

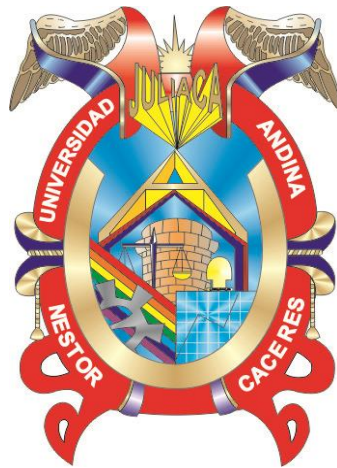


UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN
LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE – ANCASAYA
DE LA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DULIO MAMANI HUANACUNI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN
LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO
FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE – ANCASAYA
DE LA REGIÓN PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. DULIO MAMANI HUANACUNI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 382-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de agosto de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 08-2024-D-EPIC-FICP-UANCV-J** del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N°224-2024 de fecha 30 de mayo de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**; y el trámite solicitado por el Bachiller en Ingeniería Civil y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **DULIO MAMANI HUANACUNI**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes;

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
- * **Asesor** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO. - **APROBAR** Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **DULIO MAMANI HUANACUNI**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 15 de agosto de 2024
- * **HORA** : 11:30
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTICULO SEGUNDO. - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



C/c Arch 2024
Interesado
Escuela Profesional

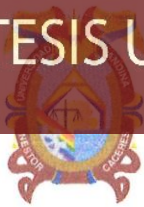
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95631



RESOLUCIÓN DECANAL N° 224-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 30 de mayo de 2024

VISTOS:

El **INFORME N° 090-2024-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Civil, **INFORME N° 062-2024-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 587-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **11 de julio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **18 de abril de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DULIO MAMANI HUANACUNI**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 1496-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **DULIO MAMANI HUANACUNI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

ARTICULO TERCERO.- La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc
archivo 2024
interesado (a)



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

Dr. MILTHON QUISEP HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



RESOLUCIÓN DECANAL N° 587-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de julio 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 292-2023-D-UI-FICP-UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 085-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 057-2023-UANCV-FICP-UI-CI-EPIC** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **20 de junio de 2023**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **DULIO MAMANI HUANACUNI**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- * **Presidente** : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- * **1er Miembro** : **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**
- * **2do Miembro** : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **DULIO MAMANI HUANACUNI**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2023
interesado (a)



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

Mgtr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIR. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERVISADOS DE INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE – ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

2%

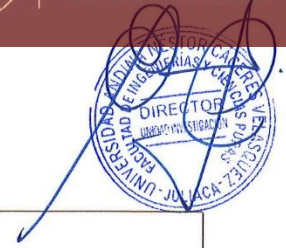
PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

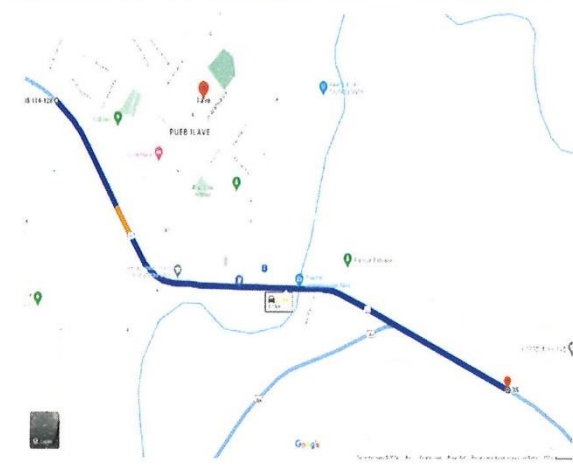
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%



Metadatos Complementarios

Título de la tesis	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE – ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Dulio Mamani Huanacuni
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46972577
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0009-1701-1498
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Franz Joseph Barahona Perales
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02442876
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8509-7224
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Leonel Suasaca Pelinco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Efrain Parillo Sosa
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Arnaldo Yana Torres
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	41414676
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN -P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: El Collao Distrito: Ilave</p> <p>Longitud: 69°38'19.062" W Latitud: 16°05'29.281" S</p> <p>URL Maps https://maps.app.goo.gl/LV5Nzfo6EsKz2su28</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Mayo 2023 – Abril 2024.
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de la Construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
 DIRECTOR
 Dr. Efraín Pájaro Sosa
 DIRECTOR
 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo DULIO MAMANI HUANACUNI, identificado con DNI Nro. 46972577, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
 - Programa de Segunda Especialidad,
 - Programa de Maestría o Doctorado
- INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico denominada:
" ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO "

Asesorado por: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliana 26 de AGOSTO del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza y vigor en esta tesis, a mis padres José Luis y Celia por ser pilares fundamentales en el largo trayecto de mi formación profesional. Asimismo, a todas las personas que de alguna manera hicieron posible este logro.



AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme guiado en todo este proceso de aprendizajes y experiencias. A mis padres quienes me apoyaron, incentivaron e impulsaron para la culminación de este trabajo de investigación. A los docentes, José Luis Cutipa, Hernán Martínez y Néstor Suca por brindarme sus conocimientos, sus principios y su moralidad en mi formación académica.



