla se produce por la combinación de la resistencia al esfuerzo cortante de cada capa y sus espesores.

En su etapa más avanzada, la falla estructural se manifiesta en la obstrucción generalizada del pavimento, a la que se asocia precisamente el índice de servicio, no necesariamente implica una falla estructural inmediata, ya que lo primero es consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas del proyecto.

### **Falla por defectos constructivos**

Este tipo de falla se da en pavimentos bien proporcionados y con materiales de buena calidad pero que en su construcción se cometieron errores, como es la baja compactación de la sub rasante, no cumplir con el espesor establecido, falta de afinidad del material pétreo, etc.

### **Falla por fatiga**

Pavimentos que originalmente estuvieron bien proporcionados y contruidos, con el paso del tiempo y la continua repetición de cargas sufren efectos de fatiga, degradación estructural, pérdida de resistencia y acumulan deformaciones.

Aparte de estos tres grupos, también se agrupan por su origen, es decir por el modo en que suceden y se manifiestan. Se separan en tres nuevos grupos que son: por fracturamiento, por deformación y por desintegración.

Se relacionan con el efecto del tránsito, las características y estructuración del pavimento y el apoyo que proporciona la terracería.

Las fallas por insuficiencia estructural, defecto constructivo o fatiga pueden ser a fin de cuentas causadas por el fracturamiento, la deformación y la desintegración.

### **Fallas en pavimentos flexibles**

Se entiende por falla al conjunto de daños que presenta un pavimento y que disminuyen la serviciabilidad y funcionalidad del mismo, frecuentemente estas fallas se presentan debido a un mal diseño o defectos constructivos.

Estas fallas pueden clasificarse en:

- . Fallas funcionales. Como su nombre lo indica, se produce una falla en la capacidad funcional del pavimento, es decir, se pierde la función inicial de diseño.

Están estrechamente ligadas a la carpeta asfáltica, se pierde la calidad

de la superficie de rodadura y no se tiene una adecuada fricción superficial. Se pueden detectar por simple inspección visual.

- . Fallas estructurales: Son fallas graves, ya que involucran al paquete estructural, se originan cuando se produce la falla estructural en una o varias capas del pavimento, lo que ocasiona el rompimiento del mismo.

Estos deterioros afectan significativamente la capacidad de soportar las solicitaciones para las cuales fue diseñado inicialmente el pavimento, tales como: cargas impuestas por el tráfico y condiciones ambientales. Estas fallas pueden detectarse por simple inspección visual, aunque en algunos casos se hace necesario realizar ensayos destructivos y/o ensayos no destructivos.

#### **1.3.2. Clasificación de las fallas en pavimentos flexibles**

Las fallas o deterioros se clasifican teniendo en cuenta su origen: superficiales o estructurales.

Como resultado tenemos cuatro categorías:

- A. Agrietamientos o roturas.
- B. Deformaciones.
- C. Desprendimientos.
- D. Afloramientos o movimientos de material.

Los desprendimientos y afloraciones son producto de fallas funcionales y como tales se presentan en las capas superiores del pavimento. Los agrietamientos o roturas y deformaciones dan indicios de fallas estructurales y se presentan en las capas inferiores del pavimento.

### 1.3.3. Metodología para el cálculo del Índice de condición del pavimento, (PCI)

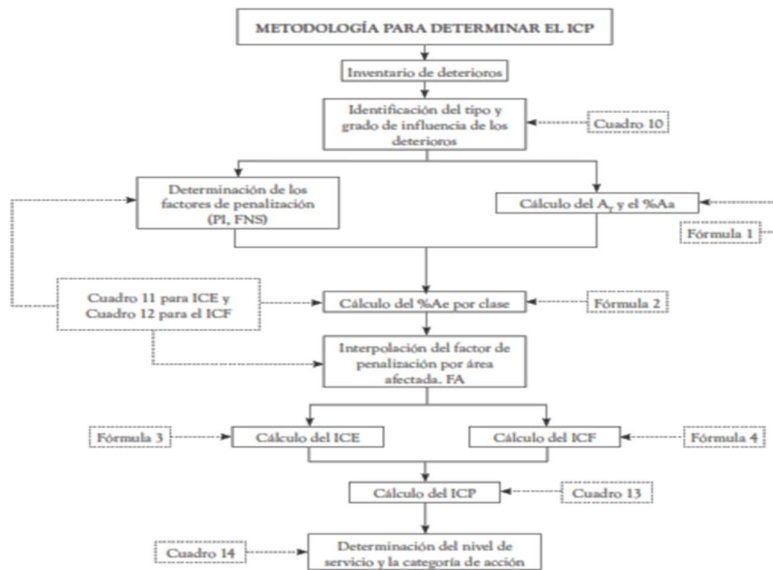


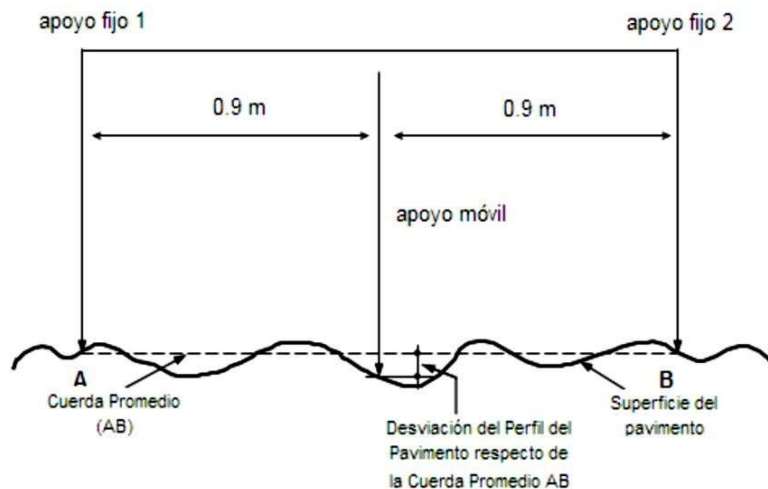
Gráfico 1 Metodología para hallar el Índice de Condición del Pavimento, PCI

### 1.3.4. Rugosímetro de MERLIN

El Laboratorio Británico de Investigación de Transportes y Caminos (TRRL) desarrolló el Rugosímetro MERLIN (acrónimo de la terminología inglesa Machine for Evaluating Roughness using low-cost Instrumentation), basándose en el principio del perfilómetro estático, con el objetivo de obtener un equipo de bajo costo, fácil manejo y un método de análisis simple con resultados confiables. (Laura Hirpahuanca, 2016)

### 1.3.5. Fundamentos Teóricos

La determinación de la rugosidad de un pavimento se basa en el concepto de usar la distribución de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio. La Figura siguiente; ilustra cómo el MERLIN mide el desplazamiento vertical entre la superficie del camino y el punto medio de una línea imaginaria de longitud constante. EL desplazamiento es conocido como “la desviación respecto a la cuerda promedio”.



*Gráfico 2 Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio*

Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

La longitud de la cuerda promedio es 1.80m, por ser la distancia que proporciona los mejores resultados en las correlaciones. Asimismo, se ha definido que es necesario medir 200 desviaciones respecto de la cuerda promedio, en forma consecutiva a lo largo de la vía y considerar un

intervalo constante entre cada medición. Para dichas condiciones se tiene que, a mayor rugosidad de la superficie mayor es la variabilidad de los desplazamientos. Si se define el histograma de la distribución de frecuencias de las 200 mediciones, es posible medir la dispersión de las desviaciones y correlacionarla con la escala estándar de la rugosidad (Ver Figura 18). El parámetro estadístico que establece la magnitud de la dispersión es el Rango de la muestra (D), determinado luego de efectuar una depuración del 10% de observaciones (10 datos en cada cola del histograma). El valor D es la rugosidad del pavimento en “unidades MERLIN”.

### 1.3.6. Histograma de la distribución de frecuencias de una Muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.

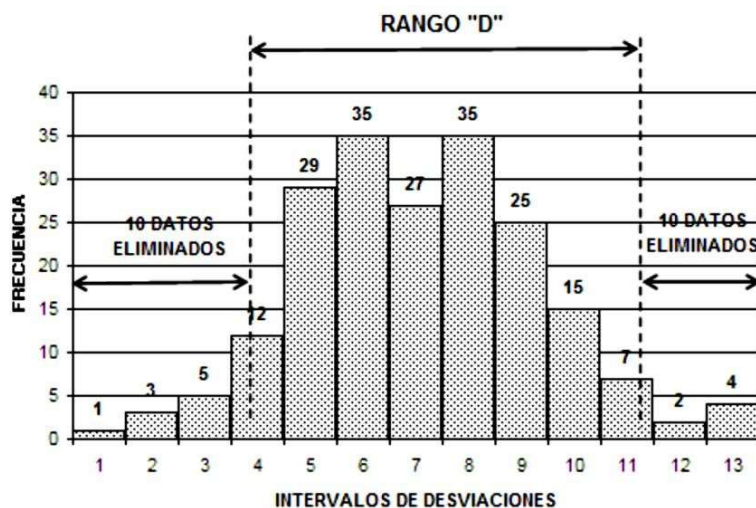


Gráfico 3 Histograma de distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

El concepto de usar la dispersión de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio, como una forma para evaluar la rugosidad de un pavimento no es nuevo ni original del TRRL. Varios parámetros de rugosidad precedentes, tal como el conocido Quarter-car Índice (QI), han sido propuestos por otros investigadores basándose en el mismo concepto, los que son analizados en la referencia. (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999).

### 1.3.7. Correlaciones D versus IRI

Para relacionar la rugosidad determinada con el MERLIN con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), que es el parámetro utilizado para uniformizar los resultados provenientes de la gran diversidad de equipos que existen en la actualidad, se utilizan las siguientes expresiones:

a) Cuando  $2.4 < IRI < 15.9$ , entonces  $IRI = 0.593 + 0.0471 D$  (1)

b) Cuando  $IRI < 2.4$ , entonces  $IRI = 0.0485 D$  (2)

La expresión 1 es la ecuación original establecida por el TRRL mediante simulaciones computarizadas, utilizando una base de datos proveniente del Ensayo Internacional sobre Rugosidad realizado en Brasil en 1982. La ecuación de correlación establecida es empleada para la evaluación de pavimentos en servicio, con superficie de rodadura asfáltica, granular o de tierra, siempre y cuando su rugosidad se encuentre comprendida en el intervalo indicado.

La expresión 2 es la ecuación de correlación establecida de acuerdo a la experiencia peruana y luego de comprobarse, después de ser evaluados más de 3,000 km de pavimentos, que la ecuación original del TRRL no era aplicable para el caso de pavimentos asfálticos nuevos o poco deformados. Se desarrolló entonces, siguiendo la misma metodología que la utilizada por el laboratorio británico, una ecuación que se emplea para el control de calidad de pavimentos recién construidos.

