



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

TESIS

**EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DEL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA
CARRETERA IQUITOS NAUTA Y SU
CLASIFICACIÓN 2022**

Autores:

**Espíritu Correa Marhus Adier
Montalván Ramírez Greicy**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.

Loreto, Maynas, San Juan Bautista

2024

Erlin Guillermo Cabanillas Oliva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP 44807

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 555-2022-UCP-FCEI, del 03 de junio del 2022, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 221-2024-UCP-FCEI, del 08 de marzo del 2024, se cambió al jurado.

Con Resolución Decanal N° 763-2024-UCP-FCEI, del 26 de agosto del 2024, se autorizó la sustentación.

Siendo las 09:00 a.m. del día 07 de setiembre del 2024, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: "EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA Y SU CLASIFICACIÓN 2022".

Presentado por:

MARHUS ADIER ESPÍRITU CORREA
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

GREICY MONTALVÁN RAMÍREZ
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR

Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

La sustentación es:

Aprobada por Unanimidad

A las 10:30 horas culminó el acto público.

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.


Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.
Presidente del Jurado


Ing. Keuson Saldana Ferreyra, Mg.
Miembro del jurado


Ing. Felix Wong Ramirez, M. Sc.
Miembro del jurado

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

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

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DEL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA
IQUITOS NAUTA Y SU CLASIFICACIÓN 2022"**

De los alumnos: MARHUS ADIER ESPIRITU CORREA Y GREICY MONTALVÁN RAMÍREZ, de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **18% de similitud**.

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

San Juan, 16 de Octubre del 2023.



Arq. Jorge L. Tapullima Flores
Presidente del comité de Ética - UCP

CIR/VI-a
280-2023



Resultados_UCP_IngenieriaCivil_2023_Tesis_MarhusEspiritu...

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

3

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

2%

4

materias.fi.uba.ar

Fuente de Internet

2%

5

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

2%

6

www.docsity.com

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Catolica Los
Angeles de Chimbote

Trabajo del estudiante

1%

8

repositorio.uchile.cl

Fuente de Internet

1%



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	Marhus Adier Espíritu Correa
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Resultados_UCP_IngenieriaCivil_2023_Tesis_MarhusEspiritu_...
Nombre del archivo:	iaCivil_2023_Tesis_MarhusEspiritu_GreicyMontalv_n_V1_-_cop...
Tamaño del archivo:	977.42K
Total páginas:	66
Total de palabras:	22,119
Total de caracteres:	93,825
Fecha de entrega:	04-oct.-2023 01:19p. m. (UTC-0400)
Identificador de la entre...	2185595273

RESUMEN

El presente informe, se refiere a analizar la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Hualto km 30+000 al km 30+088 y su índice de rugosidad internacional en lugares. La capa de rodadura en este tramo es asfalto.

Se evaluó en ambos sentidos, este es del Lado Derecho se obtuvo un IRI promedio de 3.58 calificado como Regular y del lado izquierdo se ha obtenido un IRI promedio de 3.81 calificado como Más.

Finalmente, se determinó la rugosidad y como resultado promedio total del área evaluada, se tiene un IRI de 3.58, lo cual significa que la severidad del pavimento es Regular.

Se recomienda a las autoridades de transportes, tener en cuenta las recomendaciones planteadas en el presente informe.

PALABRAS CLAVE:

Severidad, Rugosidad, Índice de rugosidad internacional.



HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

**BACHILLERES: MARHUS ADIER ESPÍRITU CORREA Y GREICY MONTALVÁN
RAMÍREZ**

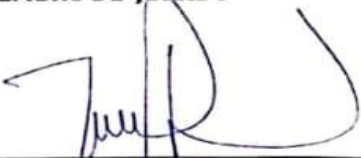
**La Tesis sustentada en acto público el día 07 de setiembre del 2024, a las 09:00
am, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC
PRESIDENTE DE JURADO**



**ING. KEUSON SALDAÑA FERREYRA, MG
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. FELIX WONG RAMIREZ, M. SC
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR
ASESOR**

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestros padres por su apoyo incondicional en el transcurso de este trabajo de investigación y darnos fuerzas para ser constantes en los sueños de crecimiento personal y profesional.

Los autores

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, dar gracias a Dios por su amor infinito y sabiduría dando las fuerzas para seguir adelante en cada desafío; en segundo lugar a nuestros familiares por ser quienes han hecho posible la ejecución de esta investigación, asimismo a la Universidad Científica del Perú por ampliar y profundizar nuestra formación profesional.

Losa autores

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
Capítulo I : MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes de estudio.....	1
1.1.1 Internacional.....	1
1.1.2 Nacional y Regional.....	4
1.2 .Bases teóricas.....	14
1.2.1 Pavimentos (<i>Montejo Fonseca, 2006</i>).....	14
1.2.2 El Pavimento Flexible.....	15
1.2.2.1 Composición.....	16
1.2.2.2 Capas principales:.....	16
1.2.2.2.1 Superficie de rodadura:	16
Funciones:	16
1.2.2.2.2 Base:	17
Funciones:	17
1.2.2.2.3 Subbase (opcional):.....	17
Funciones:	17
1.2.2.2.4 Subrasante:.....	17
Funciones:	17
1.2.3 Resistencia estructural del pavimento.....	17
1.2.3.1 Durabilidad	18
1.2.3.2 Requerimientos de conservación	18
1.2.3.3 Comodidad	18

1.2.3.4	Base y Sub - base	18
1.2.3.5	Terracería.....	20
1.2.4	Diseño de Pavimentos	20
1.2.5	Factores de Diseño	21
1.2.5.1	Transito.....	21
1.2.5.2	Subrasante.....	21
1.2.5.3	Clima.....	22
1.2.5.4	Materiales.....	22
1.2.6	Evaluación de Pavimentos	23
1.2.7	Tipos de Fallas en un Pavimento Flexible.....	24
1.2.7.1	Falla por insuficiencia estructural.....	24
1.2.7.2	Falla por defectos constructivos	25
1.2.7.3	Falla por fatiga.....	25
1.2.8	Índice de condición del pavimento, PCI	26
1.2.9	Rugosímetro de MERLIN	27
1.2.10	Fundamentos Teóricos	27
1.2.11	Correlaciones D versus IRI	29
1.2.12	Severidad de daños en pavimentos flexibles	31
1.2.13	Identificación del rango cuando la rugosidad es regular	
	32	
1.3	Definición de términos básicos	32
Capítulo II : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		37
2.1	Descripción del problema	37
2.2	Formulación del problema	38
2.2.1	Problema general	38
2.2.2	Problemas específicos	38
2.3	Objetivos.....	38
2.3.1	Objetivo general	38
2.3.2	Objetivo específicos	38
2.4	Hipótesis	39
2.5	Variables	39
2.5.1	Identificación de Variables	39
2.5.2	Definición conceptual y operacional de las variables	39
2.5.2.1	Definición Conceptual.....	39
2.5.2.2	Definición Operacional	40
2.5.3	Operacionalización de Variables	40

Capítulo III : METODOLOGÍA	41
3.1 Tipo y Diseño de investigación	41
3.1.1 Tipo de investigación	41
3.1.2 Diseño de investigación	41
3.2 Población y muestra.....	41
3.2.1 Población.....	41
3.2.2 Muestra.....	42
3.3 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos	42
3.3.1 Técnicas de Recolección de datos.....	42
3.3.2 Instrumentos de recolección de datos.....	42
3.3.3 Procedimientos de Recolección de datos.....	42
3.4 Procesamiento y análisis de datos.....	43
Capítulo IV RESULTADOS.....	46
4.1 Resultados obtenidos con perfilómetro estático MERLIN	46
4.1.1 Ubicación del proyecto.....	46
4.1.2 32+000,00 - 32+400,00 Lado Derecho	47
4.1.3 32+400,00 - 32+800,00 Lado Derecho	48
4.1.4 32+800,00 - 33+200,00 Lado Derecho	49
4.1.5 33+200,00 33+600,00 Lado Derecho.....	50
4.1.6 33+600,00 34+000,00 Lado Derecho.....	51
4.1.7 34+000,00 34+400,00 Lado Derecho.....	52
4.1.8 34+400,00 34+800,00 Lado Derecho.....	53
4.1.9 34+800,00 35+200,00 Lado Derecho.....	54
4.1.10 32+000,00 - 32+400,00 Lado Izquierdo	55
4.1.11 32+400,00 - 32+800,00 Lado Izquierdo	56
4.1.12 32+800,00 - 33+200,00 Lado Izquierdo	57
4.1.13 33+200,00 33+600,00 Lado Izquierdo	58
4.1.14 33+600,00 34+000,00 Lado Izquierdo	59
4.1.15 34+000,00 34+400,00 Lado Izquierdo	60
4.1.16 34+400,00 34+800,00 Lado Izquierdo	61
4.1.17 34+800,00 35+200,00 Lado Izquierdo	62
4.1.18 Cuadro de valores IRI	63
4.1.19 Resumen del Cálculo IRI	64
Capítulo V : DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..	65
5.1 Discusión.....	65

5.2 Conclusiones.....	67
5.3 Recomendaciones.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS.....	69
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	69
Anexo 2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE CARRETERA IQUITOS NAUTA KM 32+000 A KM 35+000.....	72
1. INTRODUCCIÓN	72
2. OBJETIVOS	72
3. DIAGNÓSTICO ACTUAL	73
4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	73
5. CRONOGRAMA.....	74
6. RECURSOS NECESARIOS.....	74
7. INDICADORES DE DESEMPEÑO	75
8. GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL	75
Anexo 3. PANEL FOTOGRÁFICO	76

ÍNDICE DE CUADROS O TABLAS

TABLA 1	MATERIALES DE SUB-BASE	19
TABLA 2	MATERIALES DE BASE	20

ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1	<i>SECCIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES</i>	16
IMAGEN 2	<i>RANGOS DE PCI CON LA CORRESPONDIENTE DESCRIPCIÓN CUALITATIVA DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO</i>	26
IMAGEN 3-	PERFIL	27
IMAGEN 4.	HISTOGRAMA.....	28
IMAGEN 5	UBICACIÓN DEL PROYECTO	46

RESUMEN

El presente estudio, se refiere a analizar La superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km 32+000 al km 35+000 y su índice de rugosidad internacional en Iquitos. La capa de rodadura en este tramo es asfalto.