INDICE

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

INDICE iii

ÍNDICE DE FIGURAS vii

ÍNDICE DE TABLAS ix

RESUMEN xi

ABSTRACT xii

INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática 1

1.2. Formulación del planteamiento del problema 3

 1.2.1. Problema General 3

 1.2.2. Problemas Específicos 3

1.3. Justificación 4

 1.3.1. Justificación Técnica 4

 1.3.2. Justificación Económica 4

 1.3.3. Justificación Social 5

 1.3.4. Justificación Ambiental 5

1.4. Objetivos 5

 1.4.1 Objetivo general 5

 1.4.2 Objetivos específicos 6

1.5. Hipótesis 6

 1.5.1 Hipótesis general 6

 1.5.2 Hipótesis específica 6



- 1.6. Variables e indicadores 7
 - 1.6.1 Variable independiente 7
 - 1.6.2 Variable dependiente 7
- 1.7. Operacionalización de variables 7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

- 2.1. Antecedentes de la investigación 8
 - 2.1.1. Antecedentes Internacionales 8
 - 2.1.2. Antecedente Nacional 10
 - 2.1.3. Antecedente Local 12
- 2.2. Bases teóricas 14
 - 2.2.1. Generalidades 14
 - 2.2.2. Pavimento 15
 - 2.2.2.1. Pavimento flexible 15
 - 2.2.2.2. Estructura del pavimento flexible 16
 - 2.2.2.3. Características del pavimento flexible 18
 - 2.2.3. Fallas en el pavimento flexible 19
 - 2.2.4. Causas del surgimiento de las fallas 20
 - 2.2.5. Tipos de patologías 21
 - 2.2.5.1. Patologías contempladas por la metodología VIZIR 21
 - 2.2.5.2. Patologías contempladas por la metodología PCI 23
 - 2.2.6. Metodología VIZIR 25
 - 2.2.6.1. Generalidades 25
 - 2.2.6.2. Características del método VIZIR 26
 - 2.2.6.3. Cálculo del índice de deterioro superficial (Is) 26
 - 2.2.6.4. Daños de importancia no contemplados por el método VIZIR 30
 - 2.2.7. Metodología PCI 32
 - 2.2.7.1. Generalidades 32
 - 2.2.7.2. Definición 32



- 2.2.7.3. Características 32
- 2.2.7.4. Descripción de la condición del pavimento 33
- 2.2.8. Comparación de las patologías del método VIZIR y PCI 34
- 2.3. Marco conceptual 35

CAPÍTULO III

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE LA INVESTIGACIÓN

- 3.1. Diseño de la investigación 47
- 3.2. Tipo de investigación 47
- 3.3. Nivel de investigación 48
- 3.4. Población y muestra 48
 - 3.4.1. Población 48
 - 3.4.2. Muestreo 48
- 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 49
 - 3.5.1. Técnica de investigación 49
 - 3.5.2. Descripción de los instrumentos 50
 - 3.5.3. Análisis estadístico 51
- 3.6. Procedimiento de recolección de datos 52
- 3.7. Análisis de datos 65
 - 3.7.1. Método de Análisis de Datos 66

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- 4.1. Aplicación del método PCI 67
 - 4.1.1. Resultados PCI tramo de evaluación - carril derecha 67
 - 4.1.2. Resultados PCI tramo de evaluación - carril izquierda 72
- 4.2. Aplicación del método VIZIR 77
 - 4.2.1. Resultados VIZIR tramo de evaluación - carril derecha 77
 - 4.2.2. Resultados VIZIR tramo de evaluación - carril izquierda 83
- 4.3. Comparación de resultados de los métodos PCI y VIZIR 89
 - 4.3.1. Comparación del carril derecho PCI - VIZIR 89



4.3.2. Comparación del carril izquierdo PCI - VIZIR.....	91
4.3.3. Comparación de los métodos PCI - VIZIR	93
4.4. Alternativas de solución	95
4.5. Discusión de resultados	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
ANEXOS.....	107



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección transversal del pavimento de asfalto 16

Figura 2: Transferencia de carga a la estructura del pavimento asfáltico 18

Figura 3: Flujograma para calcular el índice deterioro superficial 28

Figura 4: Instrumentos y equipos utilizados en campo..... 51

Figura 5: Falla agrietamiento en bloque severidad media - PCI..... 54

Figura 6: Parcheo severidad baja según PCI 54

Figura 7: Ahuellamiento severidad Media según PCI..... 55

Figura 8: Desprendimiento de agregados severidad alta según PCI 55

Figura 9: Pulimiento de agregados severidad alta según PCI..... 56

Figura 10: Huecos severidad alta según PCI 56

Figura 11: Valores deducidos Desprendimiento de Agregados..... 57

Figura 12: Curva para la obtención del valor deducido corregido. 58

Figura 13: Modelo de llenado formato PCI 59

Figura 14: Falla longitudinal por fatiga nivel de gravedad 3 - VIZIR 61

Figura 15: Fisura de piel de cocodrilo nivel de gravedad 2 - VIZIR 61

Figura 16: Bacheos y parches nivel de gravedad 3 - VIZIR 62

Figura 17: Fisura de contracción térmica nivel de gravedad 2 - VIZIR..... 62

Figura 18: Modelo de llenado formato - VIZIR..... 65

Figura 19: Resultado de patologías que afecta al carril derecho aplicando PCI
..... 69