El Rugosímetro MERLIN, es un instrumento versátil, sencillo y económico, pensado especialmente para uso en países en vías de desarrollo. Fue introducido en el Perú por el Ing. Pablo del Águila en 1993, existiendo en la fecha (Junio 1999) más de 15 unidades pertenecientes a otras tantas empresas constructoras y consultoras.

De acuerdo con la clasificación del Banco Mundial los métodos para la medición de la rugosidad se agrupan en 4 clases, siendo los de Clase 1 los más exactos (Mira y Nivel, TRRL Beam, perfilómetros estáticos). La Clase 2 agrupa a los métodos que utilizan los perfilómetros estáticos y dinámicos, pero que no cumplen con los niveles de exactitud que son exigidos para la Clase 1. Los métodos Clase 3 utilizan ecuaciones de correlación para derivar sus resultados a la escala del IRI (Bump integrator, Mays meter). Los métodos Clase 4 permiten obtener resultados meramente referenciales y se emplean cuando se requieren únicamente estimaciones gruesas de la rugosidad.

El método de medición que utiliza el MERLIN, por haber sido diseñado este equipo como una variación de un perfilómetro estático y debido a la gran exactitud de sus resultados, califica como un método Clase 1. La correlación de los resultados obtenidos con el MERLIN, con la escala del IRI, tiene un coeficiente de determinación prácticamente igual a la unidad ( $R^2=0.98$ ). Por su gran exactitud, sólo superado por el método topográfico (mira y nivel), algunos fabricantes de equipos tipo respuesta (Bump Integrator, Mays Meter, etc.) lo recomiendan para la calibración de sus rugosímetros.

El MERLIN es un equipo de diseño simple. Las figuras 19 y 20; presentan un esquema ilustrativo del instrumento. Consta de un marco formado por dos elementos verticales y uno horizontal. Para facilidad de desplazamiento y operación el elemento vertical delantero es una rueda, mientras que el trasero tiene adosados lateralmente dos soportes inclinados, uno en el lado derecho para fijar el equipo sobre el suelo durante los ensayos y otro en el lado izquierdo para descansar el equipo. El elemento horizontal se proyecta, hacia la parte trasera, con 2 manijas que permiten levantar y movilizar el equipo, haciéndolo rodar sobre la rueda en forma similar a una carretilla. (Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999). (Del Águila Rodríguez, 1999)

### 1.3.8. Cálculo del IRI

CALCULO DE "D"	
$D = ( CI + CE + CD ) \times 5$	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA    CE = CENTRO    CD = COLA DERECHA	

CALCULO DEL "IRI"	
D > 40 mm	D < 40 mm
IRI = 0.593 + 0.0471D	IRI = 0.0619D

Cuadro 1 Cálculo del Índice de Rugosidad Internacional

### 1.3.9. Rangos del IRI

Rangos de IRI	Clasificación	Descripción
0.0 – 1.0	Muy Buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficiente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpetados durante el año de inspección normalmente se clasificaría como Buenos.
1.0 – 1.9	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desprendimientos y fisuras menores.
1.9 – 3.6	Regular	En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y bombeo de finos.



3.6 – 6.4	Malo	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconches de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
>6.4	Muy Malo	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro, Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Cuadro 2. Valores del Índice de Rugosidad Internacional

#### 1.4. Hipótesis

Hi: El nivel de rasante tiene un índice de rugosidad malo en la avenida Cáceres en Iquitos 2022

Ho: El nivel de rasante no tiene un índice de rugosidad malo en la avenida Cáceres en Iquitos 2022

#### 1.5. Variables

LA VARIABLE INDEPENDIENTE (X):

Nivel de rasante

LA VARIABLE DEPENDIENTE (Y):

Niveles de severidad

#### 1.6. Objetivo general

Determinar la relación que existe entre el nivel de rasante con el índice de rugosidad en la avenida Cáceres - Iquitos 2022.

### 1.7. Objetivos específicos

- a) Determinar el índice de rugosidad del lado derecho de la avenida Cáceres en Iquitos 2022
- b) Determinar el índice de rugosidad del lado izquierdo de la avenida Cáceres en Iquitos 2022

## 2. CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

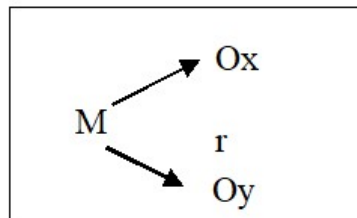
### 2.1. Tipo y Diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

La investigación pertenece a un diseño relacional porque se está buscando hallar la relación entre variables. (BORJA, 2014)

#### 2.1.2. Diseño de investigación

El diagrama del diseño es el siguiente:



Donde:

M = Muestra en estudio

Ox, Oy.....= Observación cada variable

r.....= Relación entre las variables observadas (Diaz Cerron & Huayhua Achircana, 2014)

### 2.2. Población y muestra

### **2.2.1. Población.**

Para la presente investigación el universo está dado por todas las vías del distrito de Iquitos.

### **2.2.2. Muestra**

La muestra está considerada por la avenida Cáceres, en el tramo desde la Plaza 28 de julio hasta el lago Moronacocha.

## **2.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de Recolección de Datos**

### **2.3.1. Técnicas de Recolección de Datos**

Se utilizó la evaluación visual e instrumental a lo largo de la vía y a nivel de rasante.

### **2.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Para la recolección de información se empleó el rugosímetro de MERLIN, dividiendo el área en unidades de muestreo, cada una con una longitud de 400 metros.

### **2.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos**

Para proceder a recolectar datos se debe realizar 200 observaciones de las “irregularidades que presenta el pavimento” (desviaciones relativas a la cuerda promedio), cada una de las cuáles son detectadas por el patín móvil del MERLIN, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas. Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2m de distancia;

en la práctica esto se resuelve tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLIN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta de la rueda. (Del Águila Rodríguez, 1999)

#### 2.4. Procesamiento de los Datos

Para procesar los datos se ha tenido en cuenta que en cada observación el instrumento debe descansar sobre el camino apoyado en tres o dos puntos fijos e invariables dependiendo del modelo del equipo, la rueda, el apoyo fijo trasero y según sea el caso el estabilizador para ensayo (Ilustración N° 16, Corte B-B). La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotará en un formato de campo, El formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas; empezando por el casillero (1,1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, o de izquierda a derecha y de arriba abajo.

El proceso de medición es continuo y se realiza a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba empieza estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo, el operador espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar. Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repite la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas. El espaciado entre los ensayos no es un factor crítico, pero es recomendable que las lecturas se realicen siempre estacionando la rueda en una misma posición, para lo cual se pone una señal o marca llamativa sobre la llanta (con gutapercha fosforescente, por ejemplo), la que debe quedar siempre en contacto con el piso. Ello facilita la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levanta el equipo y controla que la llanta

gire una vuelta haciendo coincidir nuevamente la marca sobre el piso.  
Manual del usuario MERLINER por, (Del Águila Rodríguez, 1999)

La información fue procesada en forma computarizada utilizando cuadros estadísticos, distribución de frecuencias según las variables a estudiar y los cruces de información estudiados, mediante el uso del Excel.

Con los datos tomados de campo, se hacen histogramas por grupos de 200 datos cada uno,

<b>DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN</b>										
	<b>LECTURAS CAMPO</b>									
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>1</b>										
<b>2</b>										
<b>3</b>										
<b>4</b>										
<b>5</b>										
<b>6</b>										
<b>7</b>										
<b>8</b>										
<b>9</b>										
<b>10</b>										
<b>11</b>										
<b>12</b>										
<b>13</b>										
<b>14</b>										
<b>15</b>										
<b>16</b>										
<b>17</b>										
<b>18</b>										
<b>19</b>										
<b>20</b>										

Tabla 2 Formato para toma de datos de campo con MERLIN

### 3. CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Datos generales del área de estudio

Área especificada	<b>17 280</b>	m <sup>2</sup>
Ancho de la calzada	<b>7,20</b>	m
Longitud de Unidad de Muestreo	<b>400</b>	m
Longitud de la vía en estudio	<b>1200</b>	m
Número de Unidades de Muestreo:		
N	<b>6</b>	und
Área de Unidad de Muestra	<b>2 880</b>	m <sup>2</sup>

#### 3.2. Mapa de la zona



Gráfico 4. Esquema de la zona de estudio

#### 3.3. Valores del Índice de Rugosidad Internacional IRI

Pavimentos flexibles			Clasificación	Descripción
Valores PSI	Valores IRI	Rangos de IRI		

5.0	0.0	0.0 – 1.0	Muy Buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficiente suaves y sin deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpetados durante el año de inspección normalmente se clasificaría como Buenos.
4.2	0.8			
4.0	1.0			
3.0	1.9	1.0 – 1.9	Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “muy Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un leve deterioro superficial, como desprendimientos y fisuras menores.
2.5	2.6	1.9 – 3.6	Regular	En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y bombeo de finos.
2.0	3.6			
1.5	4.9	3.6 – 6.4	Malo	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconches de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0	6.4			
0.0	9.5	>6.4	Muy Malo	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro, Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Cuadro 3. Valores del Índice de Rugosidad Internacional

3.4. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo

LECTURAS CAMPO																			
30	30	29	29	28	26	29	28	25	24	22	23	24	20	18	20	17	23	20	21
26	27	26	27	30	27	30	31	28	19	18	23	21	23	18	25	20	23	21	20
28	26	29	31	27	26	26	32	29	19	24	24	24	21	17	22	22	20	22	17
29	25	27	29	28	29	26	28	32	21	18	22	23	21	20	20	22	23	16	19
28	29	31	27	26	30	30	27	28	21	21	17	17	20	17	23	20	19	24	23
27	30	30	26	29	26	30	27	29	21	21	18	18	19	17	21	19	25	21	17
28	26	26	30	29	30	28	26	25	24	20	24	22	21	21	17	17	22	24	17
26	28	30	26	28	29	26	26	27	18	25	22	24	20	22	18	17	17	18	21
29	28	25	25	26	27	27	25	28	20	22	20	22	24	24	24	23	18	21	21
30	30	30	25	29	28	31	28	32	20	23	21	22	17	24	20	23	21	25	17

Tabla 3. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo

3.5. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho

LECTURAS CAMPO																			
26	30	31	31	26	25	30	28	28	20	19	24	23	19	25	16	20	25	23	22
29	28	28	30	26	30	30	30	27	17	23	21	18	21	18	20	24	17	23	21
27	28	27	30	28	31	30	26	33	21	20	21	24	22	16	22	16	17	20	23
25	26	28	26	27	27	31	31	33	23	21	19	22	24	17	20	23	23	16	25
27	29	30	26	31	30	30	27	30	17	16	16	23	20	20	21	23	20	19	14
27	26	29	30	31	25	26	33	29	17	24	22	20	25	21	19	20	19	18	23
28	29	26	29	28	26	32	32	30	22	19	17	21	21	16	16	15	14	15	17
25	26	29	28	25	28	26	26	28	20	22	18	22	22	16	19	20	20	21	17
30	30	25	32	28	27	31	26	27	19	16	21	22	21	24	23	21	15	15	24
26	26	27	27	32	26	27	33	28	23	18	18	16	22	20	19	21	14	21	14