Se evaluó en ambos sentidos, esto es del Lado Derecho se obtuvo un IRI promedio de 3,58 calificado como Regular y del lado Izquierdo se ha obtenido un IRI promedio de 3,6 calificado como Malo.

Finalmente, se determinó la rugosidad y como resultado promedio total del área evaluada, se tiene un IRI de 3,59, lo cual significa que la severidad del pavimento es Regular.

Se recomienda a las autoridades de transportes, tener en cuenta las recomendaciones planteadas en el presente informe

PALABRAS CLAVE:

Deterioros, severidad, Rugosidad, índice de rugosidad internacional.

ABSTRACT

The present study refers to analyzing the pavement surface of the Iquitos Nauta highway km 32+000 to km 35+000 and its international roughness index in Iquitos. The surface layer in this section is asphalt.

It was evaluated in both directions, that is, from the Right Side, an average IRI of 3.58 was obtained, qualified as Regular, and from the Left side, an average IRI of 3.6, qualified as Bad, was obtained.

Finally, the roughness was determined and as a total average result of the evaluated area, there is an IRI of 3.59, which means that the severity of the pavement is Regular.

It is recommended that the transport authorities take into account the recommendations set out in this report

KEYWORDS:

Deterioration, severity, roughness, international roughness index.

Capítulo I : MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de estudio

1.1.1 Internacional

En la tesis “DETERIOROS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS” se llegó a las siguientes conclusiones: (Miranda Rebolledo, 2010)

- 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.

Cote & Villalba, 2017, en su trabajo de grado denominado “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.”, presentada ante la Facultad de Ingeniería, del Programa de Ingeniería Civil, de la Universidad de Cartagena, realizaron un estudio de daños a esta importante vía. El estudio se llevó a cabo mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI), basada en la norma ASTM D-6433 07, la cual permite determinar el estado y condición actual del mismo, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas presentes en la vía, a través de una inspección visual detallada y registro fotográfico, para luego seleccionar 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 proponer 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, determinar 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)

Anteriormente, no se habían realizado estudios de este tipo en la vía mencionada, según mencionan Cote & Villalba, 2017, esto conllevó a consignar como objetivo establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1ra) del barrio Bocagrande, mediante la metodología del Índice de Condición del Pavimento, con el fin de proponer la mejor alternativa de solución desde el punto de vista técnico y económico a la falla que le produce mayor grado de afectación.

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 N° 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
		PCI de la Sección		44.401	Regular

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

1.1.2 Nacional y Regional

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 por Tingal Limay Homero, Se llegó determinar 18 Unidades de Muestra cada uno de 400 metros; de los cuales se evaluaron con el Rugosímetro Merlin, el rendimiento promedio del equipo fue de 1.5 Km/h, es decir se necesitaron un promedio de 4 horas para realizar la toma de datos, esta medición se realizó en dos días debido al alto flujo de vehículos.

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 la tesis de grado **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, Provincia De Huanta, Región Ayacucho – agosto 2016** para optar el título de ingeniero civil, presentada por el Bach. Juan Rubén Cárdenas Riveros, de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 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)

La tesis denominada “Patología del Pavimento Rígido en la Calle Pablo Rosell, 2016”, desarrollada por Vásquez & Prado, 2016, tuvo como objetivo general “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”. (Vásquez & Prado, 2016)

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).

La tesis realizada por Bravo, 2014, en la ciudad de Jaén – Cajamarca, fue desarrollada debido al problema del deterioro de los pavimentos intertrabados, y para su investigación, se sometió a estudio siete calles con pavimentos intertrabados dentro del área urbana de la ciudad: Calle Alfonso Arana Vidal, Calle Universidad, Calle Santa Teresita, Calle María Parado de Bellido, Calle Micaela Bastidas, Calle Zarumilla y Calle Antonio Raymondi.

El objetivo principal de la tesis, fue evaluar las patologías presentes en este tipo de pavimentos, realizando una inspección visual, tomando las medidas de las patologías presentes en cada uno de los pavimentos, se midió el área del deterioro, el desnivel, el agrietamiento y la flecha, dependiendo del tipo de patología. (Bravo, 2014)

El método exige la clasificación de los deterioros que afectan tanto la condición estructural como la condición funcional del pavimento, para lo cual se calcularon, el índice de condición estructural (ICE) y el índice de condición funcional (ICF), en forma paralela. (Bravo, 2014)

Posteriormente se hizo el trabajo de gabinete respectivo, utilizando la metodología del ICP (índice de condición del pavimento), propuesta por la Revista Ingenierías, vol. 9, núm.

17. 2010, de la Universidad de Medellín - Colombia. Se determinó que la calle Santa Teresita, tiene un ICP = 4 (Bueno) y las seis calles restantes presentan un ICP = 5 (Muy bueno). El valor del ICE fluctúa entre 83 y 98 y el valor del ICF fluctúa entre 83 y 99. (Bravo, 2014).

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.

En el año 2010, Jiménez Romero, Diana, en su trabajo de investigación titulada: *Comportamiento Peatonal*, La costumbre de utilizar una ruta o cruzar en un sitio específico cambia la percepción de riesgo de los peatones, en el grupo focal se manifestó que dado que se transita por un sitio conocido, el riesgo de atropello se asume con una mayor confianza y que por lo general esperan un tiempo y espacio adecuado para cruzar a mitad de cuadra. En el caso de estudio, el riesgo expresado como la relación entre el número de atropellos dividido entre el número de peatones cruzando, es menor en la intersección con semáforo que a mitad de cuadra, esto se explica porque las personas cruzan con más cuidado cuando no existen facilidades peatonales.

Se ha demostrado que la conducta del peatón está determinada por factores propios del individuo. La edad, el género, la experiencia de manejo (MAPFRE, 2005), entre otros, afectan la percepción de riesgo de atropello y condicionan la elección de cruce vial.

En el año 2011, Calderón Ocampo, John Jairo y Franco Osorio, Juan Pablo, en su trabajo de investigación titulada: *Estudio de alternativas viales para la intersección de la avenida bolívar con calle segunda en la ciudad de Armenia*, concluyen que la situación actual presenta saturación de capacidad, por lo tanto se hace necesario e indispensable la generación de otra alternativa de funcionamiento la cual cumpla con los requerimientos técnicos y con la comodidad y seguridad requerida por los usuarios; El estado de saturación y el crecimiento vehicular producirían una presión constante sobre el espacio público del entorno porque el tránsito se desviaría por vías de menor jerarquía buscando recorridos más descongestionados.

En el año 2014, Núñez Castillo, Christian Gonzalo y Villanueva Troncoso, Cesar, en su trabajo de investigación titulada: *Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco*, recomiendan en vista del crecimiento vehicular y de la continua aparición de focos que puedan atraer un flujo vehicular mayor al estimado por la presente tesis, se recomienda ver alternativas de solución que no aumenten la capacidad de la infraestructura vial, sino, que busquen disminuir la demanda vehicular. La instalación de un sistema de buses es una de esas opciones, dicha solución incluso podría tener una validez mucho más duradera.

Asimismo concluyen que el comportamiento de flujo vehicular es muy variable, hasta casi impredecible, lo cual hace que se tengan que estimar muchos datos o suponer diversas situaciones o escenarios. Un cambio de dirección en el flujo vehicular altera toda la zona de estudio. Se puede afirmar, que los EEUU, han sido

precursores en la materia y a través de sus organismos viales han venido estudiando el tema desde 1920, año en que fue constituido como centro de investigación vial, el Highway Research Board (HRB), actualmente Transportation Research Board (TRB). Dentro de ese organismo ha funcionado la Comisión de Capacidad de Caminos la que ha ido realizando a lo largo del tiempo, las distintas ediciones del Manual de Capacidad de Carreteras (Highway Capacity Manual, HCM).

El Bureau of Public Roads (BPR) ha cooperado estrechamente con el HRB desde su creación y ha efectuado contribuciones importantes como la preparación de la primera edición del Manual de Capacidad de Caminos, editado en el año 1950.