Figura 20: Barra estadística del estado del carril derecho - PCI 72

Figura 21: Resultado de patologías que afecta al carril izquierda - PCI..... 74

Figura 22: Barra estadística del estado del carril izquierdo - PCI..... 77



Figura 23: Resultado de patologías de tipo A que afecta al carril derecho - VIZIR	80
Figura 24: Resultado patologías de tipo B que afecta al carril derecho - VIZIR	80
Figura 25: Barra estadística del estado del carril derecho por VIZIR	83
Figura 26: Resultado de patologías de tipo A que afecta al carril izquierdo - VIZIR	86
Figura 27: Resultado de patologías de tipo B que afecta al carril izquierdo - VIZIR	86
Figura 28: Barra estadística del estado del carril izquierdo - VIZIR.....	89



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de Deterioros Tipo A – VIZIR 22

Tabla 2: Clasificación de Deterioros Tipo B – VIZIR 23

Tabla 3: Clasificación de Deterioros Estructurales - PCI..... 24

Tabla 4: Categoría y Clasificación de Deterioros Superficiales – PCI..... 24

Tabla 5: Agrupación del Índice de deterioro superficial en calificaciones..... 29

Tabla 6: Deterioro según niveles de gravedad tipo A..... 30

Tabla 7: Deterioro según nivel de gravedad tipo B..... 31

Tabla 8: Calificación de la condición del pavimento PCI 34

Tabla 9: Cuadro comparativo de fallas según VIZIR y PCI 34

Tabla 10: Porcentaje de daños carril derecha método PCI 67

Tabla 11: Esquema del cálculo PCI carril derecho..... 70

Tabla 12: Categorías del método PCI en el carril derecho 71

Tabla 13: Porcentaje de daños que afectan al carril izquierda - PCI..... 72

Tabla 14: Resumen del cálculo PCI carril izquierda 75

Tabla 15: Categorías del método PCI - carril izquierda..... 76

Tabla 16: Porcentaje de patologías de tipo A que afecta al carril derecho - VIZIR
..... 78

Tabla 17: Porcentaje de patologías de tipo B que afecta al carril derecho - VIZIR
..... 78

Tabla 18: Esquema del cálculo VIZIR carril derecho..... 81

Tabla 19: Categorías del método VIZIR en el carril derecho..... 82

Tabla 20: Porcentaje de patologías tipo A que afecta al carril izquierdo - VIZIR
..... 83



Tabla 21: Porcentaje de patologías de tipo B que afecta al carril izquierdo - VIZIR	84
Tabla 22: Resumen del cálculo VIZIR carril izquierdo.....	87
Tabla 23: Categoría según el método VIZIR - carril izquierdo.....	88
Tabla 24: Esquema comparativo por los métodos PCI y VIZIR en el carril derecho.	90
Tabla 25: Esquema comparativo por los métodos PCI y VIZIR en el carril izquierdo.....	91
Tabla 26: Condición total del pavimento de la vía llave - Ancasaya aplicando PCI y VIZIR	93
Tabla 27: Tabla de frecuencias determinados por el PCI del carril derecho. ...	94
Tabla 28: Tabla de frecuencias determinados por el VIZIR del carril derecho.	94
Tabla 29: Tabla de frecuencias determinados por el PCI del carril izquierdo... ..	95
Tabla 30: Tabla de frecuencias determinados por el VIZIR del carril izquierdo.	95
Tabla 31: Propuesta de intervención según metodología PCI	96
Tabla 32: Tipos de intervención según método VIZIR.....	96



RESUMEN

El trabajo de investigación “Análisis Comparativo de Métodos Superficiales en la Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible de la vía llave – Ancasaya de la Región Puno” tiene como objetivo analizar y comparar los métodos superficiales para la evaluación de las patologías del pavimento flexible. Para ello se realizó un diagnóstico real de la condición del pavimento empleando las guías de inspección visual y los formatos que emplea el método VIZIR y PCI a fin de realizar un estudio comparativo de ambos métodos y plantear opciones de conservación para el tramo de estudio. Es de tipo descriptivo, enfoque cuantitativo y de orientación aplicada. Utilizando el método de inspección visual se realizó una muestra aleatoria de 44 unidades de muestreo, que comprende del tramo 0+000 al 3+270 km de la vía llave - Ancasaya. Para el análisis de la vía se realizó en tramos de 35 metros de longitud, dando un total de 88 tramos para el carril derecho e izquierdo. De acuerdo a los resultados, en el carril derecho se obtiene una media ponderada del índice de deterioro superficial (Is) de 3.75 que determina el estado del pavimento como marginal según el método VIZIR y del mismo modo para el método PCI tiene un promedio de 41.68 clasificándolo en un estado regular, mientras que en el carril izquierdo con el método VIZIR se obtiene un valor (Is) de 3.98 en estado marginal y para el PCI en estado regular con un valor de 42.45. Por lo tanto, las alternativas que se disponen a partir de los resultados obtenidos del tramo llave – Ancasaya, para el PCI se requiere de un mantenimiento periódico y para el VIZIR se requiere de un refuerzo o reciclado del pavimento.

Palabras Claves: Pavimento Flexible, Patologías, Condición, Daños, VIZIR, PCI, Mantenimiento Rutinario, Mantenimiento Periódico.