Tabla 4. Lecturas de campo Progresiva de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho

3.6. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado Izquierdo

LECTURAS CAMPO																			
26	27	29	26	30	29	27	26	31	18	18	19	17	22	23	20	17	21	20	24
27	28	30	31	29	28	31	30	30	20	22	21	20	23	21	17	20	19	19	20



29	27	26	31	30	31	29	26	28	23	25	24	21	19	23	24	20	24	17	22
28	26	28	26	26	30	27	25	29	20	22	23	19	22	23	18	23	22	21	18
30	27	27	30	29	25	29	27	27	22	23	23	18	20	22	20	23	22	17	16
28	29	29	26	26	30	30	31	29	21	21	20	18	20	20	24	17	21	17	23
27	25	28	30	30	29	30	29	28	19	23	23	23	20	18	23	18	24	21	21
28	30	26	27	30	25	27	26	32	22	22	24	20	22	19	22	23	20	22	17
26	25	29	30	28	30	27	32	26	20	20	17	25	21	24	19	21	20	16	17
29	26	28	30	27	28	30	30	31	19	23	19	18	23	20	21	23	16	24	17

Tabla 5. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+00 m – Lado Izquierdo

### 3.7. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho

LECTURAS CAMPO																			
26	26	26	26	31	30	29	28	26	19	21	21	23	22	24	23	21	19	19	23
30	25	29	31	31	31	26	25	32	22	24	19	21	25	19	21	20	21	18	22
30	29	26	29	29	30	30	27	27	21	20	24	18	24	19	17	24	24	22	18
26	28	31	27	29	27	29	29	27	21	20	19	17	18	24	23	22	24	21	24
25	30	28	29	31	28	26	27	32	19	21	23	20	18	24	23	22	21	22	21
30	26	25	29	28	29	29	31	27	25	18	22	23	19	22	20	17	24	22	20
26	29	31	28	29	31	30	29	32	19	22	19	17	22	17	19	16	21	16	24
30	30	30	25	28	27	25	26	26	22	19	23	25	17	20	20	22	17	20	16
29	27	26	27	29	29	28	28	30	20	21	19	25	22	19	21	21	21	24	24
30	30	30	27	28	27	25	31	28	18	20	20	23	22	21	21	17	19	22	17

Tabla 6. Lecturas de campo Progresiva de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho

### 3.8. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado Izquierdo

LECTURAS CAMPO																			
26	26	27	26	25	29	30	25	27	24	18	19	18	21	16	22	22	19	15	19
26	27	30	25	27	28	29	27	29	22	20	21	20	23	20	17	22	25	21	21
28	29	25	27	27	29	30	25	29	21	19	23	19	18	22	17	17	23	23	22
25	27	30	31	29	25	30	32	33	25	18	20	20	17	22	21	24	17	20	16
28	26	30	31	31	29	29	26	28	17	20	21	23	15	20	15	20	22	18	16
30	25	27	28	28	25	32	31	25	23	20	23	24	24	20	20	18	17	23	16
30	29	30	31	28	32	29	32	28	21	24	24	22	23	15	22	15	15	14	21
25	27	29	32	31	28	32	26	31	22	22	24	17	23	22	16	23	21	15	19
27	27	28	31	26	27	28	27	29	16	23	21	24	24	18	21	16	18	24	20
28	27	29	28	26	28	26	28	33	23	20	20	16	21	15	16	17	15	17	22

Tabla 7. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado Izquierdo

3.9. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho

LECTURAS CAMPO																			
29	25	28	28	28	26	26	29	26	20	24	24	20	21	22	24	25	23	24	22
28	29	27	29	26	26	27	26	30	24	22	21	24	20	19	24	22	19	19	24
28	25	30	30	25	30	25	27	29	25	22	21	25	20	25	23	18	22	23	22
26	28	30	27	26	28	28	25	27	24	21	25	24	19	19	24	23	20	22	24
27	30	29	30	25	28	31	27	25	24	23	20	21	24	23	20	24	23	20	18
27	30	29	30	30	28	27	25	28	24	23	23	22	22	22	22	20	21	21	24
28	27	27	25	26	31	27	31	31	24	24	21	22	22	25	20	22	21	21	23
26	28	27	30	27	26	26	26	27	23	19	24	18	20	23	24	20	25	24	25
30	29	28	30	31	28	28	32	28	20	24	21	18	19	21	21	20	19	20	20
30	29	25	29	26	28	28	25	29	18	20	20	20	19	20	20	20	20	19	19

Tabla 8. Lecturas de campo Progresiva de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho

### 3.10. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo

<b>TESISTAS:</b> Marrufo Fernández Ader y Pérez Gonzales Joel Leonardo	<b>ASESOR</b> ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, Dr.
---	---

TÍTULO: EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RASANTE Y EL ÍNDICE DE RUGOSIDAD DE LA AVENIDA CÁCERES - IQUITOS 2022

PROGRESIVA INICIAL: <b>0+00,00</b>	PROGRESIVA FINAL: <b>0+400,00</b>	LONGITUD: <b>400,00 metros</b>	Certificado N°
CAPA: <b>CARPETA ASFÁLTICA</b>	CARRIL: <b>IZQUIERDO</b>	FECHA: <b>27-Oct-22</b>	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:	

#### DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																			
30	30	29	29	28	26	29	28	25	24	22	23	24	20	18	20	17	23	20	21
26	27	26	27	30	27	30	31	28	19	18	23	21	23	18	25	20	23	21	20
28	26	29	31	27	26	26	32	29	19	24	24	24	21	17	22	22	20	22	17
29	25	27	29	28	29	26	28	32	21	18	22	23	21	20	20	22	23	16	19
28	29	31	27	26	30	30	27	28	21	21	17	17	20	17	23	20	19	24	23
27	30	30	26	29	26	30	27	29	21	21	18	18	19	17	21	19	25	21	17
28	26	26	30	29	30	28	26	25	24	20	24	22	21	21	17	17	22	24	17
26	28	30	26	28	29	26	26	27	18	25	22	24	20	22	18	17	17	18	21
29	28	25	25	26	27	27	25	28	20	22	20	22	24	24	24	23	18	21	21
30	30	30	25	29	28	31	28	32	20	23	21	22	17	24	20	23	21	25	17

FACTOR DE CORRECCION F.C. = **1,00000**

**CALCULO DE "D"**

$$D = (CI + CE + CD) \times 5$$

DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA  
HISTOGRAMA: CI= COLA IZQUIERDA CE= CENTRO CD= COLA DERECHA

**CALCULO DEL "IRI"**

D >= 38.37 mm      D < 38.37 mm

IRI = 0.593 + 0.0471 x D      IRI = 0.0485 x D

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACIONES RESULTANTES	0,40	12	0,80
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD)	13,20		
<b>D</b>	<b>66,00</b>		
<b>IRI</b>	<b>3,70</b>		

**COMENTARIOS**

Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula:

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

con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Malo, esto quiere decir que:

Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
FRECUENCIAS	HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS
0 1	
0 2	
0 3	
0 4	
0 5	
0 6	
0 7	
0 8	
0 9	
0 10	
0 11	
0 12	
0 13	
0 14	
0 15	
1 16	X
15 17	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
10 18	XXXXXXXXXXXX
6 19	XXXXXX
16 20	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
19 21	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
13 22	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
12 23	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
14 24	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
11 25	XXXXXXXXXXXX
18 26	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
12 27	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
16 28	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
15 29	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
15 30	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
4 31	XXXX
3 32	XXX
0 33	
0 34	
0 35	
0 36	
0 37	
0 38	
0 39	
0 40	
0 41	
0 42	
0 43	
0 44	
0 45	
0 46	
0 47	
0 48	
0 49	
0 50	

Gráfico 5. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado Izquierdo

### 3.11. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho

PROGRESIVA INICIAL: <b>0+00,00</b>	PROGRESIVA FINAL: <b>0+400,00</b>	LONGITUD: <b>400,00 metros</b>	Certificado N°
CAPA: <b>CARPETA ASFÁLTICA</b>	CARRIL: <b>DERECHO</b>	FECHA: <b>27-Oct-22</b>	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:	

#### DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																			
26	30	31	31	26	25	30	28	28	20	19	24	23	19	25	16	20	25	23	22
29	28	28	30	26	30	30	30	27	17	23	21	18	21	18	20	24	17	23	21
27	28	27	30	28	31	30	26	33	21	20	21	24	22	16	22	16	17	20	23
25	26	28	26	27	27	31	31	33	23	21	19	22	24	17	20	23	23	16	25
27	29	30	26	31	30	30	27	30	17	16	16	23	20	20	21	23	20	19	14
27	26	29	30	31	25	26	33	29	17	24	22	20	25	21	19	20	19	18	23
28	29	26	29	28	26	32	32	30	22	19	17	21	21	16	16	15	14	15	17
25	26	29	28	25	28	26	26	28	20	22	18	22	22	16	19	20	20	21	17
30	30	25	32	28	27	31	26	27	19	16	21	22	21	24	23	21	15	15	24
26	26	27	27	32	26	27	33	28	23	18	18	16	22	20	19	21	14	21	14

FACTOR DE CORRECCION	F. C. =	<b>1,0000</b>
----------------------	---------	---------------

CALCULO DE "D"	
<b>D = ( CI + CE + CD ) X 5</b>	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA; CI= COLA IZQUIERDA CE= CENTRO CD= COLA DERECHA	

CALCULO DEL "IRI"	
D >= 38.37 mm	D < 38.37 mm
IRI = 0.593 + 0.0471 x D	IRI = 0.0485 x D

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,82	14	0,75
SUMA FRACCIONES ( CI + CE + CD )	15,57		
<b>D</b>	<b>77,84</b>		
<b>IRI</b>	<b>4,26</b>		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula:	
$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$	
con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Malo, esto quiere decir que:	
Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.	