Del mismo modo en la tesis “Estudio del ahuellamiento en la carretera IIRSA norte, tramo 6, sector óvalo Cáceres-Dv. Sullana” (Romero Rojas, 2012), concluye, enunciando lo siguiente:

- La aparición de ahuellamientos en pavimentos asfálticos es un fenómeno normal en la mezcla asfáltica. Durante el análisis del ahuellamiento en el tramo de estudio se ha comprobado que el ahuellamiento, dentro del margen estimado, se ha producido de manera gradual, mientras no tuvo desencadenantes que lo elevaran.
- Con respecto a los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos, se ha encontrado que la variabilidad en los espesores de los estratos es mínima, así como en sus principales propiedades a lo largo de todo el tramo en estudio. Las propiedades de los estratos como la densidad, el contenido de humedad, los índices de plasticidad y el CBR de los materiales que conforman la estructura del pavimento, cumplen con los requerimientos de una subestructura para un pavimento con estas características. Tampoco se han registrado deformaciones en los estratos inferiores (base, sub-base o sub-rasante). No se ha registrado el nivel freático a la profundidad excavada durante los trabajos. Por tanto, se concluye que la deformación permanente en el

pavimento no es consecuencia de un problema en los materiales de fundación.

- Se ha encontrado que el tráfico real (número de ejes equivalentes, EAL's) es mayor al tráfico de diseño. Esto se ha obtenido como resultado de evaluar los sobrepesos de los ejes de distintos tipos de camiones y la presión de inflado de ellos. Asimismo, se ha comprobó que en las zonas de tráfico pesado, el ahuellamiento era mayor que en las zonas de vehículos ligero. Por lo tanto, se puede concluir que uno de los factores que incrementa el ahuellamiento es la sobrecarga de los vehículos, principalmente de los pesados.
- Por otro lado, respecto a las velocidades del flujo vehicular, los valores de mayor deformación permanente, son aquellos que coinciden con las zonas que contienen reductores de velocidad “no normalizados”, zona de parada/estacionamiento, entre otros. Los valores de deformación permanente plástica y el proceso rápido de evolución en dichos puntos, evidencia que la presencia de estos elementos de control de velocidad, son un factor muy importante en la aparición y desarrollo del ahuellamiento.
- El cemento asfáltico (PEN 60/70) utilizado en la rehabilitación y construcción en la Carretera IIRSA Norte Tramo 6, Sector Óvalo Cáceres – Dv. Sullana, tiene un punto de ablandamiento menor a la temperatura crítica en el asfalto en este proyecto, lo cual representa otro factor que acelera el proceso del ahuellamiento y hace concluir que es indispensable evaluar este parámetro en el diseño de un pavimento asfáltico principalmente en zonas cálidas como el norte del Perú.
- En referencia a lo antes mencionado, se podría decir que específicamente en este proyecto, los factores que incrementan el ahuellamiento son tres: sobrecargas en los ejes de vehículos pesados (EAL's mayor al de diseño), velocidades bajas por elementos de control de tránsito y el cemento asfaltico que no satisface las condiciones climáticas de la zona de proyecto. Estos factores son determinantes en la performance del pavimento, por lo que deberían tomarse en cuenta para un futuro diseño.

- Además, como parte del estudio realizado, se puede concluir que debido a la realidad del tráfico en las carreteras del Perú y sobre todo en vías de primer orden que cruzan zonas urbanas, utilizar la metodología AASHTO 93 para el diseño del pavimento asfáltico no garantiza una buena performance del pavimento puesto que no considera factores importantes en el diseño, como son: la velocidad de flujo vehicular, la temperatura de la zona del proyecto (por ende la temperatura a la que será expuesto el pavimento) y las cargas pesadas lentas sobre el pavimento. Por lo antes mencionado, según la realidad de nuestro país, no es lo mismo realizar un diseño de pavimento asfáltico con el Método AASHTO 93 ó 97 que con el Método SUPERPAVE, el cual sí considera los factores antes mencionados e inclusive otros criterios más (tráfico elevado, pendientes pronunciadas, entre otros)

En la tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, presentada por el Bach. Juan Rubén Cárdenas Riveros, de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 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).

El método PCI determinó que la presencia de patologías en cada unidad maestra son similares, con existencia de una falla funcional acentuada motivo de la investigación en el pavimento flexible del tramo elegido, concluyendo con un reporte de valor promedio de PCI = 34, clasificando al pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.

Por los resultados obtenidos se recomendó, 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 en la provincia de Huanta, 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 la continuidad de generar condiciones de servicialidad óptimas en vías de articulación dentro y fuera de la extensión urbana. (Cárdenas, 2016).

1.2.Bases teóricas

1.2.1 Pavimentos (*Montejo Fonseca, 2006*)

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, edemas de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas. Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

1.2.2 El Pavimento Flexible

Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

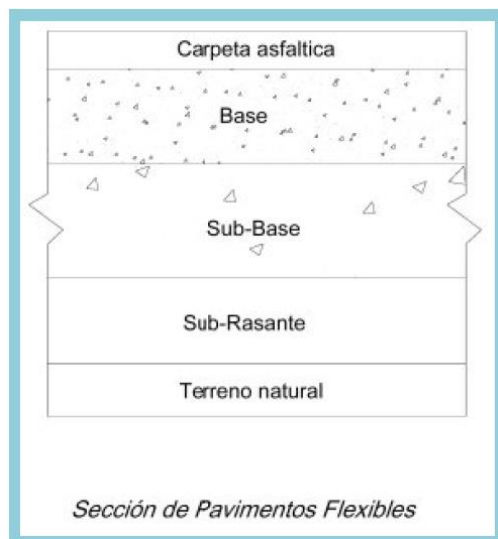


Imagen 1 ***Sección de pavimentos flexibles***

Sobre la capa subrasante se construye el pavimento flexible, que está compuesto por sub - base, base y carpeta asfáltica. El pavimento flexible debe proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir a las terracerías los esfuerzos por las cargas del tránsito.

1.2.2.1 Composición

Los pavimentos flexibles están compuestos por capas que trabajan juntas para distribuir las cargas. Su principal característica es que las deformaciones se reparten en forma de "embudo" hacia las capas inferiores.

1.2.2.2 Capas principales:

1.2.2.2.1 Superficie de rodadura:

Es la capa superior que está en contacto directo con el tráfico.

Materiales comunes: Concreto asfáltico o mezcla asfáltica.

Funciones:

Proporcionar una superficie de rodadura uniforme y antideslizante.

Proteger las capas inferiores de las condiciones climáticas.

Soportar las cargas vehiculares.

1.2.2.2.2 Base:

Capa situada inmediatamente debajo de la superficie de rodadura.

Materiales comunes: Material granular tratado o no tratado, como piedra triturada, grava o mezcla estabilizada.

Funciones:

Distribuir las cargas hacia la subbase.

Proporcionar soporte estructural adicional.

Proteger a las capas inferiores de la intrusión de agua.

1.2.2.2.3 Subbase (opcional):

Capa situada entre la base y la subrasante.

Materiales comunes: Suelo granular o estabilizado.

Funciones:

Mejorar las propiedades estructurales del pavimento.

Actuar como capa de drenaje.

Proteger la subrasante de las tensiones generadas por el tráfico.

1.2.2.2.4 Subrasante:

Es el suelo natural preparado sobre el que descansan las demás capas.

Materiales: Suelo compactado y estabilizado según sea necesario.

Funciones:

Proporcionar soporte para toda la estructura del pavimento.

Su resistencia afecta significativamente el diseño del pavimento.

1.2.3 Resistencia estructural del pavimento

Debe soportar las cargas impuestas por el tránsito que producen esfuerzos normales y cortantes en la estructura. En los pavimentos flexibles se consideran los esfuerzos cortantes como la principal causa de falla desde el punto de vista estructural. Además de los esfuerzos cortantes también se tienen los producidos por la aceleración, frenaje de los vehículos y esfuerzos de tensión en los niveles superiores de la estructura.

1.2.3.1 Durabilidad

La durabilidad está ligada a factores económicos y sociales. La durabilidad que se le desee dar al camino, depende de la importancia de este.

Hay veces que es más fácil hacer reconstrucciones para no tener que gastar tanto en el costo inicial de un pavimento.

1.2.3.2 Requerimientos de conservación

Los factores climáticos influyen de gran manera en la vida de un pavimento. Otro factor es la intensidad del tránsito, ya que se tiene que prever el crecimiento futuro. Se debe de tomar en cuenta el comportamiento futuro de las terracerías, deformaciones y derrumbes. La degradación estructural de los materiales por carga repetida es otro aspecto que no se puede dejar de lado. La falta de conservación sistemática hace que la vida de un pavimento se acorte.

1.2.3.3 Comodidad

Para grandes autopistas y caminos, los métodos de diseño se ven afectados por la comodidad que el usuario requiere para transitar a la velocidad de proyecto. La seguridad es muy importante al igual que la estética.

1.2.3.4 Base y Sub - base

Aunque las bases y las sub - bases tienen características semejantes, las sub - bases son de menor calidad. La sub - base es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y su función es:

- Reducir el costo de pavimento disminuyendo el espesor de la base.
- Proteger a la base aislándola de la terracería, ya que, si el material de la terracería se introduce en la base, puede sufrir cambios volumétricos generados al cambiar las condiciones de

humedad dando como resultado una disminución en la resistencia de la base.