ABSTRACT

The research work "Comparative Analysis of Surface Methods in the Evaluation of the Pathologies of the Flexible Pavement of the Ilave – Ancasaya road in the Puno Region" aims to analyze and compare the surface methods for the evaluation of the pathologies of the flexible pavement. For this, a real diagnosis of the condition of the pavement was carried out using the visual inspection guides and the formats used by the VIZIR and PCI method in order to carry out a comparative study of both methods and propose conservation options for the study section. It is descriptive in nature, with a quantitative approach and applied orientation. Using the visual inspection method, a random sample of 44 sampling units was carried out, which includes the section 0+000 to 3+270 km of the Ilave Ancasaya road. For the analysis of the road, it was carried out in sections of 35 meters in length, giving a total of 88 sections for the right and left lane. According to the results, in the right lane a weighted average of the surface deterioration index (Is) of 3.75 is obtained, which determines the condition of the pavement as marginal according to the VIZIR method and in the same way for the PCI method it has an average of 41.68. classifying it in a regular state, while in the left lane with the VIZIR method a value (Is) of 3.98 is obtained in a marginal state and for the PCI in a regular state with a value of 42.45. Therefore, the alternatives available based on the results obtained from the Ilave – Ancasaya section, for the PCI, periodic maintenance is required and for the VIZIR, reinforcement or recycling of the pavement is required.

Key words: Flexible Pavement, Pathologies, Condition, Damage, VIZIR, PCI, Routine Maintenance, Periodic Maintenance.



INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial es fundamental para el desarrollo socioeconómico de una economía local y nacional, considerando la importancia de la comunicación vial. En tal modo, surge la necesidad de utilizar ciertas metodologías que establezcan propuestas de mejoramiento o rehabilitación de la vía.

El trabajo de investigación titulado: “Análisis Comparativo de Métodos Superficiales en la Evaluación de las Patologías del Pavimento Flexible de la Vía Llave – Ancasaya de la Región Puno”, busca realizar un análisis comparativo de la infraestructura desarrollada de pavimento con asfalto de un tramo de vía empleando los métodos VIZIR y PCI, con la finalidad de obtener resultados aproximados sobre el estado actual del pavimento.

El tramo a evaluar, no es ajeno al problema del pavimento flexible, donde se presentan patologías como: fallas longitudinales, fallas transversales, grietas longitudinales y transversales, parches, piel de cocodrilo, hundimiento y ahuellamiento, afectando al estado del pavimento razón por la cual se quiere realizar un diagnóstico para conocer los diferentes niveles de deterioro, asimismo es fundamental seleccionar alternativas para cada metodología.

En la actualidad la carretera Llave - Ancasaya no se encuentran en óptimas condiciones debido a cargas repetidas del tránsito, baja calidad de materiales



utilizados en la carpeta asfáltica y errores constructivos. El propósito de la presente investigación, es analizar y comparar los métodos superficiales para la evaluación de las patologías del pavimento flexible, a partir del estado del pavimento, del tipo de patologías encontradas y finalmente que alternativas de solución considera, de acuerdo al resultado obtenido.

La estructura del trabajo de investigación se desarrolla en cinco capítulos: En el primer capítulo, se desarrolla la descripción y la formulación del problema de investigación, asimismo la justificación, los objetivos y finalmente la hipótesis que ayudará a dar respuesta al problema.

En el segundo capítulo se establece la información que será tomada como referencia es decir los antecedentes, posterior a ello la base teórica, el contenido de las variables que se utilizó en la investigación y los términos conceptuales.

El tercer capítulo se desarrolla la metodología de la investigación, donde se analizan diseño de investigación, población, muestra y recolección de datos.

El cuarto capítulo se realiza los resultados y las discusiones, donde se expone los resultados de acuerdo a los formatos de inspección: tipos de patologías, cantidades parciales según el tipo de patología, niveles de severidad, y niveles de gravedad del pavimento.

Finalmente se expone las conclusiones y recomendaciones.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Exposición de la situación problemática

En el mundo la infraestructura vial es imprescindible para el crecimiento económico y el desarrollo de la sociedad, ya que constituye un medio para el desarrollo de actividades comerciales, productivos, laborales, etc.

El estado de las carreteras en los países desarrollados generalmente es de mejor calidad conforme a su considerable gasto en su programa de mantenimiento.

En el Perú los pavimentos flexibles constituyen la mayor parte de la red de carreteras y son cruciales para el crecimiento socio-económico de las ciudades, es por ello fundamental evaluar continuamente la condición de los pavimentos. Esto nos permitirá realizar un diagnóstico más real a partir de los métodos de inspección visual, el cual determinará si el pavimento está llegando al final de su horizonte de vida y en caso de ser necesario, realizar el mantenimiento. Por otro lado, las carreteras que conectan a la región de Puno se encuentran deterioradas presentando variedad de fallas generando inseguridad e incomodidad al usuario, asimismo están expuestos a alteraciones de temperatura, cargas repetitivas por afluencia vehicular, desgaste de materiales y errores constructivos, entre otros.



Según el Ministerio de Transporte y Comunicación indica que, de un total de 29, 563.69 km solo el 13% de las vías están pavimentadas, y quedando con un saldo de 70% por pavimentar (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Actualización del inventario de carácter básico de la red vial departamental o regional, 2015), donde el asfalto tiene una acogida en mayor parte de las regiones.

De igual manera la ciudad de Puno cuenta con diferentes vías de circulación, estas se conectan a distintos lugares de la región de Puno. Es así que estas vías se encuentran en condiciones malas e irregulares, a causa de la falta de control mediante procedimientos de evaluación y diagnóstico de las patologías que configuran en el pavimento.