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

Gráfico 6. Cálculo del IRI de 0+000 a 0+400 m – Lado derecho



### 3.13. Cálculo del IRI de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho

PROGRESIVA INICIAL:	<b>0+400,00</b>	PROGRESIVA FINAL:	<b>0+800,00</b>	LONGITUD:	<b>400,00 metros</b>	Certificado N°
CAPA:	<b>CARPETA ASFÁLTICA</b>	CARRIL:	<b>DERECHO</b>	FECHA:	<b>27-Oct-22</b>	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

#### DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																			
26	26	26	31	30	29	28	26	19	21	21	23	22	24	23	21	19	19	23	
30	25	29	31	31	31	26	25	32	22	24	19	21	25	19	21	20	21	18	22
30	29	26	29	29	30	30	27	27	21	20	24	18	24	19	17	24	24	22	18
26	28	31	27	29	27	29	29	27	21	20	19	17	18	24	23	22	24	21	24
25	30	28	29	31	28	26	27	32	19	21	23	20	18	24	23	22	21	22	21
30	26	25	29	28	29	29	31	27	25	18	22	23	19	22	20	17	24	22	20
26	29	31	28	29	31	30	29	32	19	22	19	17	22	17	19	16	21	16	24
30	30	30	25	28	27	25	26	26	22	19	23	25	17	20	20	22	17	20	16
29	27	26	27	29	29	28	28	30	20	21	19	25	22	19	21	21	21	24	24
30	30	30	27	28	27	25	31	28	18	20	20	23	22	21	21	17	19	22	17

FACTOR DE CORRECCION	F.C. =	<b>1,00000</b>
----------------------	--------	----------------

CALCULO DE "D"	
<b>D = ( CI + CE + CD ) X 5</b>	
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA	
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA	

CALCULO DEL "IRI"	
D >= 38.37 mm	D < 38.37 mm
IRI = 0.593 + 0.0471 x D	IRI = 0.0485 x D

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,22	13	0,30
SUMA FRACCIONES ( CI + CE + CD )	13,52		
<b>D</b>	<b>67,61</b>		
<b>IRI</b>	<b>3,78</b>		

COMENTARIOS	
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula:	
$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$	
con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Malo, esto quiere decir que:	
Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.	

LECTURAS		LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN																		
FRECUENCIAS	LECTURAS	HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS																		
0	1																			
0	2																			
0	3																			
0	4																			
0	5																			
0	6																			
0	7																			
0	8																			
0	9																			
0	10																			
0	11																			
0	12																			
0	13																			
0	14																			
0	15																			
3	16																			XXX
9	17																			XXXXXXXXXX
7	18																			XXXXXXXXXX
16	19																			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
12	20																			XXXXXXXXXXXX
19	21																			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
17	22																			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
9	23																			XXXXXXXXXX
14	24																			XXXXXXXXXXXXXXXXXX
11	25																			XXXXXXXXXXXX
14	26																			XXXXXXXXXXXXXXXXXX
12	27																			XXXXXXXXXXXX
11	28																			XXXXXXXXXXXX
18	29																			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
15	30																			XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
10	31																			XXXXXXXXXXXX
3	32																			XXX
0	33																			
0	34																			
0	35																			
0	36																			
0	37																			
0	38																			
0	39																			
0	40																			
0	41																			
0	42																			
0	43																			
0	44																			
0	45																			
0	46																			
0	47																			
0	48																			
0	49																			
0	50																			

Gráfico 8. Cálculo del IRI de 0+400 a 0+800 m – Lado derecho



### 3.15. Cálculo del IRI de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho

PROGRESIVA INICIAL:	<b>0+800,00</b>	PROGRESIVA FINAL:	<b>1+200,00</b>	LONGITUD:	<b>400,00 metros</b>	Certificado N°
CAPA:	<b>CARPETA ASFÁLTICA</b>	CARRIL:	<b>DERECHO</b>	FECHA:	<b>27-Oct-22</b>	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

#### DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO																FRECUCIAS	LECTURAS	LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN				
29	25	28	28	26	26	29	26	20	24	24	20	21	22	24	25	23	24	22	0	1	HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
28	29	27	29	26	26	27	26	30	24	22	21	24	20	19	24	22	19	19	24	0	2	
28	25	30	30	25	30	25	27	29	25	22	21	25	20	25	23	18	22	23	22	0	3	
26	28	30	27	26	28	28	25	27	24	21	25	24	19	19	24	23	20	22	24	0	4	
27	30	29	30	25	28	31	27	25	24	23	20	21	24	23	20	24	23	20	18	0	5	
27	30	29	30	30	28	27	25	28	24	23	23	22	22	22	22	20	21	21	24	0	6	
28	27	27	25	26	31	27	31	31	24	24	21	22	22	25	20	22	21	21	23	0	7	
26	28	27	30	27	26	26	26	27	23	19	24	18	20	23	24	20	25	24	25	0	8	
30	29	28	30	31	28	28	32	28	20	24	21	18	19	21	21	20	19	20	20	0	9	
30	29	25	29	26	28	28	25	29	18	20	20	19	20	20	20	20	19	19	19	0	10	
<b>FACTOR DE CORRECCION</b> F.C. = <b>1,00000</b>																0	11					
<b>CALCULO DE "D"</b>																0	12					
<b>D = ( CI + CE + CD ) X 5</b>																0	13					
DESCARTANDO 10 VALORES CADA COLA DEL HISTOGRAMA																0	14					
HISTOGRAMA: CI = COLA IZQUIERDA CE = CENTRO CD = COLA DERECHA																0	15					
<b>CALCULO DEL "IRI"</b>																0	16					
D >= 38.37 mm D < 38.37 mm																0	17					
IRI = 0.593 + 0.0471 x D IRI = 0.0485 x D																5	18	XXXXX				
																11	19	XXXXXXXXXXXX				
																23	20	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																13	21	XXXXXXXXXXXXXXXX				
																15	22	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																12	23	XXXXXXXXXXXXXXXX				
																23	24	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																19	25	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																14	26	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																15	27	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																19	28	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																11	29	XXXXXXXXXXXX				
																14	30	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX				
																5	31	XXXXXX				
																1	32	X				
																0	33					
																0	34					
																0	35					
																0	36					
																0	37					
																0	38					
																0	39					
																0	40					
																0	41					
																0	42					
																0	43					
																0	44					
																0	45					
																0	46					
																0	47					
																0	48					
																0	49					
																0	50					

COMENTARIOS			
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula:			
$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D$			
con lo cual se determina que la rugosidad del pavimento es Regular, esto quiere decir que:			
En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento.			

Gráfico 10. Cálculo del IRI de 0+800 a 1+200 m – Lado derecho



## 3.16. Resumen de valores del IRI de 0+000 a 1+200 m

**RESUMEN CÁLCULO DE IRI**

N°	TRAMO	LADO	IRI	
1	<b>0+00,00 - 0+400,00</b>	Lado Derecho	4,26	Malo
2	<b>0+400,00 - 0+800,00</b>	Lado Derecho	3,78	Malo
3	<b>0+800,00 - 1+200,00</b>	Lado Derecho	3,24	Regular
4	<b>0+00,00 - 0+400,00</b>	Lado Izquierdo	3,70	Malo
5	<b>0+400,00 - 0+800,00</b>	Lado Izquierdo	3,73	Malo
6	<b>0+800,00 - 1+200,00</b>	Lado Izquierdo	4,30	Malo
IRI promedio			<b>3,84</b>	Malo

Tabla 9. Resumen de valores del IRI de 0+000 a 1+200 m

## 3.17. Discusión

En la tesis Según Tingal Limay (2021), en la tesis “ANÁLISIS DEL ÍNDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL (IRI) DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA CAJAMARCA – BAÑOS DEL INCA, UTILIZANDO EL RUGOSIMETRO DE MERLIN”, presentada en la Universidad Nacional de Cajamarca, se llegó determinar 18 Unidades de Muestra cada uno de 400 metros; de los cuales se evaluaron con el Rugosímetro Merlin. Se analizó la Rugosidad en 7.3 kilómetros (calzada de ida y vuelta) de la vía Cajamarca – Baños del Inca, desde el Rotonda Musical hasta el Rotonda Baños del Inca (Senati), obteniendo valores en unidades IRI como fueron: por el Calzada derecho de la vía 1.07 m/km en IRI promedio, una desviación estándar de 0.27, IRI Característico de 1.51 m/km, un PSI de 4.12; y para el Calzada 2 (vuelta) 1.10 m/km en IRI promedio, una desviación estándar de 0.10, IRI Característico de 1.27 m/km, un PSI de 4.09; el

cual nos indica que la vía en conceptos generales está en buenas condiciones de transitabilidad vehicular, y según la escala de estimación de rugosidad de carreteras dada por la Norma ASTM E-1926-98, nos indica que la carretera tiene un manejo confortable entre 100 km/hora - 120 km/hora, no obstante está contemplada estas velocidades en las señalizaciones de tránsito, debido al alto flujo de vehículos y personas. Se obtuvo como resultado para este pavimento un IRI mínimo de 0.81 m/km, un IRI máximo de 1.71 m/km y un IRI promedio de 1.085 m/km. (Tingal Limay, 2021)

En el caso de la presente tesis, se analizó toda la avenida Cáceres de Iquitos, desde la Plaza 28 de julio hasta el lago Moronacocha, ida y vuelta, los lados derecho e izquierdo, con lo cual resulta un IRI promedio de 3,84, con lo que la superficie del pavimento, está categorizado Malo

## 4. CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Luego del trabajo realizado se concluye que existe relación entre el nivel de rasante con el índice de rugosidad en la avenida Cáceres - Iquitos 2022, porque se ha visto que tiene muchas variaciones en su nivel.

Se determinó el índice de rugosidad del lado derecho de la avenida Cáceres en Iquitos 2022

En el tramo 0+00,00 - 0+400,00 se obtuvo IRI = 4,26 calificado como Malo

En el tramo 0+400,00 - 0+800,00 se obtuvo IRI = 3,78 calificado como Malo

En el tramo 0+800,00 - 1+200,00 se obtuvo IRI = 3,24 calificado como Regular

Asimismo se ha calculado el índice de rugosidad del lado izquierdo de la avenida Cáceres en Iquitos 2022

En el tramo 0+00,00 - 0+400,00 se obtuvo IRI = 3,70 calificado como Malo

En el tramo 0+400,00 - 0+800,00 se obtuvo IRI = 3,73 calificado como Malo

En el tramo 0+800,00 - 1+200,00 se obtuvo IRI = 4,30 calificado como Malo

### 4.2. Recomendaciones

A la entidad que corresponda, en este caso la Municipalidad Provincial de Maynas, deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

Por los resultados obtenidos se recomienda realizar evaluaciones de manera periódica, en base a una programación secuencial con frecuencias de 12 meses y elaborar la curva de comportamiento de los pavimentos, estas evaluaciones deben ser tomadas como una herramienta indispensable para la toma de decisiones en el mediano plazo y proyectar estudios de inversión para tener en condiciones de óptimas las vías de articulación dentro y fuera de la extensión urbana.

El mantenimiento predominantemente CORRECTIVO y va dirigido a sanar la zona afectada.