- Proteger a la base impidiendo que el agua suba por capilaridad.
- Transmitir y distribuir las cargas a las terracerías.

Las características de calidad que se buscan en los materiales de sub – base, se muestran en la siguiente tabla:

MATERIALES DE SUB-BASE	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Limite liquido máximo	25%
Limite plástico máximo	6%
Compactación mínima	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	50 mín.
Equivalente de arena, en porcentaje	30 mín.

Tabla 1 **Materiales de Sub-Base**

La base es la capa de material que se construye sobre la sub - base. Los materiales con los que se construye deben de ser de mejor calidad que los de la sub – base, la función de la base son:

- Tener la resistencia estructural para soportar las presiones transmitidas por los vehículos.
- Tener el espesor suficiente para que pueda resistir las presiones transmitidas a la sub - base.
- Aunque exista humedad la base no debe de presentar cambios volumétricos perjudiciales.

Las características de calidad que se buscan en los materiales para base, se muestran a continuación:

Materiales de Base	
Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría
Límite líquido, en porcentaje (máx.)	25%
Índice plástico máximo	6%
Partículas alargadas u laseadas máximo	35%
Compactación	100%
Valor relativo de soporte estándar saturado, en porcentaje	100 min
Equivalente de arena, en porcentaje	50 min
Índice de durabilidad en porcentaje	40min

Tabla 2 Materiales de Base

1.2.3.5 Terracería.

Se llama terracería al conjunto de obras compuestas de cortes y terraplenes, formadas principalmente por la sub-rasante y el cuerpo del terraplén, constituida generalmente por materiales no seleccionados y se dice que es la subestructura del pavimento. Cuando se va a construir un camino que presente un TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente; la cual deberá tener un espesor mínimo de 50 cm.

1.2.4 Diseño de Pavimentos

En el proceso de modelación y diseño de pavimentos flexibles existen criterios subjetivos sobre algunos de los parámetros. Se

observa una tendencia a la aplicación de fórmulas empíricas por parte de los diseñadores, derivadas de algunas experiencias particulares, sin tener en cuenta patrones establecidos por entidades como por ejemplo la SHELL, AASTHO y otras que desarrollaron métodos de cálculo de uso común en el medio.

El diseño de un pavimento consiste en establecer una estructura para una duración dada, bajo las solicitaciones del tránsito y las características de la subrasante.

Para determinar los espesores de las capas de la estructura del pavimento se utilizan tres clases de metodologías las cuales se enuncian a continuación:

1.2.5 Factores de Diseño

1.2.5.1 Transito

Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem), esperadas en el carril de diseño el más solicitado, que determinara la estructura del pavimento de la carretera) durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas de tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las solicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zona de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.

1.2.5.2 Subrasante

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea este flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas de tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las

eventuales variaciones de volumen (hinchamiento-retracción). Los cambios de volumen de un suelo de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar grandes daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal.

1.2.5.3 Clima

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura.

Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas.

En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía.

1.2.5.4 Materiales

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida

por la distancia de acarreo. Por otra parte, se deberá considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes especialmente.

El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones.

Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación.

1.2.6 Evaluación de Pavimentos

La incidencia de factores de diversos orígenes determina alteraciones de la superficie de rodamiento 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.

1.2.7 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:

1.2.7.1 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.

1.2.7.2 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.

1.2.7.3 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.

1.2.8 Índice de condición del pavimento, PCI

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones.

Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado.

RANGO	CLASIFICACIÓN	
85-100		Excelente
70-85		Muy Bueno
55-70		Bueno
40-55		Regular
25-40		Malo
10-25		Muy Malo
0-10		Fallado

Imagen 2 ***Rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento***

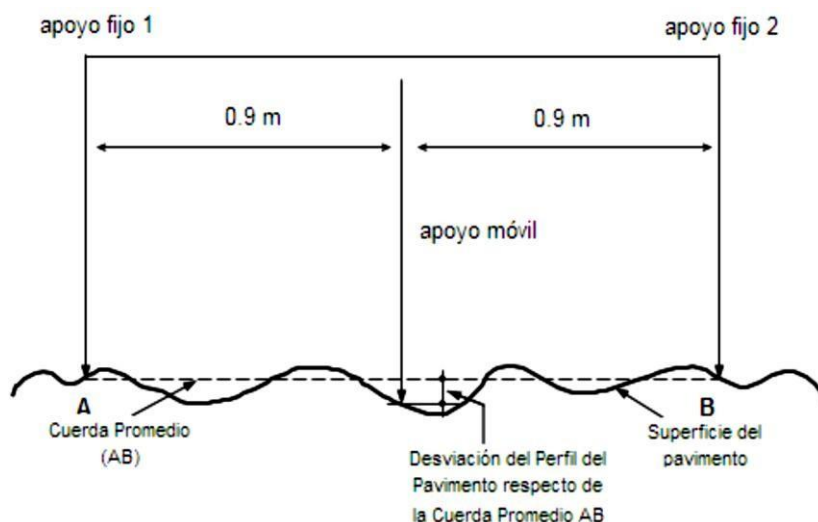
1.2.9 Rugosímetro de MERLIN

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)

1.2.10 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 Imagen 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”.

Medición de las desviaciones de la superficie del pavimento respecto de la cuerda promedio.



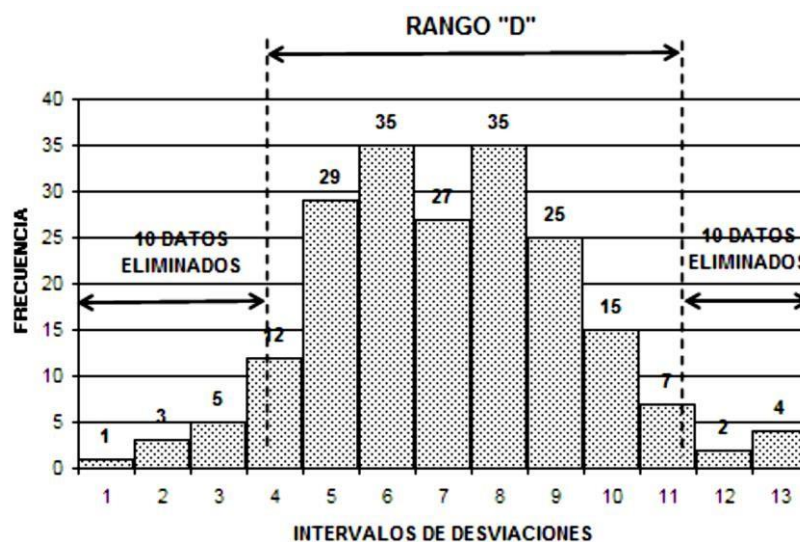
Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

Imagen 3- perfil

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. 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”.

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



Fuente: Del Águila Rodríguez, Pablo, 1999.

Imagen 4. Histograma

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).

1.2.11 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 $2.4 < \text{IRI} < 15.9$, entonces $\text{IRI} = 0.593 + 0.0471 D$ (1)

b) Cuando $\text{IRI} < 2.4$, entonces $\text{IRI} = 0.0485 D$ (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 Imágenes 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)

1.2.12 Severidad de daños en pavimentos flexibles

1.2.13

Pavimentos flexibles			Clasificación	Descripción
Valores PSI	Valores IRI	Rangos de IRI	SEVERIDAD	
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 contruidos 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.

1.2.14 Identificación del rango cuando la rugosidad es regular

El rango del IRI para rugosidad regular es de 1.9 a 3.6 y está caracterizado de la siguiente manera: 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.

1.3 Definición de términos básicos

FISURAS

Las Fisuras son aperturas longitudinales que afectan la capa exterior del elemento constructivo. En cambio, las grietas son aperturas más

anchas y profundas, que afectan todo el espesor del paramento u otro elemento constructivo.

Aparecen por movimientos de los materiales; éstos pueden deberse a causas mecánicas, químicas o higrotérmicas.

Si los materiales que componen un elemento constructivo, tienen movimientos equivalentes en cuanto a tipo y magnitud, no hay incidencia que afecte al conjunto, en cambio, si trabajan en forma diferente, terminan produciéndose fisuras.

PAVIMENTO

Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.

Material con que se pavimenta un suelo. "pavimentos cerámicos; el antiguo pavimento de piedra ha sido sustituido por el asfalto".

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DE ESPESORES

Los pavimentos son diseñados para obtener en forma económica un buen comportamiento durante una larga vida de servicio. Diversos factores deben analizarse para obtener el diseño del más bajo costo anual. Estos factores son:

- Tránsito considerando las cargas por eje o rueda y su frecuencia
- Resistencia de los materiales
- Subrasante
- Drenaje
- Acción de las heladas
- Vida útil para el diseño

TRÁNSITO En el análisis de las cargas actuantes, se deben tener en cuenta el peso u número de vehículos que van a circular durante la vida útil del pavimento. No es posible llegar al conocimiento exacto de estos números ya que el mismo resulta cambiante a través del

tiempo, pudiéndose hacer solamente estimaciones en base a hipótesis más o menos ajustadas a la realidad.