Actualmente la vía llave – Ancasaya tiene una infraestructura desarrollada de pavimento flexible, que consta de 02 carriles, ancho de carril 3.50 m., un tramo de (3.27 km.), dicha carretera constituye un importante medio de comunicación con el cual se articulan varias localidades. Mediante la apreciación visual se puede observar que existe diferentes deterioros, presentando fallas en la carpeta de rodadura principalmente fisuras ramificadas, fisuras interconectadas en forma de polígonos, parches y grietas; producto de ello la transitabilidad de la vía se reduce a una incomodidad de usuarios y del mismo modo genera inseguridad.

En tal sentido, la presente investigación surge a raíz del problema percibido en el segmento de estudio del pavimento flexible, el cual se realizará una comparación de métodos superficiales entre el (PCI) Índice de condición del Pavimento y (VIZIR) Visión Inspección de Zonas Itinerarios en Riesgo para la evaluación de las patologías del pavimento, los mismos que mediante un análisis se darán a conocer las diferencias y semejanzas, además evidenciará un



diagnóstico más real del estado de la carretera, posterior a ello se determinará el estado de la vía para saber la aproximación de la condición del pavimento.

Por otro lado, la ausencia de conservación, el estado del pavimento se encuentra dañado y con un proceso de deterioro paulatino, lo que va repercutir que tenga un bajo nivel de servicio de transitabilidad, incremento de costos e incomodidad al usuario; este tramo de estudio se encuentra en condición deficiente, lo cual es inviable garantizar que permanezca en ese estado; salvo que se adopten medidas correctivas y preventivas.

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó evaluaciones in situ real indicando las consideraciones tomando en cuenta el antes, el durante y el después de su evaluación, a fin de alcanzar buenos resultados.

1.2. Formulación del planteamiento del problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo evaluar la condición superficial del pavimento de la vía llave – Ancasaya por los métodos superficiales?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el índice de condición del pavimento flexible por el método VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno?

¿Se podrá evaluar e identificar las patologías del pavimento flexible por los métodos VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno?

¿Cuál de las metodologías propone una mejor alternativa de solución, a partir del diagnóstico y la condición superficial?



1.3. Justificación

1.3.1. Justificación Técnica

El proyecto de tesis se justifica primordialmente por que se busca evaluar las posibles patologías del pavimento flexible del tramo 0+000 al 3+270 de la vía llave – Ancasaya, a partir de una comparación de los métodos superficiales; de esta manera nos permitirá conocer el estado de la infraestructura vial y poder tomar medidas necesarias para mantener la carretera en adecuadas condiciones para su transitabilidad.

La aplicación de la tecnología y/o metodología permitirá tener un respaldo confiable y verídico a la entidad que requiera dicha información; así también para futuros proyectos tomar en cuenta las metodologías empleadas sean utilizadas de manera más frecuente.

1.3.2. Justificación Económica

Un adecuado diagnóstico del tramo 0+000 al 3+270 de la vía llave – Ancasaya nos permitirá intervenir de manera oportuna con un mantenimiento y evitar así futuras decisiones correctivas posibles que sean más costosas.

La vía se encuentra en un punto estratégico para el desarrollo de diversas actividades económicas como es el comercio, ya que permite la conexión con la carretera panamericana sur (transcurriendo por el puente internacional, sur) conectando con otras provincias como Juli, Desaguadero y demás del sur de la región de Puno.



1.3.3. Justificación Social

Socialmente es de gran beneficio ya que en el párrafo anterior se mencionó que la vía se encuentra en lugar estratégico, lo que significa que la aplicación y utilización de los resultados beneficiara a los transportistas, estudiantes, docentes, comerciantes, profesionales, etc; así también los posibles resultados de dicha investigación serán de gran ayuda al momento de tomar decisiones para las autoridades de los gobiernos locales, etc, convirtiéndose de esta manera en una investigación de interés social.

1.3.4. Justificación Ambiental

Los resultados que se prescriben en dicha investigación y con una intervención futura se podrá mejorar o mitigar los posibles futuros impactos ambientales que podrían ocasionar el asfalto de la vía llave – Ancasaya, ya que una adecuada intervención de mantenimiento en una carretera disminuye el consumo de combustible y por lo tanto disminuye la emisión de gases de efecto invernadero.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar y comparar los métodos superficiales para la evaluación de las patologías del pavimento flexible de la vía llave – Ancasaya de la región Puno.



1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar el índice de condición del pavimento flexible por el método VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno.
- Evaluar e Identificar las patologías del pavimento flexible por el método VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno.
- Comparar los resultados de ambas metodologías para proponer una alternativa de solución viable.

1.5. Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

El método de evaluación que determinará las patologías de manera más efectiva la condición superficial del pavimento de la vía llave – Ancasaya será el PCI.

1.5.2 Hipótesis específica

- El índice de condición del pavimento flexible de la vía llave – Ancasaya; según el método VIZIR tendrá una calificación marginal y de acuerdo al método PCI será regular.
- Mediante las metodologías VIZIR y PCI se podrá evaluar e identificar las patologías superficiales del pavimento flexible.
- Comparando los resultados obtenidos entre ambas metodologías en la evaluación de la condición del pavimento flexible, el método que mejor alternativa propone será el PCI.