## 5. CAPÍTULO V: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA VASCONCELLOS, E. (2010). *ANÁLISIS DE LA MOVILIDAD URBANA. ESPACIO, MEDIO AMBIENTE Y EQUIDAD*. BOGOTÁ, COLOMBIA: CAF.
- Arones Tuesta, M. A., & Canchaya Inga, P. C. (2019). *Evaluación del pavimento flexible de la avenida La Marina entre avenidas 28 de julio y los Rosales en Punchana 2018*. Iquitos, Perú: Tesis Universidad Científica del Perú.
- BORJA, S. M. (9 de MAYO de 2014). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION PARA INGENIERIA CIVIL*. Obtenido de GOOGLE: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-investigacion-para-ing-civil>
- Bravo, M. C. (2014). *Evaluación de las Patologías de los Pavimentos Intertrabados de la Ciudad de Jaén – Cajamarca*. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Calizaya Vivanco, J. A., & Lluncor Gallo, R. A. (2015). *Influencia de la ingeniería geotécnica en la intervención y resultados por niveles de servicio en la carretera Huancavelica-Lircay-Huallapampa-La Mejorada-Acobamva-Puente Allcomachay*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Cárdenas, R. J. (2016). *Determinación y Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible, para Obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento Flexible y Condición Operacional de la Superficie de Rodadura de la Avenida Carlos La Torre Cortéz, Distrito De Huanta*. Ayacucho, Departamento de Ayacucho, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1289>
- Cerón Bermúdez, V., & Vásquez Torres, L. C. (2006). *Evaluación y comparación de metodologías VIZIR y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya-CRQ Armenia Quindío*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Chang Albitres, C. (17 de 07 de 2019). *Evaluación de pavimentos: Criterios y aplicaciones*. Obtenido de <http://revistavial.com/evaluacion-de-pavimentos-criterios-y-aplicaciones-26154/>: <http://revistavial.com/evaluacion-de-pavimentos-criterios-y-aplicaciones-26154/>
- Cote, S. G., & Villalba, O. L. (2017). *Índice de Condición del Pavimento Rígido en la Ciudad de Cartagena de Indias y Medidas de Conservación Caso de Estudio: Carrera 1ra del Barrio Bocagrande – 2017*. Cartagena D, TyC, Colombia.
- Coy Pineda, O. M. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52° a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI*. Bogotá Colombia: Universidad Militar de Nueva Granada.

- Del Águila Rodríguez, P. (1999). *Metodología para la determinación de rugosidad de los Pavimentos*. Lima, Perú: Camineros SAC.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5° ed. Mexico: Mc.Graw Hill.
- Higuera Sandoval, C. H., & Pacheco Merchán, Ó. F. (2010). Patología de pavimentos articulados. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín N° 17*, 75-94.
- Kerlinger, F. (2002). *Investigación del comportamiento* 3° ed. Mexico: Mc. Graw Hill.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de investigación*. Caracas: Editorial Alfa Venezuela.
- Laura Hirpahuanca, D. (2016). *Determinación y comparación de la regularidad superficial del pavimento de la carretera Cusco-Urcos usando teléfonos inteligentes y rugosímetro de MERLIN 2016*. Cusco Perú: Universidad Andina del Cusco.
- Medina Palacios, A., & De la Cruz Puma, M. (2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI*. Lima Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Valdivia, Chile: UACH.
- Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de Pavimentos para carreteras* (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Osuna Ruiz, R. E. (2008). *Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, Sin.* Mexico: UNAM.
- Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Romero Rojas, G. E. (2012). *Estudio del Ahuellamiento en la carretera IIRSA Norte, tramo 6, Sector Óvalo Cáceres - DV -Sullana*. Piura, Perú: Universidad de Piura.
- Rueda Castro, L. (2004). Consideraciones éticas en el desarrollo de investigaciones. *Revista Terapia Ocupacional*, 1-8.
- THOMSON, I., & BULL, A. (2002). LA CONGESTION DEL TRANSITO URBANO: CAUSAS Y CONSECUENCIAS ECONOMICAS Y SOCIALES . *CEPAL 76*, 120-121.
- Tingal Limay, H. (2021). *Análisis del índice de rugosidad internacional (IRI) de la superficie del pavimento flexible de la vía Cajamarca - Baños del Inca, utilizando el rugosímetro de MERLIN*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.
- URAZAN BONELLS, C. F., PEREZ HERNANDEZ, Y. J., & REY SIERRA, Z. L. (2013). ANALISIS COMPARATIVO DE INTERSECCIONES A NIVEL, EN FUNCION DE LOS MOVIMIENTOS A IZQUIERDA, ESTUDIO DE CASO, BOGOTA D.C. *EPSILON N°20*, 1-2.

Vásquez, D. P., & Prado, E. J. (2016). *Patología del Pavimento Rígido en la Calle Pablo Rosell en el año 2016*. Iquitos, Departamento de Loreto, Perú: Universidad Científica del Perú.  
Obtenido de <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/140>

## 6. CAPÍTULO VI: ANEXOS (Opcional)

### 6.1 Instrumento de recolección de datos

Cálculo del Índice de Condición del Pavimento en tramo							
<b>Tramo</b>							
Longitud de Unidad de Muestra					m		
Área de Unidad de Muestreo					m <sup>2</sup>		
					ÁREA TOTAL =		
					m <sup>2</sup>		
<b>1</b>	<b>Progresiva</b>	<b>0</b>	<b>+</b>	<b>0</b>	<b>-</b>	<b>0</b> <b>+</b> <b>30</b>	
N°	Tipo de daño				Severidad	Área m <sup>2</sup>	Densidad





TESISTAS:				ASESOR			
ARONES TUESTA, Manuel Alejandro y CANCHANYA INGA, Paulo César				Ing. Erin Cabanillas Oñ			
TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018							
PROGRESIVA INICIA:	0+00.00	PROGRESIVA:	0+400.00	LONGITUD:	400.00 metros		
CAPA:	CONCRETO ASFALTI	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA:			
TECNICO:							

**DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN**

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

## 6.2 Matriz de consistencia

### EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA LA MARINA ENTRE AVENIDAS 28 DE JULIO Y LOS ROSALES EN PUNCHANA 2018

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Metodología
<p><b>Problema general.</b></p> <p>¿Cómo se relaciona el nivel de rasante con el índice de rugosidad en la avenida Cáceres 2022?</p>	<p><b>Objetivo general.</b></p> <p>Determinar la relación que existe entre el nivel de rasante con el índice de rugosidad en la avenida Cáceres - Iquitos 2022</p>	<p>Hi: El nivel de rasante tiene un índice de rugosidad malo en la avenida Cáceres en Iquitos 2022</p> <p>Ho: El nivel de rasante no tiene un índice de rugosidad malo en la avenida Cáceres en Iquitos 2022</p>	<p><b>LA VARIABLE INDEPENDIENTE (X):</b></p> <p>Nivel de rasante</p> <p><b>LA VARIABLE DEPENDIENTE (Y):</b></p>	<p>El tipo de investigación es tecnológica .</p> <p>El método de investigación es descriptivo</p>

<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>		Índice de rugosidad	El diseño de
¿Cuál es el índice de rugosidad del lado derecho de la avenida Cáceres en Iquitos 2022?	Determinar el índice de rugosidad del lado derecho de la avenida Cáceres en Iquitos 2022			investigación es No experimental correlacional
¿Cuál es el índice de rugosidad del lado izquierdo de la avenida Cáceres en Iquitos 2022?	Determinar el índice de rugosidad del lado izquierdo de la avenida Cáceres en Iquitos 2022			

### 6.3 Perfil de Rasante

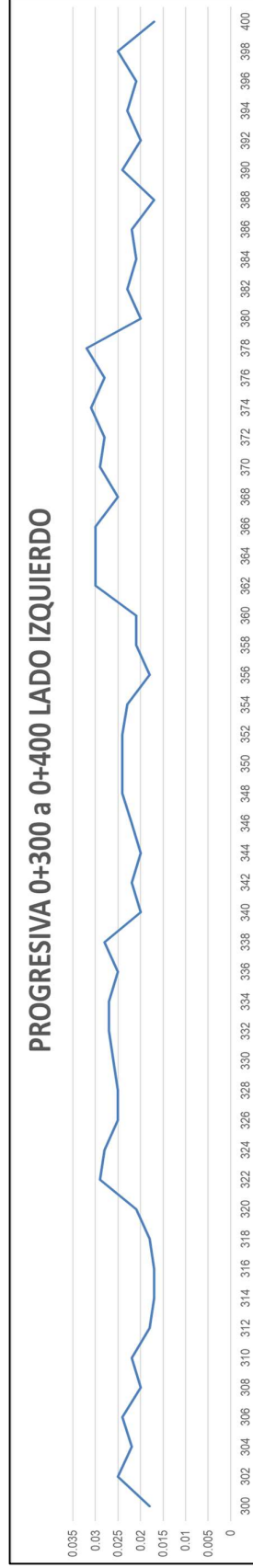
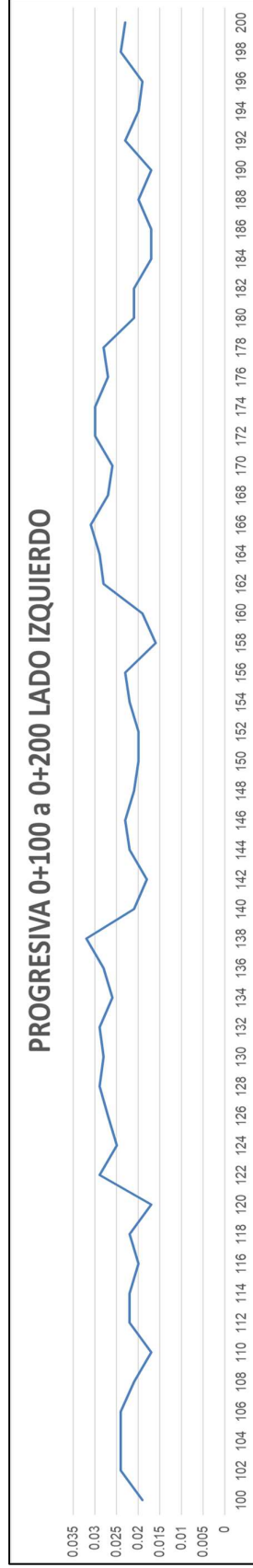
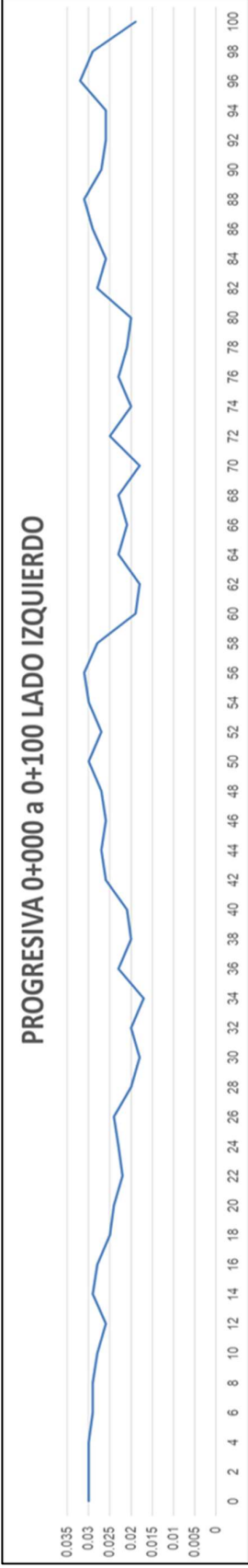
#### PERFIL LADO IZQUIERDO 0+00.00 – 0+400.00