DRENAJE

Merece una consideración especial el drenaje adecuado del pavimento, tanto superficial como subterráneo. El agua superficial debe ser evacuada a través de cunetas o desagües pluviales. Con respecto al drenaje subterráneo hay que tomar precauciones necesarias para que el nivel de la napa se encuentre suficientemente alejado del pavimento y en caso contrario, utilizar capas drenantes que resulten menos susceptibles a la presencia de agua. Con este objeto, en algunos casos resulta aconsejable la colocación de capas relativamente gruesas de arena; o capas alternativas drenantes de arena e impermeables de suelo para cortar la capilaridad y facilitar la compactación.

VIDA ÚTIL PARA EL DISEÑO

Conociendo las condiciones del tránsito, el pavimento puede ser diseñado para la vida de servicio que se desee. Debe establecerse el volumen y peso del tránsito futuro previsible.

CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

El Cálculo para el diseño se basa en el módulo elástico-dinámico del suelo. Como su medición por medio de los métodos vibratorios resulta engorrosa en consecuencia no apto para el trabajo de rutina, se utilizan las correlaciones obtenidas para el CBR y para el ensayo de carga. Por las razones apuntadas anteriormente se aconseja utilizar el ensayo de CBR.

Como consecuencia de su rigidez, el pavimento de hormigón tiene considerable resistencia de flexión denominada también de viga y alta capacidad para distribuir las cargas. Las presiones sobre el suelo o material debajo del pavimento, son muy pequeñas por la distribución de las cargas sobre una amplia superficie. Se deduce en consecuencia que los pavimentos de hormigón no requieren subrasantes resistentes.

CALIDAD DEL HORMIGÓN

La elección de materiales y su dosificación para elaborar hormigones tiene por fin obtener:

- 1) durabilidad satisfactoria para las condiciones de servicio previstas
- 2) resistencia a la flexión deseada.

Cuando se necesitan condiciones especiales de durabilidad, se aconseja la incorporación de aires al hormigón, la que además de mejorar la durabilidad del hormigón endurecido, mejora las condiciones del hormigón plástico al:

- 1) prevenir la segregación de los materiales
- 2) aumentar su trabajabilidad
- 3) disminuir la exudación
- 4) reducir la cantidad de agua necesaria para obtener una satisfactoria trabajabilidad

JUNTAS

Las juntas tienen por fin mantener las tensiones que soporta el pavimento de hormigón, dentro de los límites admisibles, previniendo la formación de fisuras y grietas irregulares.

JUNTAS LONGITUDINALES

Se instalan para controlar el agrietamiento longitudinal, espaciándose a intervalos de 2,5 a 4,0 m, coincidiendo generalmente con las líneas divisorias de trochas de tránsito. No es aconsejable superar el intervalo de 4,0 m a menos que la experiencia local indique que el pavimento con esas condiciones ha observado comportamiento satisfactorio.

La profundidad de la ranura superior de estas juntas no debe ser inferior al cuarto del espesor del pavimento. Estas juntas llevan normalmente barras de unión que impiden la separación de sus bordes. Para más de cuatro trochas es conveniente intercalar una junta longitudinal machihembrada o ensamblada de bordes libres.

JUNTAS TRANSVERSALES

Estas juntas denominadas de contracción, controlan el agrietamiento transversal al disminuir:

- 1) las tensiones de tracción que se originan cuando la losa se contrae

2) Las tensiones que causa el alabeo producido por diferenciales de temperatura y de contenido de humedad en el espesor de la losa.

JUNTAS DE EXPANSIÓN

Su objeto es disminuir las tensiones de compresión, proveyendo un espacio entre losas, que permita el movimiento del pavimento cuando se expande.

Cuando las juntas de contracción están adecuadamente separadas, la necesidad de las juntas de expansión depende, en gran medida de la temperatura ambiente predominante durante la construcción y de las características de expansión del agregado grueso empleado.

FATIGA

Cuando las continuas aplicaciones de las cargas producen tensiones que no exceden del 50% del módulo de rotura (coeficiente de seguridad igual o mayor a 2) el hormigón soportará un número ilimitado de tales tensiones sin que ocurran fallas por fatiga. Cuando las tensiones producidas exceden el 50% del módulo de rotura (coeficiente de seguridad comprendido entre 1 y 2) queda limitado el número de repeticiones de las tensiones para que el hormigón no experimente fallas por fatiga.

Capítulo II : PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Descripción del problema

La carretera Iquitos – Nauta, en varias zonas está deteriorada, esto puede ser visible en la capa de rodadura, lo cual impide la movilización de vehículos con una rapidez normal, esto repercute en el deterioro de sus vehículos, retrasos para su arribo a sus destinos por ende baja calidad de viaje. Es por ello, que se debe tener en cuenta el nivel de servicio de un pavimento, cuando las vías se encuentran con un nivel de deterioro elevado presenta factores que se ven afectados: La comodidad y la seguridad del viaje se ven deteriorados, Los costos de operación y los tiempos de viaje de los vehículos que utilizan la carretera se acrecientan, La inversión en las vías aumenta, pues los procesos de reposición que se requieren cuando los pavimentos han alcanzado un nivel de deterioro excesivo, son más complejos, que cuando el mantenimiento se realiza oportunamente. (Carhuampoma Carlos, 2019)

En el tramo se encuentra la reserva Alpahuayo Mishana, por donde transitan las unidades móviles de los investigadores o trabajadores de la reserva. Además, se tiene el botadero de residuos sólidos, de la Municipalidad Provincial de Maynas, razón por la cual se puede ver que todos los días transitan camiones cargados de residuos sólidos, que afectan o deterioran el pavimento.

Por las consideraciones anteriores, se ha visto la necesidad de evaluar rugosidad de del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta, entre el tramo del km 32+000 al km 35+000

2.2 Formulación del problema

2.2.1 Problema general

¿Cuál es la clasificación del daño superficial luego de la evaluación de la rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000?

2.2.2 Problemas específicos

¿Cómo es la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 ?

¿Cuál es el índice de rugosidad de la superficie de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 ?

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Clasificar el daño superficial luego de la evaluación de la rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000.

2.3.2 Objetivo específicos

Identificar Cómo es la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 .

Determinar el índice de rugosidad de la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 .

2.4 Hipótesis

Hi La rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000, clasifica el daño superficial como severidad regular

H0 La rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000, no clasifica el daño superficial como severidad regular.

2.5 Variables

2.5.1 Identificación de Variables

X: Rugosidad del pavimento

Y: Daño superficial

2.5.2 Definición conceptual y operacional de las variables

2.5.2.1 Definición Conceptual

Se entiende por RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO a la desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje.

Se entiende por GRADO DE SEVERIDAD al nivel de daño, el cual evoluciona con el tiempo, afectando de manera creciente la integridad del pavimento.

2.5.2.2 Definición Operacional

RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO, a variación de niveles de la rasante a lo largo de un tramo de la vía.

Se entiende por GRADO DE SEVERIDAD, es el nivel que permite caracterizar el avance el deterioro del pavimento. Los niveles de daño pueden ser: bajo, medio y alto; estos permiten caracterizar el grado de avance el deterioro del pavimento

2.5.3 Operacionalización de Variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición	Valor
Rugosidad del pavimento. - es la desviación de una determinada superficie respecto a una superficie plana teórica, con dimensiones que afectan la dinámica del vehículo, la calidad de manejo, cargas dinámicas y el drenaje.	Tipos de falla	Agrietamientos	Nominal	Alto Medio Bajo
		Hundimientos		
GRADO DE SEVERIDAD es nivel de daño, el cual evoluciona con el tiempo, afectado de manera creciente la integridad del pavimento.	Severidad	Niveles de severidad	Nominal	Alto Medio Bajo

Capítulo III : METODOLOGÍA

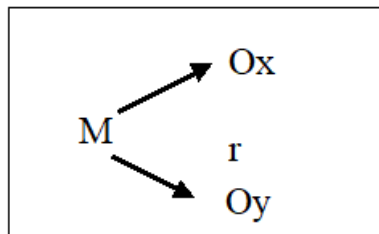
3.1 Tipo y Diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

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

3.1.2 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 Cerrón & Huayhua Achircana, 2014)

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población.

Está referido a la rugosidad de la vía pavimentada en el tramo de la carretera Iquitos Nauta km 32+000 al km 35+000.

3.2.2 Muestra

La muestra está dada por los 200 datos que se toma con el MERLIN, en el tramo de la carretera Iquitos Nauta km 32 + 000 al km 35+000

3.3 Técnicas, instrumentos y procedimiento de recolección de datos

3.3.1 Técnicas de Recolección de datos

La técnica utilizada es la observación.

3.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos acorde con las técnicas son la ficha de observación con el MERLIN.

3.3.3 Procedimientos de Recolección de datos

El procedimiento consiste en evaluar la rugosidad con el instrumento MERLIN, el cual se desplaza de manera uniforme y calibrado. Para el cálculo de la rugosidad se tiene en cuenta la distribución de frecuencias de las desviaciones de la superficie respecto de una cuerda promedio establecida entre el punto de apoyo de la rueda y del pie posterior, los cuales están separados por 1,80 m.