1.6. Variables e indicadores

1.6.1 Variable independiente

Evaluación de las patologías por los métodos de VIZIR y PCI

1.6.2 Variable dependiente

Comparación de la condición superficial del pavimento flexible

1.7. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
Variable Dependiente: Comparación de la condición superficial del pavimento flexible	Tipos de fallas.	<ul style="list-style-type: none"> •Exudación •Agrietamiento en bloque •Abultamiento y hundimiento •Corrugación •Depresión •Grieta de borde •Grietas longitudinales y transversales •Parcheo •Pulimiento de agregados •Huecos •Ahuellamiento •Desplazamiento •Desprendimiento de agregados 	Ficha de recolección de datos.
	Variable Independiente: Evaluación de las patologías por los métodos de VIZIR y PCI	Nivel de severidad de las fallas. Índice de deterioro del pavimento flexible. Índice de condición del pavimento flexible. Comparar metodologías	Bajo Medio Alto Indicadores: •Índice de figuración (If). •Índice de deformación (Id). •Índice de deterioro superficial (Is). •Calificación de daño Indicadores: •Nivel de severidad. •Calificación de daño. Valor Cualitativo Valor Cuantitativo

Nota: Elaboración Propia.



CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Ceron, 2006), efectuó la investigación sobre el análisis comparativo en la evaluación superficial de la carpeta asfáltica en el tramo seleccionado empleando los métodos PCI y VIZIR. Por otro lado, realizó un registro de daños en el área de estudio para diagnosticar la condición del pavimento, asimismo presentó 86 unidades de muestreo. Con los resultados alcanzados en dicho trabajo, concluyó que el pavimento flexible tiene un rango de calificación buena de acuerdo al PCI y respecto al método VIZIR es de calificación marginal, por ende, ambas metodologías exponen diferencias.

(García & Silvia, 2018), efectuó la investigación referente a la evaluación y comparación de los métodos VIZIR y PCI, sobre tramos de vía de pavimento asfáltico analizado. Los resultados indican que con el método VIZIR presenta una valoración de regular y referente al método PCI al dividir el tramo en dos secciones, el primer tramo presenta una calificación regular y el segundo tramo una calificación buena, por lo tanto, se concluye que los dos métodos convergen y consideran planes de acción similares.



(Sanchez & Vibuenta, 2017) en su estudio tiene como propósito efectuar un análisis comparativo entre los métodos de auscultación visual VIZIR y PCI, para un segmento vial, desarrollado de pavimento flexible, con el fin de examinar que procedimientos aproxima mejor a la condición real del pavimento. Con la metodología auscultación VIZIR busca determinar el daño tipo A referente a daños estructurales y de tipo B funcional relacionado a aspectos constructivos y con el método PCI se permite determinar la categoría del deterioro de la estructura del pavimento. De la evaluación de 4,500 metros (4.5 km) con 50 unidades de muestreo hallaron resultados semejantes, logrando una clasificación media para el tramo analizado. De acuerdo al método PCI obtuvo de clasificación excelente y por el método VIZIR de clasificación buena. Por otro lado, estos procedimientos señalan de un pavimento en condiciones adecuadas y de acuerdo a las evaluaciones realizadas contempla principalmente mantenimiento y en algunos puntos, de reparación completa.

(Limonos, 2021), efectuó su investigación sobre la evaluación del pavimento flexible empleando los procedimientos del PCI y VIZIR, con el propósito de exponer opciones de conservación que permitan extenderse el horizonte de vida del pavimento. Para lo cual se utilizó los métodos de inspección visual, el cual consideró 12 muestras que fueron evaluados con ambas metodologías se pudo encontrar que el estado de la vía es regular con un PCI de 40.27% y según VIZIR también es regular con un valor promedio de 3.

(Chasoy & Gaitan, 2022), efectuó la investigación sobre la evaluación de las condiciones patológicas del pavimento, tiene como



finalidad identificar el tipo de daño, grado de severidad de los pavimentos; inventariar y determinar el porcentaje de afectación actual del pavimento. Utilizó la metodología de análisis sistemático para realizar la evaluación de patologías mediante la utilización del manual de inspección visual para pavimentos rígidos y flexibles de (INVIAS). Donde encontró evidencias patológicas de tipo: fisura longitudinal, hundimiento, grietas de tipo transversal, de tipo longitudinal, de esquina, en bloque y separación de juntas, por ende, concluye indicando que más de un 70% de la mayoría de la infraestructura vial es afectada por lo que se requiere una reparación y mantenimiento.

2.1.2. Antecedente Nacional

(Ruda & Diaz, 2022), efectuó dicha investigación sobre el análisis comparativo de las metodologías PCI y VIZIR de un segmento de estudio, para plantear opciones de solución. El tipo de investigación fue aplicada descriptiva y el método que empleo fue PCI y VIZIR donde la muestra que identifiqué está comprendida, con una distancia de 3.2 km (de dos calzadas). Los resultados indican de acuerdo al PCI, la vía obtuvo una calificación de 17 por haberse encontrado en una condición muy mala y en tanto para el VIZIR contempló con una ponderación de 5, por encontrarse en una condición deficiente; consignándose la falla más relevante por ambos métodos, la fisura piel de cocodrilo; también por su análisis, ponderación y verificación.