0	0.03
2	0.03
4	0.03
6	0.029
8	0.029
10	0.028
12	0.026
14	0.029
16	0.028
18	0.025
20	0.024
22	0.022
24	0.023
26	0.024
28	0.020
30	0.018
32	0.02
34	0.017
36	0.023
38	0.02
40	0.021
42	0.026
44	0.027
46	0.026
48	0.027
50	0.03
52	0.027
54	0.03
56	0.031
58	0.028
60	0.019
62	0.018
64	0.023
66	0.021
68	0.023
70	0.018
72	0.025
74	0.02
76	0.023
78	0.021
80	0.02
82	0.028
84	0.026
86	0.029
88	0.031
90	0.027
92	0.026
94	0.026
96	0.032
98	0.029
100	0.019

102	0.024
104	0.024
106	0.024
108	0.021
110	0.017
112	0.022
114	0.022
116	0.02
118	0.022
120	0.017
122	0.029
124	0.025
126	0.027
128	0.029
130	0.028
132	0.029
134	0.026
136	0.028
138	0.032
140	0.021
142	0.018
144	0.022
146	0.023
148	0.021
150	0.020
152	0.020
154	0.022
156	0.023
158	0.016
160	0.019
162	0.028
164	0.029
166	0.031
168	0.027
170	0.026
172	0.03
174	0.03
176	0.027
178	0.028
180	0.021
182	0.021
184	0.017
186	0.017
188	0.02
190	0.017
192	0.023
194	0.02
196	0.019
198	0.024
200	0.023

202	0.027
204	0.03
206	0.03
208	0.026
210	0.029
212	0.026
214	0.03
216	0.027
218	0.029
220	0.021
222	0.021
224	0.018
226	0.018
228	0.019
230	0.017
232	0.021
234	0.019
236	0.025
238	0.021
240	0.017
242	0.028
244	0.026
246	0.026
248	0.03
250	0.029
252	0.03
254	0.028
256	0.026
258	0.025
260	0.024
262	0.02
264	0.024
266	0.022
268	0.021
270	0.021
272	0.017
274	0.017
276	0.022
278	0.024
280	0.017
282	0.026
284	0.028
286	0.03
288	0.026
290	0.028
292	0.029
294	0.026
296	0.026
298	0.027
300	0.018

302	0.025
304	0.022
306	0.024
308	0.02
310	0.022
312	0.018
314	0.017
316	0.017
318	0.018
320	0.021
322	0.029
324	0.028
326	0.025
328	0.025
330	0.026
332	0.027
334	0.027
336	0.025
338	0.028
340	0.02
342	0.022
344	0.02
346	0.022
348	0.024
350	0.024
352	0.024
354	0.023
356	0.018
358	0.021
360	0.021
362	0.03
364	0.03
366	0.03
368	0.025
370	0.029
372	0.028
374	0.031
376	0.028
378	0.032
380	0.02
382	0.023
384	0.021
386	0.022
388	0.017
390	0.024
392	0.02
394	0.023
396	0.021
398	0.025
400	0.017



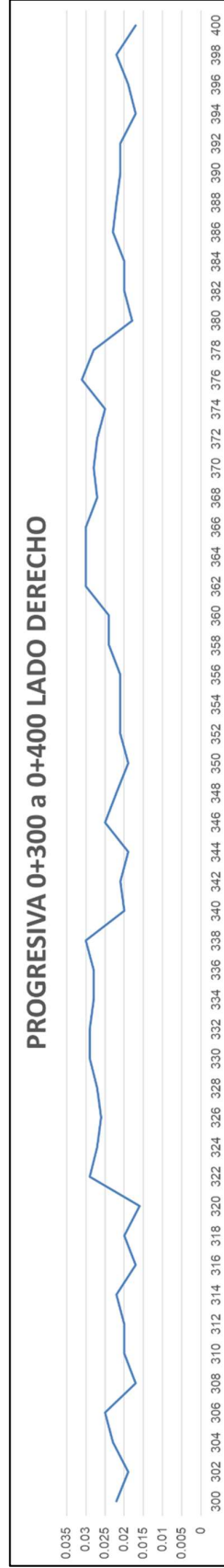
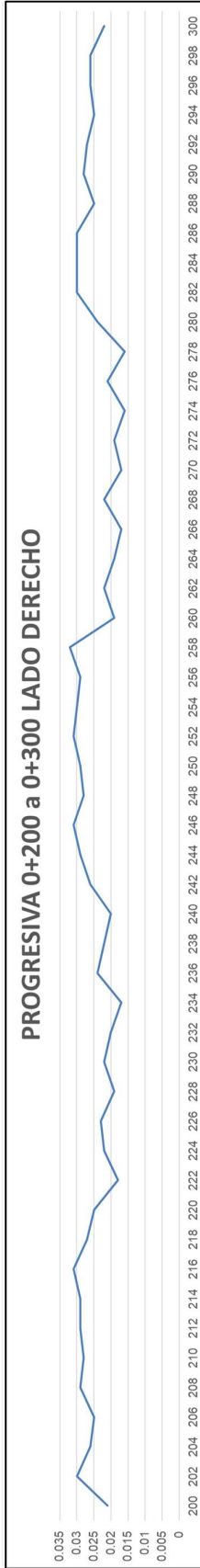
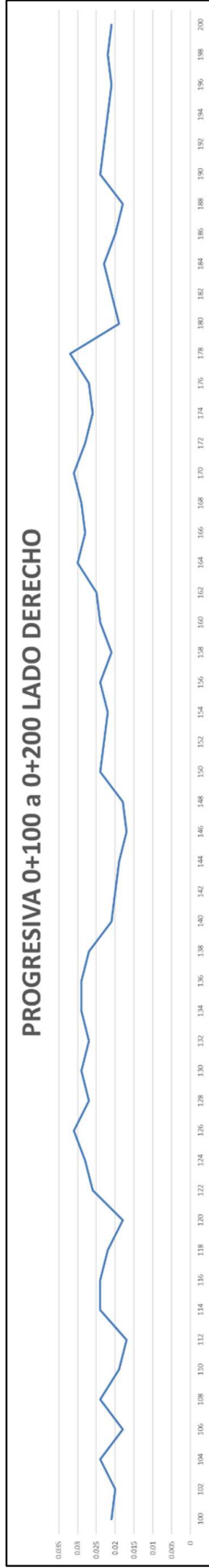
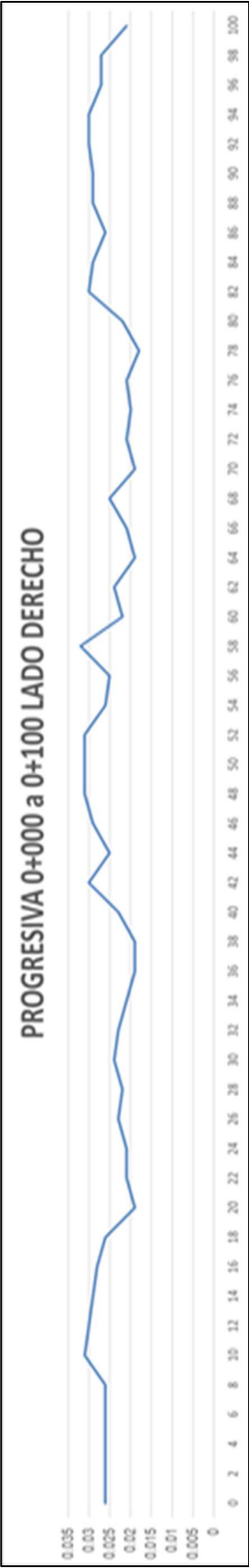
PERFIL LADO DERECHO 0+00.00 – 0+400.00

0	0.026
2	0.026
4	0.026
6	0.026
8	0.026
10	0.031
12	0.03
14	0.029
16	0.028
18	0.026
20	0.019
22	0.021
24	0.021
26	0.023
28	0.022
30	0.024
32	0.023
34	0.021
36	0.019
38	0.019
40	0.023
42	0.03
44	0.025
46	0.029
48	0.031
50	0.031
52	0.031
54	0.026
56	0.025
58	0.032
60	0.022
62	0.024
64	0.019
66	0.021
68	0.025
70	0.019
72	0.021
74	0.02
76	0.021
78	0.018
80	0.022
82	0.03
84	0.029
86	0.026
88	0.029
90	0.029
92	0.03
94	0.03
96	0.027
98	0.027
100	0.021

102	0.02
104	0.024
106	0.018
108	0.024
110	0.019
112	0.017
114	0.024
116	0.024
118	0.022
120	0.018
122	0.026
124	0.028
126	0.031
128	0.027
130	0.029
132	0.027
134	0.029
136	0.029
138	0.027
140	0.021
142	0.02
144	0.019
146	0.017
148	0.018
150	0.024
152	0.023
154	0.022
156	0.024
158	0.021
160	0.024
162	0.025
164	0.03
166	0.028
168	0.029
170	0.031
172	0.028
174	0.026
176	0.027
178	0.032
180	0.019
182	0.021
184	0.023
186	0.02
188	0.018
190	0.024
192	0.023
194	0.022
196	0.021
198	0.022
200	0.021

202	0.03
204	0.026
206	0.025
208	0.029
210	0.028
212	0.029
214	0.029
216	0.031
218	0.027
220	0.025
222	0.018
224	0.022
226	0.023
228	0.019
230	0.022
232	0.02
234	0.017
236	0.024
238	0.022
240	0.02
242	0.026
244	0.029
246	0.031
248	0.028
250	0.029
252	0.031
254	0.03
256	0.029
258	0.032
260	0.019
262	0.022
264	0.019
266	0.017
268	0.022
270	0.017
272	0.019
274	0.016
276	0.021
278	0.016
280	0.024
282	0.03
284	0.03
286	0.03
288	0.025
290	0.028
292	0.027
294	0.025
296	0.026
298	0.026
300	0.022

302	0.019
304	0.023
306	0.025
308	0.017
310	0.02
312	0.02
314	0.022
316	0.017
318	0.02
320	0.016
322	0.029
324	0.027
326	0.026
328	0.027
330	0.029
332	0.029
334	0.028
336	0.028
338	0.03
340	0.02
342	0.021
344	0.019
346	0.025
348	0.022
350	0.019
352	0.021
354	0.021
356	0.021
358	0.024
360	0.024
362	0.03
364	0.03
366	0.03
368	0.027
370	0.028
372	0.027
374	0.025
376	0.031
378	0.028
380	0.018
382	0.02
384	0.02
386	0.023
388	0.022
390	0.021
392	0.021
394	0.017
396	0.019
398	0.022
400	0.017



PERFIL LADO IZQUIERDO 0+400.00 – 0+800.00

400	0.026
402	0.026
404	0.03
406	0.031
408	0.031
410	0.026
412	0.025
414	0.03
416	0.028
418	0.028
420	0.02
422	0.019
424	0.024
426	0.023
428	0.019
430	0.025
432	0.016
434	0.02
436	0.025
438	0.023
440	0.022
442	0.029
444	0.028
446	0.028
448	0.03
450	0.026
452	0.03
454	0.03
456	0.03
458	0.027
460	0.017
462	0.023
464	0.021
466	0.018
468	0.021
470	0.018
472	0.02
474	0.024
476	0.017
478	0.023
480	0.021
482	0.027
484	0.028
486	0.027
488	0.03
490	0.028
492	0.031
494	0.03
496	0.026
498	0.033
500	0.021