Luego se calcula el Índice Internacional de Rugosidad (IRI), de los siguientes datos:

LADO DERECHO 32 + 400

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

N°	TRAMO	LADO
1	32+000,00 - 32+400,00	Lado Derecho
2	32+400,00 - 32+800,00	Lado Derecho
3	32+800,00 - 33+200,00	Lado Derecho
4	33+200,00 33+600,00	Lado Derecho
5	33+600,00 34+000,00	Lado Derecho
6	34+000,00 34+400,00	Lado Derecho
7	34+400,00 34+800,00	Lado Derecho
8	34+800,00 35+200,00	Lado Derecho
9	32+000,00 - 32+400,00	Lado Izquierdo
10	32+400,00 - 32+800,00	Lado Izquierdo
11	32+800,00 - 33+200,00	Lado Izquierdo
12	33+200,00 33+600,00	Lado Izquierdo
13	33+600,00 34+000,00	Lado Izquierdo
14	34+000,00 34+400,00	Lado Izquierdo
15	34+400,00 34+800,00	Lado Izquierdo
16	34+800,00 35+200,00	Lado Izquierdo

3.4 Procesamiento y análisis de datos.

La información se ha procesado utilizando las siguientes fórmulas

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							

IRI y la Severidad

Pavimentos flexibles			Clasificación
Valores PSI	Valores IRI	Rangos de IRI	
5.0	0.0	0.0 – 1.0	Muy Buena
4.2	0.8		
4.0	1.0		
3.0	1.9	1.0 – 1.9	Buena
2.5	2.6	1.9 – 3.6	Regular
2.0	3.6		
1.5	4.9	3.6 – 6.4	Malo
1.0	6.4		
0.0	9.5	>6.4	Muy Malo

Niveles de Severidad

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.

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.

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 3.6 - 3.6 – 6.0 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 con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie.

Capítulo IV RESULTADOS

4.1 Resultados obtenidos con perfilómetro estático MERLIN

4.1.1 Ubicación del proyecto

Imagen 5 Ubicación del proyecto



4.1.2 32+000,00 - 32+400,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adier Montalván Ramirez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	32+000,00	PROGRESIVA FINAL:	32+400,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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

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

$$IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,92	12	0,10
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13,02		
D	65,08		
IRI	3,66		

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																	
FRECUENCIA	LECTURAS																		
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																		
2	16	X	X																
7	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
19	29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
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																		

4.1.3 32+400,00 - 32+800,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	32+400,00	PROGRESIVA FINAL:	32+800,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:				

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1,00000

CALCULO DE "D"

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

DESCARTANDO 30 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

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

$$IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,50	11	0,94
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,44		
D	62,19		
IRI	3,52		

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 ahueamiento, parches y agrietamiento.

FRECUENCIAS LECTURAS		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																		
0	14																		
0	15																		
0	16																		
3	17	X	X	X															
14	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	30	X	X	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	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
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																		

4.1.4 32+800,00 - 33+200,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	32+800,00	PROGRESIVA FINAL:	33+200,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1,00000

CALCULO DE "D"

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

DESCARTANDO LOS 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

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D \quad IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,88	11	0,10
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	11,98		
D	59,91		
IRI	3,41		

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.

FRECUENCIAS LECTURAS		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																							
0	14																							
0	15																							
0	16																							
2	17																							
6	18																							
17	19																							
17	20																							
14	21																							
17	22																							
18	23																							
14	24																							
10	25																							
14	26																							
10	27																							
16	28																							
23	29																							
11	30																							
10	31																							
1	32																							
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																							

4.1.5 33+200,00 33+600,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL: 33+200,00	PROGRESIVA FINAL: 33+600,00	LONGITUD: 400,00 metros	Certificado N°
CAPA: CONCRETO ASFALTICO	CARRIL: DERECHO	FECHA: 13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:	

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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
0	14
0	15
5	17
17	18
8	19
12	20
18	21
13	22
21	23
12	24
9	25
12	26
12	27
19	28
11	29
16	30
14	31
1	32
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

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)
FRACCIONES RESULTANTES	0,71	12	0,36
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13,06		
D	65,32		
IRI	3,67		

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.

4.1.6 33+600,00 34+000,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espíritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	33+600,00	PROGRESIVA FINAL:	34+000,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:				

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D \quad IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,11	12	0,23
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,34		
D	61,71		
IRI	3,50		

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.

FRECUENCIAS		LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN																	
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																		
0	16																		
2	17																		
9	18																		
11	19																		
11	20																		
17	21																		
34	22																		
18	23																		
26	24																		
30	25																		
12	26																		
12	27																		
11	28																		
39	29																		
35	30																		
13	31																		
0	32																		
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																		

4.1.7 34+000,00 34+400,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espíritu Correa Marhus Adier Montalván Ramírez Geiciv	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
---	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	34+000,00	PROGRESIVA FINAL:	 34+400,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:				

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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)
FRACCIONES RESULTANTES	0,75	12	0,27
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13,02		
D	65,11		
IRI	3,66		

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 ahuecamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

FRECUENCIAS	LECTURAS
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
5	17
16	18
13	19
16	20
13	21
10	22
19	23
10	24
17	25
15	26
12	27
19	28
10	29
11	30
11	31
2	32
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

Detailed description: The histogram displays the frequency of readings obtained from a rugosimeter. The data is as follows:

Reading	Frequency
16	1
17	5
18	16
19	13
20	16
21	13
22	10
23	19
24	10
25	17
26	15
27	12
28	19
29	10
30	11
31	11
32	2

4.1.8 34+400,00 34+800,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espíritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL: 34+400,00	PROGRESIVA FINAL: ▶ 34+800,00	LONGITUD: 400,00 metros
CAPA: CONCRETO ASFALTICO	CARRIL: DERECHO	FECHA: 13-Nov-22
TECNICO:		Informe Mensual N°

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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

CALCULO DE "D"	
$D = (CI + CE + CD) \times 5$	
DESCARTANDO 30 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	0,78	12	0,17
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,94		
D	64,72		
IRI	3,64		

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN	
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS	
FRECUECIAS	LECTURAS
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
5	17
18	18
11	19
17	20
18	21
30	22
10	23
18	24
8	25
20	26
14	27
13	28
11	29
14	30
12	31
0	32
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 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 ahuecamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.

4.1.9 34+800,00 35+200,00 Lado Derecho

TESISTAS: Espíritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	34+800,00	PROGRESIVA FINAL:	35+200,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	DERECHO	FECHA:	13-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:				

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

LECTURAS CAMPO

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

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																		
0	14																		
0	15																		
0	16																		
7	17																		
15	18																		
12	19																		
7	20																		
22	21																		
14	22																		
17	23																		
12	24																		
13	25																		
11	26																		
16	27																		
16	28																		
14	29																		

4.1.10 32+000,00 - 32+400,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	---

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	32+000,00	PROGRESIVA FINAL:	32+400,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA:	14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:		OBS:				

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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)
FRACCIONES RESULTANTES	0,00	13	0,31
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13,31		
D	66,54		
IRI	3,73		

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 ahuecamiento, y ocurre en un 50% o más de la superficie.	

LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN

HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

FRECUENCIAS	LECTURAS
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
2	16
8	17
5	18
12	19
14	20
14	21
21	22
14	23
14	24
14	25
15	26
6	27
17	28
17	29
13	30
13	31
1	32
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

Detailed description: The histogram displays the frequency of readings obtained from a rugosimeter. The vertical axis (y-axis) is labeled 'FRECUENCIAS' and ranges from 0 to 25 in increments of 1. The horizontal axis (x-axis) is labeled 'LECTURAS' and ranges from 1 to 50 in increments of 1. The data is represented by horizontal bars of 'X' marks. The distribution starts at reading 16 with a frequency of 2, reaches a maximum frequency of 21 at reading 22, and then gradually decreases to a frequency of 1 at reading 32, with zero frequency for readings 33 through 50.

LECTURAS	FRECUENCIAS
16	2
17	8
18	5
19	12
20	14
21	14
22	21
23	14
24	14
25	14
26	15
27	6
28	17
29	17
30	13
31	13
32	1
33-50	0

4.1.11 32+400,00 - 32+800,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	32+400,00	PROGRESIVA FINAL:	32+800,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA:	14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1,00000

CALCULO DE "D"

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

DESCARTANDO 30 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

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

$$IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,80	12	0,00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,80		
D	64,00		
IRI	3,61		

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.

FRECUENCIAS		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																		
0	14																		
0	15																		
0	16																		
7	17	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
18	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
12	28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
24	30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
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																		

4.1.12 32+800,00 - 33+200,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL: 32+800,00	PROGRESIVA FINAL: 33+200,00	LONGITUD: 400,00 metros	Certificado N°
CAPA: CONCRETO ASFALTICO	CARRIL: IZQUIERDO	FECHA: 14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:		

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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)
FRACCIONES RESULTANTES	0,20	12	0,18
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,38		
D	61,91		
IRI	3,51		

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.	