(Cabrera, 2022), efectuó la investigación sobre el análisis comparativo de la aplicación de los métodos VIZIR y PCI en la evaluación



superficial del pavimento urbano que se encuentra en el centro de dicha ciudad. El estudio se analizó en 87 muestras relevantes a lo largo de 5.2 kms. de vía asfáltica, se preparó formatos de inspección de dichos métodos, con el método PCI se encontró 19 tipos de daños y con el método VIZIR encontró 22 tipos de daños, elaborándolas en tablas de frecuencia y tablas de densidad de cada daño para poder diferenciar cual es el daño más repetitivo y engloba la mayor densidad en la vía. Lo resultados indicaron que hecho un análisis de los datos recolectados por medio de los procedimientos VIZIR y PCI se concluyó que los estados de conservación de la vía, son: para PCI de 75.29, con calificación de MUY BUENO, en cuanto al VIZIR de 1.62, con calificación de BUENO, por lo que finaliza que el método PCI, se observó que califica todas las fallas localizadas en la carpeta de asfalto, por ende, el método VIZIR solo se focaliza en las patologías de tipo A.

(Lanado & Cabrera, 2022), efectuó la investigación sobre el análisis comparativo entre la evaluación superficial del pavimento mediante los procedimientos contemplados por el PCI y VIZIR como método directo, haciendo uso de la normativa "ASTM D6433-07" y el "instructivo para la evaluación de los deterioros y de inspección visual de los pavimentos asfálticos". Los resultados indican que con el método PCI la evaluación directa se obtuvo valor promedio de 42.48 calificando al pavimento del tramo evaluado como regular y para el VIZIR un valor promedio de 43.89, calificando a la misma como regular.

(Burgos & Paredes, 2020), efectuaron la investigación sobre el análisis comparativo empleando los métodos PCI, VIZIR y MTC sobre la



carpeta asfáltica, por ello utilizo dichas metodologías en una muestra de 14 unidades para el PCI de c/u 234m², para el VIZIR de 30 unidades c/u 650m² y finalmente para el MTC de 15 unidades c/u 1300m². Los resultados indican de acuerdo al método PCI tiene un indicador de 62 que tiene una condición buena, con el método VIZIR indica una valoración media de 3 establecida como una calificación marginal y por último con el método MTC una media de 864.73 establecida en una condición buena, por ello concluye que los resultados son similares.

(Martínez, 2022), efectuó la investigación sobre el análisis comparativo en la carpeta asfáltica aplicados en los métodos PCI y VIZIR. Para lo cual se abarca cada 50 metros para el PCI y 100 metros de acuerdo al VIZIR. Según los resultados obtenidos indica que por el PCI encontró mayor cantidad de fallas respecto a los daños encontrados por el VIZIR. En conclusión, con el PCI logró obtener una calificación buena, con el método VIZIR obtuvo una calificación de condición marginal y finalmente se obtuvo que ambas metodologías son aptas y similares.

2.1.3. Antecedente Local

(Coila & Ticona, 2021), efectuó la investigación sobre análisis comparativo de los procedimientos PCI y VIZIR, tiene como propósito evaluar el estado de la carpeta asfáltica, aplicando un tipo de estudio aplicativo y correlacional, en una muestra de 3 kilómetros. Los resultados muestran que el pavimento de asfalto se encuentra en buen estado, ya que el índice de deterioro superficial del pavimento mediante el PCI es de 59 y el índice de deterioro superficial del pavimento flexible según el VIZIR es 2.



Ambos métodos tienen la misma evaluación de cobertura vial, dado que en algunos tramos tienen las mismas características; cada uno de ellos tiene diferente procedimiento para evaluar el estado de la superficie de la carretera.

(Morales, 2019), efectuó la investigación sobre el análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de patologías del pavimento asfáltico, con la finalidad de indagar la condición de la carretera. El enfoque del estudio fue cuantitativo, explicativo – correlacional, con diseño no experimental en una longitud total de 1400 metros, dividido en 42 muestras de 31.50 m de longitud y una de 14 metros. Los resultados indican que la metodología PCI del pavimento se encuentra en condición MUY BUENA con un porcentaje del 76% en cuanto a la totalidad de la vía y por el método VIZIR se encuentra en una condición de BUENO con una valoración del 91% en toda la vía.

(Cusi, 2021), efectuó la investigación sobre la evaluación superficial de pavimentos empleando el método PCI para conocer el estado de preservación de la carretera. Para ello utiliza el método PCI e identificó un número total de muestras de acuerdo al área es de 250, y el mínimo número de unidades de muestreo analizadas es de 16, con un rango de 16. La unidad de muestra se calcula de acuerdo al método PCI y dependiendo al ancho de la vía, y los resultados que encontró es una IPC de 8.63 indicando que se encuentra en un estado fallado según ASTM D6433-03. Según las fallas encontradas el pavimento requiere de su reparación debido a que se muestra un PCI de 8.63 que está en un rango de 0 - 30 de la (ASTM D 6433, 2003).



2.2. Bases teóricas

En el presente proyecto de investigación se desarrollarán conceptos, teorías y metodologías que ayudarán a abordar los requerimientos necesarios para comprender la temática relacionada a las patologías de la condición superficial del pavimento flexible.

2.2.1. Generalidades

Los factores que inciden en el desgaste del pavimento flexible son las fallas o deterioros, estas se originan por los cambios de temperatura, cargas repetitivas por afluencia vehicular, desgaste de materiales y proceso constructivo inadecuado. Dichos factores inciden en el horizonte o vida útil del pavimento, de la misma manera el servicio de transitabilidad, por ello, para conocer el estado actual del pavimento se aplicará los métodos superficiales.

Estos métodos de aplicación permiten una comprensión más objetiva del estado actual de la carretera. Esto se logra examinando visualmente la sección de estudio e inspeccionando las condiciones de la carretera como grietas longitudinales y transversales, abolladuras, piel de cocodrilo, grietas verticales, grietas de esquinas, de bordes, horizontales y entre otros.