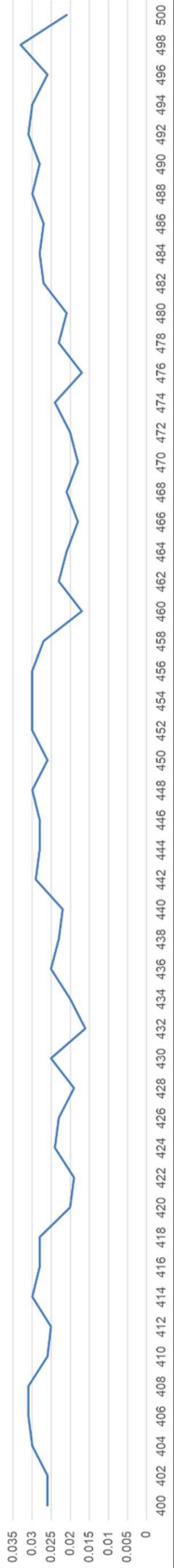
502	0.02
504	0.021
506	0.024
508	0.022
510	0.016
512	0.022
514	0.016
516	0.017
518	0.02
520	0.023
522	0.025
524	0.026
526	0.028
528	0.026
530	0.027
532	0.027
534	0.031
536	0.031
538	0.033
540	0.023
542	0.021
544	0.019
546	0.022
548	0.024
550	0.017
552	0.02
554	0.023
556	0.023
558	0.016
560	0.025
562	0.027
564	0.029
566	0.03
568	0.026
570	0.031
572	0.03
574	0.03
576	0.027
578	0.03
580	0.017
582	0.016
584	0.016
586	0.023
588	0.02
590	0.02
592	0.021
594	0.023
596	0.02
598	0.019
600	0.014

602	0.027
604	0.026
606	0.029
608	0.03
610	0.031
612	0.025
614	0.026
616	0.033
618	0.029
620	0.017
622	0.024
624	0.022
626	0.02
628	0.025
630	0.021
632	0.019
634	0.02
636	0.019
638	0.018
640	0.023
642	0.028
644	0.029
646	0.026
648	0.029
650	0.028
652	0.026
654	0.032
656	0.032
658	0.03
660	0.022
662	0.019
664	0.017
666	0.021
668	0.021
670	0.016
672	0.016
674	0.015
676	0.014
678	0.015
680	0.017
682	0.025
684	0.026
686	0.029
688	0.028
690	0.025
692	0.028
694	0.026
696	0.026
698	0.028
700	0.02

702	0.022
704	0.018
706	0.022
708	0.022
710	0.016
712	0.019
714	0.02
716	0.02
718	0.021
720	0.017
722	0.03
724	0.03
726	0.025
728	0.032
730	0.028
732	0.027
734	0.031
736	0.026
738	0.027
740	0.019
742	0.016
744	0.021
746	0.022
748	0.021
750	0.024
752	0.023
754	0.021
756	0.015
758	0.015
760	0.024
762	0.026
764	0.026
766	0.027
768	0.027
770	0.032
772	0.026
774	0.027
776	0.033
778	0.028
780	0.023
782	0.018
784	0.018
786	0.016
788	0.022
790	0.02
792	0.019
794	0.021
796	0.014
798	0.021
800	0.014



### PROGRESIVA 0+400 a 0+500 LADO IZQUIERDO



### PROGRESIVA 0+500 a 0+600 LADO IZQUIERDO



### PROGRESIVA 0+600 a 0+700 LADO IZQUIERDO



### PROGRESIVA 0+700 a 0+800 LADO IZQUIERDO



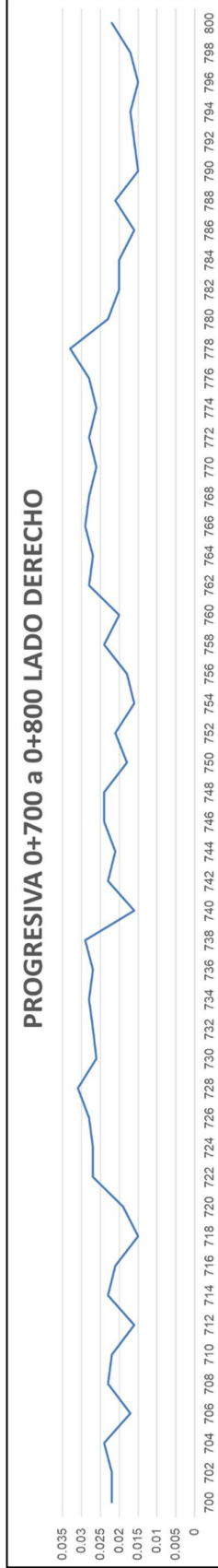
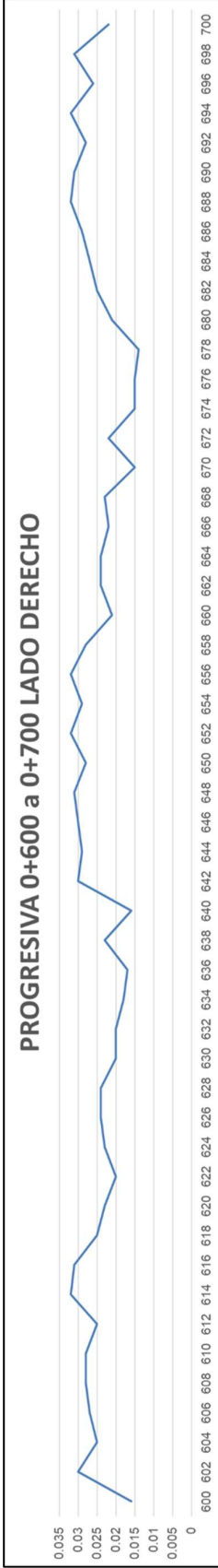
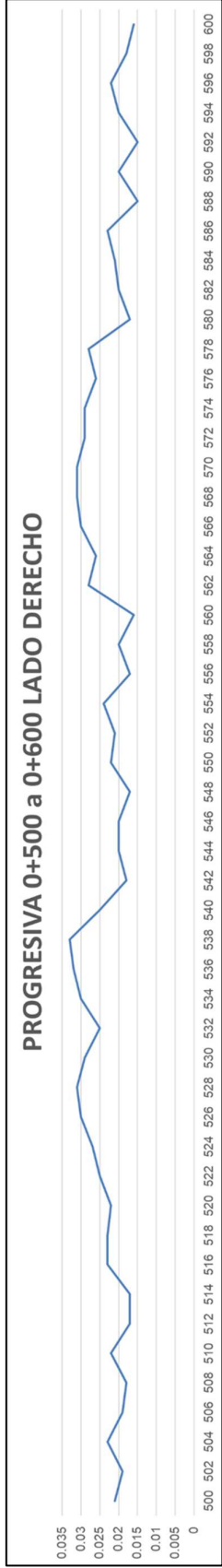
PERFIL LADO DERECHO 0+400.00 – 0+800.00

400	0.026
402	0.026
404	0.026
406	0.027
408	0.026
410	0.025
412	0.029
414	0.03
416	0.025
418	0.027
420	0.024
422	0.018
424	0.019
426	0.018
428	0.021
430	0.016
432	0.022
434	0.022
436	0.019
438	0.015
440	0.019
442	0.026
444	0.027
446	0.03
448	0.025
450	0.027
452	0.028
454	0.029
456	0.027
458	0.029
460	0.022
462	0.02
464	0.021
466	0.02
468	0.023
470	0.02
472	0.017
474	0.022
476	0.025
478	0.021
480	0.021
482	0.028
484	0.029
486	0.025
488	0.027
490	0.027
492	0.029
494	0.03
496	0.025
498	0.029
500	0.021

502	0.019
504	0.023
506	0.019
508	0.018
510	0.022
512	0.017
514	0.017
516	0.023
518	0.023
520	0.022
522	0.025
524	0.027
526	0.03
528	0.031
530	0.029
532	0.025
534	0.03
536	0.032
538	0.033
540	0.025
542	0.018
544	0.02
546	0.02
548	0.017
550	0.022
552	0.021
554	0.024
556	0.017
558	0.02
560	0.016
562	0.028
564	0.026
566	0.03
568	0.031
570	0.031
572	0.029
574	0.029
576	0.026
578	0.028
580	0.017
582	0.02
584	0.021
586	0.023
588	0.015
590	0.02
592	0.015
594	0.02
596	0.022
598	0.018
600	0.016

602	0.03
604	0.025
606	0.027
608	0.028
610	0.028
612	0.025
614	0.032
616	0.031
618	0.025
620	0.023
622	0.02
624	0.023
626	0.024
628	0.024
630	0.02
632	0.02
634	0.018
636	0.017
638	0.023
640	0.016
642	0.03
644	0.029
646	0.03
648	0.031
650	0.028
652	0.032
654	0.029
656	0.032
658	0.028
660	0.021
662	0.024
664	0.024
666	0.022
668	0.023
670	0.015
672	0.022
674	0.015
676	0.015
678	0.014
680	0.021
682	0.025
684	0.027
686	0.029
688	0.032
690	0.031
692	0.028
694	0.032
696	0.026
698	0.031
700	0.022

702	0.022
704	0.024
706	0.017
708	0.023
710	0.022
712	0.016
714	0.023
716	0.021
718	0.015
720	0.019
722	0.027
724	0.027
726	0.028
728	0.031
730	0.026
732	0.027
734	0.028
736	0.027
738	0.029
740	0.016
742	0.023
744	0.021
746	0.024
748	0.024
750	0.018
752	0.021
754	0.016
756	0.018
758	0.024
760	0.02
762	0.028
764	0.027
766	0.029
768	0.028
770	0.026
772	0.028
774	0.026
776	0.028
778	0.033
780	0.023
782	0.02
784	0.02
786	0.016
788	0.021
790	0.015
792	0.016
794	0.017
796	0.015
798	0.017
800	0.022