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
0	14
0	15
0	16
6	17
5	18
14	19
22	20
4	21
12	22
19	23
13	24
27	25
14	26
19	27
12	28
13	29
8	30
11	31
1	32
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

4.1.13 33+200,00 33+600,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL: 33+200,00	PROGRESIVA FINAL: 33+600,00	LONGITUD: 400,00 metros	Certificado N°
CAPA: CONCRETO ASFALTICO	CARRIL: IZQUIERDO	FECHA: 14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:		

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D \quad IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,86	11	0,80
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,66		
D	63,29		
IRI	3,57		

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.

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																							
0	16																							
7	17	X	X	X	X	X	X	X																
21	18	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	19	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	20	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
14	21	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	23	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
13	24	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20	25	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	26	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	27	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
21	28	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
16	29	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
15	30	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	31	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
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																							

4.1.14 33+600,00 34+000,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	33+600,00	PROGRESIVA FINAL:	34+000,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA:	14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D \quad IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,64	12	0,30
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,94		
D	64,68		
IRI	3,64		

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.

FRECUENCIAS		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																						
0	14																						
0	15																						
2	16																						
4	17																						
11	18																						
15	19																						
34	20																						
14	21																						
19	22																						
25	23																						
30	24																						
34	25																						
36	26																						
34	27																						
32	28																						
32	29																						
35	30																						
30	31																						
3	32																						
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																						

4.1.15 34+000,00 34+400,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL:	34+000,00	PROGRESIVA FINAL:	34+400,00	LONGITUD:	400,00 metros	Certificado N°
CAPA:	CONCRETO ASFALTICO	CARRIL:	IZQUIERDO	FECHA:	14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:					

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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

$$IRI = 0.593 + 0.0471 \times D \quad IRI = 0.0485 \times D$$

	COLA IZQUIERDA (CI)	CENTRO (CE)	COLA DERECHA (CD)
FRACCIONES RESULTANTES	0,58	12	0,36
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	12,94		
D	64,68		
IRI	3,64		

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.

FRECUENCIAS		LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN																	
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																		
0	16																		
2	17																		
19	18																		
21	19																		
19	20																		
9	21																		
12	22																		
8	23																		
10	24																		
16	25																		
11	26																		
18	27																		
15	28																		
16	29																		
9	30																		
14	31																		
1	32																		
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																		

4.1.16 34+400,00 34+800,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marhus Adler Montalván Ramírez Greicy	ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA
--	--

TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022

PROGRESIVA INICIAL: 34+400,00	PROGRESIVA FINAL: 34+800,00	LONGITUD: 400,00 metros	Certificado N°
CAPA: CONCRETO ASFALTICO	CARRIL: IZQUIERDO	FECHA: 14-Nov-22	Informe Mensual N°
TECNICO:	OBS:		

DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN

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

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)
FRACCIONES RESULTANTES	0,00	13	0,00
SUMA FRACCIONES (CI + CE + CD)	13,00		
D	65,00		
IRI	3,65		

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	
FRECUECIAS	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	
0 16	
10 17	XXXXXXXXXX
12 18	XXXXXXXXXXXXXX
15 19	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
13 20	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
17 21	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
14 22	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
11 23	XXXXXXXXXXXXXX
13 24	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
14 25	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
9 26	XXXXXXXXXX
11 27	XXXXXXXXXXXXXX
19 28	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
14 29	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
18 30	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
6 31	XXXXXX
4 32	XXXX
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	

4.1.17 34+800,00 35+200,00 Lado Izquierdo

TESISTAS: Espiritu Correa Marthus Adler Montalván Ramirez Greicy															ASESOR ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA																			
TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA RUGOSIMETRÍA EN EL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA 2022																																		
PROGRESIVA INICIAL: 34+800,00															PROGRESIVA FINAL: 35+200,00										LONGITUD: 400,00 metros					Certificado N°				
CAPA: CONCRETO ASFALTICO															CARRIL: IZQUIERDO										FECHA: 14-Nov-22					Informe Mensual N°				
TECNICO:															OBS:																			
DETERMINACION DE RUGOSIDAD POR EL METODO MERLIN																																		
LECTURAS CAMPO																																		
29 28 27 29 26 27 31 29 29 22 20 22 21 19 22 25 23 23 22 22 29 26 29 25 30 26 27 29 27 22 21 19 20 19 21 19 22 21 22 18 27 30 25 25 26 29 30 26 31 24 21 24 22 23 21 21 22 21 22 21 26 28 25 30 29 28 27 26 31 21 19 23 23 22 25 21 22 24 18 25 27 27 25 28 27 25 27 30 27 25 19 25 21 19 21 21 21 24 18 19 28 30 26 27 30 27 25 26 30 23 23 23 21 19 22 22 21 21 18 17 29 30 26 26 26 27 27 25 28 20 19 22 23 22 20 21 18 23 22 19 27 27 26 27 29 30 31 29 26 25 21 21 20 24 23 22 18 23 23 18 29 28 30 28 29 29 25 27 30 23 23 18 23 21 18 24 22 23 18 18 26 28 30 26 29 27 31 31 29 22 21 23 19 23 17 23 23 25 22 24																																		
FACTOR DE CORRECCION F.C. = 1,00000																																		
CALCULO DE "D"																																		
D = (CI + CE + CD) x 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 CENTRO COLA DERECHA (CI) (CE) (CD)																																		
FRACIONES RESULTANTES 0,27 11 0,69																																		
SUMA FRACIONES (CI + CE + CD) 11,97																																		
D 59,83																																		
IRI 3,41																																		
COMENTARIOS																																		
Para el cálculo del IRI se está utilizando la fórmula:																																		
IRI = 0.593 + 0.0471 x 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 ahueamiento, parches y agrietamiento.																																		
LECTURAS CON RUGOSIMETRO MERLIN																																		
HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS																																		
FRECUENCIAS LECTURAS																																		
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 0 16 2 17 11 18 12 19 5 20 23 21 22 22 21 23 7 24 36 25 36 26 20 27 9 28 17 29 13 30 6 31 0 32 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																																		

4.1.18 Cuadro de valores 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.

4.1.19 Resumen del Cálculo IRI

RESUMEN CÁLCULO DE IRI

N°	TRAMO	LADO	IRI	
1	32+000,00 - 32+400,00	Lado Derecho	3,66	Malo
2	32+400,00 - 32+800,00	Lado Derecho	3,52	Regular
3	32+800,00 - 33+200,00	Lado Derecho	3,41	Regular
4	33+200,00 - 33+600,00	Lado Derecho	3,67	Malo
5	33+600,00 - 34+000,00	Lado Derecho	3,50	Regular
6	34+000,00 - 34+400,00	Lado Derecho	3,66	Malo
7	34+400,00 - 34+800,00	Lado Derecho	3,64	Malo
8	34+800,00 - 35+200,00	Lado Derecho	3,61	Malo
9	32+000,00 - 32+400,00	Lado Izquierdo	3,73	Malo
10	32+400,00 - 32+800,00	Lado Izquierdo	3,61	Malo
11	32+800,00 - 33+200,00	Lado Izquierdo	3,51	Regular
12	33+200,00 - 33+600,00	Lado Izquierdo	3,57	Regular
13	33+600,00 - 34+000,00	Lado Izquierdo	3,64	Malo
14	34+000,00 - 34+400,00	Lado Izquierdo	3,64	Malo
15	34+400,00 - 34+800,00	Lado Izquierdo	3,65	Malo
16	34+800,00 - 35+200,00	Lado Izquierdo	3,41	Regular

IRI promedio **3,59** Regular

Capítulo V : DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

Según el análisis de Tingal Limay Homero, Se determinó 18 Unidades de Muestra cada uno de 400 metros; de los cuales se evaluaron con el Rugosímetro Merlin, arrojando un Índice de Rugosidad Internacional de 1.08, que se califica como Bueno.

N°	TRAMO	LADO	IRI
1	0+00,00 - 0+400,00	Lado Derecho	1,10
2	0+400,00 - 0+800,00	Lado Derecho	1,12
3	0+800,00 - 1+200,00	Lado Derecho	1,16
4	1+200,00 - 1+600,00	Lado Derecho	0,81
5	1+600,00 - 2+000,00	Lado Derecho	0,92
6	2+000,00 - 2+400,00	Lado Derecho	0,97
7	2+400,00 - 2+800,00	Lado Derecho	0,89
8	2+800,00 - 3+200,00	Lado Derecho	0,95
9	3+200,00 - 3+600,00	Lado Izquierdo	1,71
10	0+00,00 - 0+400,00	Lado Izquierdo	1,00
11	0+400,00 - 0+800,00	Lado Izquierdo	0,97
12	0+800,00 - 1+200,00	Lado Izquierdo	1,21
13	1+200,00 - 1+600,00	Lado Izquierdo	1,10
14	1+600,00 - 2+000,00	Lado Izquierdo	1,09
15	2+000,00 - 2+400,00	Lado Izquierdo	1,08
16	2+400,00 - 2+800,00	Lado Izquierdo	1,27
17	2+800,00 - 3+200,00	Lado Izquierdo	1,00
18	3+200,00 - 3+600,00	Lado Izquierdo	1,17

IRI promedio 1,08

Mientras que en el presente estudio se tuvo 16 unidades de muestreo, con lo que resulta un Índice de Rugosidad Internacional promedio de 3.59 con lo que se califica que tiene una severidad Regular.