PERFIL LADO IZQUIERDO 0+800.00 – 1+200.00

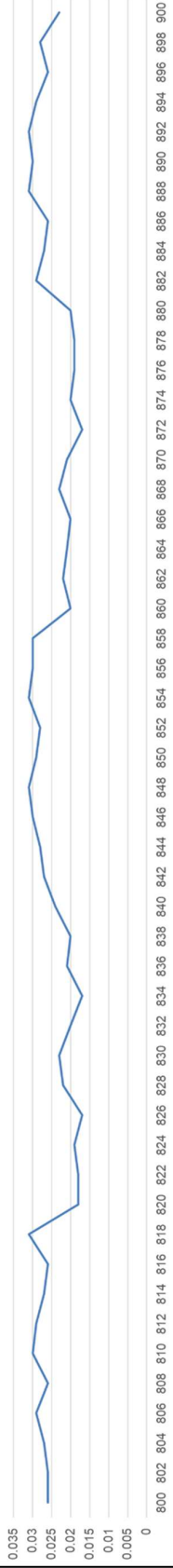
800	0.026
802	0.026
804	0.027
806	0.029
808	0.026
810	0.03
812	0.029
814	0.027
816	0.026
818	0.031
820	0.018
822	0.018
824	0.019
826	0.017
828	0.022
830	0.023
832	0.02
834	0.017
836	0.021
838	0.02
840	0.024
842	0.027
844	0.028
846	0.03
848	0.031
850	0.029
852	0.028
854	0.031
856	0.03
858	0.03
860	0.02
862	0.022
864	0.021
866	0.02
868	0.023
870	0.021
872	0.017
874	0.02
876	0.019
878	0.019
880	0.02
882	0.029
884	0.027
886	0.026
888	0.031
890	0.03
892	0.031
894	0.029
896	0.026
898	0.028
900	0.023

902	0.025
904	0.024
906	0.021
908	0.019
910	0.023
912	0.024
914	0.02
916	0.024
918	0.017
920	0.022
922	0.028
924	0.026
926	0.028
928	0.026
930	0.026
932	0.03
934	0.027
936	0.025
938	0.029
940	0.02
942	0.022
944	0.023
946	0.019
948	0.022
950	0.023
952	0.018
954	0.023
956	0.022
958	0.021
960	0.018
962	0.03
964	0.027
966	0.027
968	0.03
970	0.029
972	0.025
974	0.029
976	0.027
978	0.027
980	0.022
982	0.023
984	0.023
986	0.018
988	0.02
990	0.022
992	0.02
994	0.023
996	0.022
998	0.017
1000	0.016

1002	0.028
1004	0.029
1006	0.029
1008	0.026
1010	0.026
1012	0.03
1014	0.03
1016	0.031
1018	0.029
1020	0.021
1022	0.021
1024	0.02
1026	0.018
1028	0.02
1030	0.02
1032	0.024
1034	0.017
1036	0.021
1038	0.017
1040	0.023
1042	0.027
1044	0.025
1046	0.028
1048	0.03
1050	0.03
1052	0.029
1054	0.03
1056	0.029
1058	0.028
1060	0.019
1062	0.023
1064	0.023
1066	0.023
1068	0.02
1070	0.018
1072	0.023
1074	0.018
1076	0.024
1078	0.021
1080	0.021
1082	0.028
1084	0.03
1086	0.026
1088	0.027
1090	0.03
1092	0.025
1094	0.027
1096	0.026
1098	0.032
1100	0.022

1102	0.022
1104	0.024
1106	0.02
1108	0.022
1110	0.019
1112	0.022
1114	0.023
1116	0.02
1118	0.022
1120	0.017
1122	0.026
1124	0.025
1126	0.029
1128	0.03
1130	0.028
1132	0.03
1134	0.027
1136	0.032
1138	0.026
1140	0.02
1142	0.02
1144	0.017
1146	0.025
1148	0.021
1150	0.024
1152	0.019
1154	0.021
1156	0.02
1158	0.016
1160	0.017
1162	0.029
1164	0.026
1166	0.028
1168	0.03
1170	0.027
1172	0.028
1174	0.03
1176	0.03
1178	0.031
1180	0.019
1182	0.023
1184	0.019
1186	0.018
1188	0.023
1190	0.02
1192	0.021
1194	0.023
1196	0.016
1198	0.024
1200	0.017

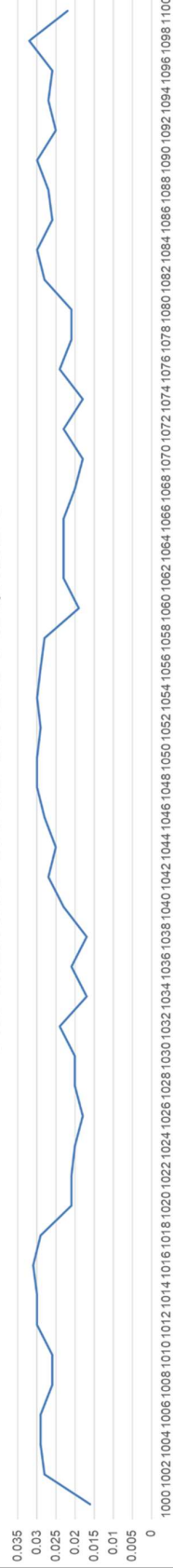
**PROGRESIVA 0+800 a 0+900 LADO IZQUIERDO**



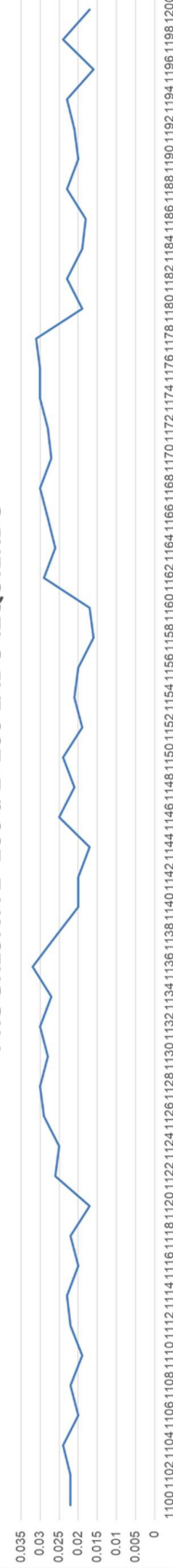
**PROGRESIVA 0+900 a 1+000 LADO IZQUIERDO**



**PROGRESIVA 1+000 a 1+100 LADO IZQUIERDO**



**PROGRESIVA 1+100 a 1+200 LADO IZQUIERDO**



PERFIL LADO DERECHO 0+800.00 – 1+200.00

800	0.029
802	0.029
804	0.025
806	0.028
808	0.028
810	0.028
812	0.026
814	0.026
816	0.029
818	0.026
820	0.02
822	0.024
824	0.024
826	0.02
828	0.021
830	0.022
832	0.024
834	0.025
836	0.023
838	0.024
840	0.022
842	0.028
844	0.029
846	0.027
848	0.029
850	0.026
852	0.026
854	0.027
856	0.026
858	0.03
860	0.024
862	0.022
864	0.021
866	0.024
868	0.02
870	0.019
872	0.024
874	0.022
876	0.019
878	0.019
880	0.024
882	0.028
884	0.025
886	0.03
888	0.03
890	0.025
892	0.03
894	0.025
896	0.027
898	0.029
900	0.025

902	0.022
904	0.021
906	0.025
908	0.02
910	0.025
912	0.023
914	0.018
916	0.022
918	0.023
920	0.022
922	0.026
924	0.028
926	0.03
928	0.027
930	0.026
932	0.028
934	0.028
936	0.025
938	0.027
940	0.024
942	0.021
944	0.025
946	0.024
948	0.019
950	0.019
952	0.024
954	0.023
956	0.02
958	0.022
960	0.024
962	0.027
964	0.03
966	0.029
968	0.03
970	0.025
972	0.028
974	0.031
976	0.027
978	0.025
980	0.024
982	0.023
984	0.02
986	0.021
988	0.024
990	0.023
992	0.02
994	0.024
996	0.023
998	0.02
1000	0.018

1002	0.027
1004	0.03
1006	0.029
1008	0.03
1010	0.03
1012	0.028
1014	0.027
1016	0.025
1018	0.028
1020	0.024
1022	0.023
1024	0.023
1026	0.022
1028	0.022
1030	0.022
1032	0.022
1034	0.02
1036	0.021
1038	0.021
1040	0.024
1042	0.028
1044	0.027
1046	0.027
1048	0.025
1050	0.026
1052	0.031
1054	0.027
1056	0.031
1058	0.031
1060	0.024
1062	0.024
1064	0.021
1066	0.022
1068	0.022
1070	0.025
1072	0.02
1074	0.022
1076	0.021
1078	0.021
1080	0.023
1082	0.026
1084	0.028
1086	0.027
1088	0.03
1090	0.027
1092	0.026
1094	0.026
1096	0.026
1098	0.027
1100	0.023

1102	0.019
1104	0.024
1106	0.018
1108	0.02
1110	0.023
1112	0.024
1114	0.02
1116	0.025
1118	0.024
1120	0.025
1122	0.03
1124	0.029
1126	0.028
1128	0.03
1130	0.031
1132	0.028
1134	0.028
1136	0.032
1138	0.028
1140	0.02
1142	0.024
1144	0.021
1146	0.018
1148	0.019
1150	0.021
1152	0.021
1154	0.02
1156	0.019
1158	0.02
1160	0.02
1162	0.03
1164	0.029
1166	0.025
1168	0.029
1170	0.026
1172	0.028
1174	0.028
1176	0.025
1178	0.029
1180	0.018
1182	0.02
1184	0.02
1186	0.02
1188	0.019
1190	0.02
1192	0.02
1194	0.02
1196	0.02
1198	0.019
1200	0.019

**PROGRESIVA 0+800 a 0+900 LADO DERECHO**



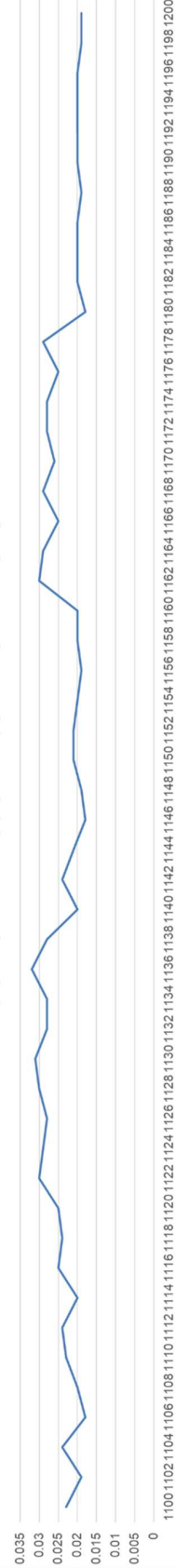
**PROGRESIVA 0+900 a 1+000 LADO DERECHO**



**PROGRESIVA 1+000 a 1+100 LADO DERECHO**



**PROGRESIVA 1+100 a 1+200 LADO DERECHO**



## 6.4 Nivel de Severidad

Es el grado de daño que presenta un pavimento y se desarrolla los resultados que arroja la evaluación.

Clasificación	Descripción
Muy Buena	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son lo suficiente suaves y deterioro para clasificar en esta categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpetados durante el año de inspección normalmente clasificaría como Buenos.
Buena	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “Buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un deterioro superficial, como desprendimientos y fisuras menores.
Regular	En esta categoría la calidad del manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y pueden presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamiento, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamiento, escalonamiento y bombeo de finos.
Malo	Los pavimentos de esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde pueden afectar la velocidad de tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconches de juntas, escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
Muy Malo	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro, Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y presentan considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.



### 6.3 Tomas fotográficas