N°	TRAMO	LADO	IRI
1	32+000,00 - 32+400,00	Lado Derecho	3,66
2	32+400,00 - 32+800,00	Lado Derecho	3,52
3	32+800,00 - 33+200,00	Lado Derecho	3,41
4	33+200,00 - 33+600,00	Lado Derecho	3,67
5	33+600,00 - 34+000,00	Lado Derecho	3,50
6	34+000,00 - 34+400,00	Lado Derecho	3,66
7	34+400,00 - 34+800,00	Lado Derecho	3,64
8	34+800,00 - 35+200,00	Lado Derecho	3,61
9	32+000,00 - 32+400,00	Lado Izquierdo	3,73
10	32+400,00 - 32+800,00	Lado Izquierdo	3,61
11	32+800,00 - 33+200,00	Lado Izquierdo	3,51
12	33+200,00 - 33+600,00	Lado Izquierdo	3,57
13	33+600,00 - 34+000,00	Lado Izquierdo	3,64
14	34+000,00 - 34+400,00	Lado Izquierdo	3,64
15	34+400,00 - 34+800,00	Lado Izquierdo	3,65
16	34+800,00 - 35+200,00	Lado Izquierdo	3,41

IRI promedio 3,59

5.2 Conclusiones

Se analizó la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km 32+000 al km 35+000. También se hizo notar que el pavimento en este tramo es asfáltico.

Del análisis realizado en el Lado Derecho se tiene un IRI promedio de 3,58 calificado como Regular. Del análisis realizado en el Lado Izquierdo se tiene un IRI promedio de 3,6 calificado como Malo.

Por último se determinó la rugosidad y como resultado promedio total del área evaluada, se tiene un IRI de 3,59, lo cual significa que la severidad del pavimento es Regular.

5.3 Recomendaciones

Se recomienda recapeo de la carretera Iquitos Nauta, en el tramo 32+000 a 35+000, para eliminar las ondulaciones del perfil del pavimento y así evitar accidentes.

Se debe realizar esta verificación en otros tramos de la carretera, puesto que los deterioros son continuos.

Las autoridades deben tomar acciones relacionadas con la presente investigación para poder aplicar las recomendaciones en bien de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORJA, S. M. (9 de MAYO de 2014). *METODOLOGIA DE INVESTIGACION PARA INGENIERIA CIVIL*. Obtenido de GOOGLE:
<https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-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.
- 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>
- Carhuampoma Carlos, J. H. (2019). *Evaluación del nivel de servicio mediante el índice de Rugosidad Internacional (IRI) utilizando el rugosímetro MERLIN en el pavimento flexible de la carretera Cerro de Pasco - Yanahuanca - 2019*. Huánuco, Perú: tesis en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- 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.
- Del Águila Rodríguez, P. (1999). *Metodología para la determinación de rugosidad de los Pavimentos*. Lima, Perú: Camineros SAC.
- Laos Cuellar, C. A., & Méndez Castillo, C. V. (2023). *Evaluación por métodos no destructivos, de la estructura del pavimento en la carretera Iquitos nauta km. 20+ 500 – km 22+500, distrito San Juan Bautista, provincia Maynas, Perú, 2023*. Iquitos, Perú: Tesis en la Universidad Científica del Perú.
- 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.
- Miranda Rebolledo, R. J. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Valdivia, Chile: UACH.
- Montejo Fonseca, A. (2006). *Ingeniería de Pavimetos para carreteras* (Tercera ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- 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.
- 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.
- 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>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia.

TÍTULO:

EVALUACIÓN DE LA RUGOSIDAD DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL KM 32+000 AL KM 35 + 000 DE LA CARRETERA IQUITOS NAUTA Y SU CLASIFICACIÓN 2022

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Indicadores (x,y)	Metodología
¿Cuál es la clasificación del daño superficial luego de la evaluación de la rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el	Clasificar el daño superficial luego de la evaluación de la rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000.	<u>Hipótesis General</u> H_i La rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000, clasifica el daño superficial como severidad regular	<u>Variable Independiente:</u> X: Rugosidad del pavimento	Indicadores de la variable independiente: • Desniveles de la vía Indicadores de la variable dependiente:	<u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u> La investigación pertenece a la investigación

tramo 32+000 a 35+000?		H₀ La rugosidad del pavimento flexible de la carretera Iquitos Nauta en el tramo 32+000 a 35+000, no clasifica el daño superficial como severidad regular.	<u>Variable Dependiente</u> Y: Daño superficial	• IRI • Bueno, Regular, Malo	n aplicada y Cuantitativa.
Problemas Específicos - ¿Cómo es la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 ?	Objetivos Específicos - Identificar Cómo es la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 .				
- ¿Cuál es el índice de	Determinar el índice de				

rugosidad de la superficie de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 ?	rugosidad de la superficie del pavimento de la carretera Iquitos Nauta km32+000 a km 35+000 .				
--	---	--	--	--	--

Anexo 2. PLAN DE MANTENIMIENTO DE CARRETERA IQUITOS NAUTA KM 32+000 A KM 35+000

PROYECTO: Mantenimiento de la Carretera Iquitos Nauta km 32 + 000 a 35 + 000

UBICACIÓN: San Juan Bautista, Maynas, Loreto

DURACIÓN: 12 meses

RESPONSABLE: Municipalidad Distrital de San Juan Bautista

FECHA: 01/08/2024

1. INTRODUCCIÓN

El presente Plan de Mantenimiento tiene como objetivo garantizar la conservación de la **carretera Iquitos Nauta Km 32+000 al km 35+000** para mantener un nivel de servicio adecuado, preservar la inversión realizada y asegurar la transitabilidad de los usuarios.

Este documento describe las actividades de mantenimiento preventivo, rutinario y correctivo, considerando las condiciones actuales del tramo, el tráfico vehicular y las condiciones climáticas predominantes en la zona.

2. OBJETIVOS

- Prolongar la vida útil de la carretera.
- Reducir costos de reparación futura mediante intervenciones preventivas.
- Garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios.
- Minimizar los impactos ambientales derivados del deterioro de la vía.

3. DIAGNÓSTICO ACTUAL

3.1. Descripción del tramo:

- Longitud: 3 km
- Tipo de superficie: Asfalto
- Ancho de calzada: 7.5 m
- Clasificación funcional: Primaria
- Tránsito promedio diario anual (TPDA): 1200

3.2. Condiciones actuales:

- Estado de la superficie de rodadura: con algunos deterioros prematuros
- Sistemas de drenaje: Estado de cunetas, malo
- Señalización y seguridad vial: las señales verticales, horizontales y elementos de seguridad, no cuentan con mantenimiento.
- Vegetación: la vegetación en los bordes de la carretera, está crecida.

4. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

4.1. Mantenimiento preventivo:

Actividades periódicas destinadas a evitar el deterioro prematuro:

- Limpieza de cunetas, alcantarillas y drenajes.
- Revisión y sellado de grietas menores.
- Aplicación de riegos de liga y sello en pavimentos.
- Mantenimiento de señalización horizontal y vertical.

4.2. Mantenimiento rutinario:

Actividades regulares para garantizar la operatividad de la vía:

- Reparación de baches pequeños.
- Poda de vegetación en los bordes de la carretera.
- Limpieza de sedimentos y basura acumulada en la vía y los drenajes.
- Reposición de elementos de seguridad vial (barandas, hitos, señales).

4.3. Mantenimiento correctivo:

Intervenciones necesarias ante fallas importantes:

- Reparación de deformaciones mayores o hundimientos.
- Reconstrucción de tramos críticos afectados por deslizamientos o erosión.
- Reposición de pavimentos dañados.
- Rehabilitación de sistemas de drenaje colapsados.

5. CRONOGRAMA

Actividad	Frecuencia	Responsable	Mes de Ejecución
Limpieza de cunetas	Mensual	Equipo de Mantenimiento	[4 Meses]
Reparación de baches	Bimensual	Contratista	[4 Meses]
Sellado de fisuras	Semestral	Contratista	[4 Meses]
Mantenimiento de señalización	Anual	Departamento de Tránsito	[12 Meses]

6. RECURSOS NECESARIOS

6.1. Materiales:

- Asfalto y emulsión bituminosa.
- Cemento, arena y grava.
- Pintura para señalización vial.
- Barreras de seguridad y señales verticales.

6.2. Equipos:

- Rodillos compactadores.
- Fresadoras de pavimento.
- Camiones cisterna.
- Equipos de poda y desbroce.

6.3. Personal:

- Ingeniero de mantenimiento.
- Técnicos en pavimentos.
- Operadores de maquinaria.
- Personal de limpieza y señalización.

7. INDICADORES DE DESEMPEÑO

- Porcentaje de baches reparados: [Meta, por ejemplo, 95%].
- Número de intervenciones en sistemas de drenaje: [Meta anual].
- Reducción en el tiempo de cierre por mantenimiento: [Meta, por ejemplo, 10%].
- Estado funcional de la vía al final del periodo: [Meta, por ejemplo, Bueno].

8. GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL

- Minimizar la generación de residuos durante las actividades de mantenimiento.
- Respetar la normativa ambiental vigente.
- Informar a las comunidades locales sobre los trabajos programados.

Anexo 3. PANEL FOTOGRÁFICO