Por lo tanto, dado que el deterioro del pavimento flexible avanza gradualmente, es necesario realizar un mantenimiento y una gestión basada en el mantenimiento correctivo, teniendo en cuenta si el estado de la superficie de la carretera cambiará debido al deterioro, (Soto, 2018).



2.2.2. Pavimento

El pavimento se refiere a un sistema de capas de diferente espesor de un material específico. Soporta directamente y distribuye uniformemente el peso de los vehículos para lograr una superficie de carretera lisa. Para soportar estas cargas externas, la subrasante debe estar preparada para un desempeño adecuado del pavimento.

De acuerdo con (Barrena, 2014) considera que el pavimento es un conjunto de capas, cuyo objetivo principal es crear una superficie de rodadura uniforme, de cualquier color y textura, que resista los efectos del tráfico, las inclemencias del tiempo y otras sustancias nocivas, y transfiera adecuadamente las cargas que se producen por el transporte de automóviles.

2.2.2.1. Pavimento flexible

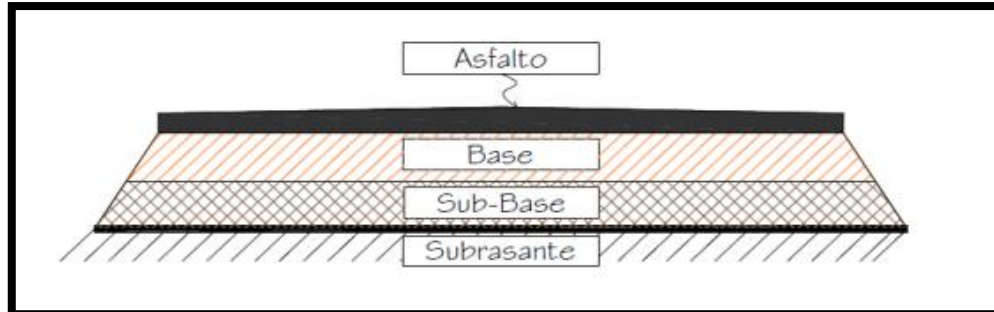
(Condori & Goyzueta, 2019) plantea que los pavimentos se construyen en las carreteras para distribuir las fuerzas de los vehículos, mejorar la comodidad del tráfico y garantizar la seguridad. Generalmente incluyen una capa de soporte, un contrapiso y una capa base.

“La flexibilidad del recubrimiento permite una ligera deformación de la capa subyacente sin impactar la estructura. Consta de una capa asfáltica, base granular y capa base. Su vida útil oscila entre 10 y 15 años y resulta más ventajoso económicamente durante la construcción inicial. Para que siga funcionando correctamente, requiere

un mantenimiento regular para garantizar su vida útil".

(Medina A. & De la Cruz , 2015).

Figura 1: Sección transversal del pavimento de asfalto



Nota: Fuente: Medina A. & De la Cruz, 2015

Para (Chang, 2005, pág. 27) Las cargas externas a las carreteras inducen tensiones internas y deformaciones. El recubrimiento elegido depende de su función y de las tensiones que experimentará durante su vida útil prevista. Las propiedades clave de un recubrimiento incluyen durabilidad frente al tráfico, resiliencia frente a fuerzas atmosféricas y una textura superficial adecuada para las velocidades previstas. El diseño del vehículo debe exhibir uniformidad exterior y durabilidad. Debe ser rentable y garantizar una seguridad vial total.

2.2.2.2. Estructura del pavimento flexible

Según (Condori & Goyzueta, 2019) indica que la estructura que constituye en los pavimentos asfálticos son:

- **Capa de Rodadura:** La capa más externa de la carretera es asfalto u hormigón de cemento Portland, que salvaguarda la estructura de la carretera y evita daños a la superficie. Instalaciones de transporte. Disminuye el tráfico al tiempo que



aumenta la capacidad de las carreteras.

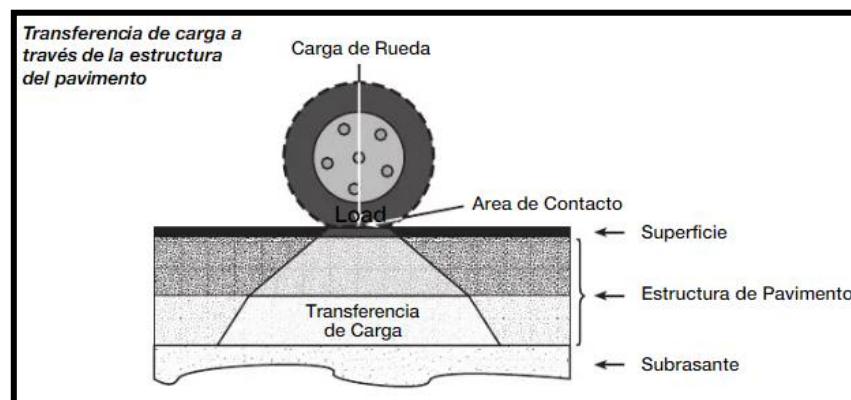
- **Base:** La subcapa debajo de la capa asfáltica emplea material granular de grano fino ($\text{CBR} \geq 80\%$), que ha sido tratado con asfalto, cal o cemento. La composición del material debe superar al revestimiento en calidad y granulometría, ya que es él quien tiene la responsabilidad de soportar y transmitir las cargas del tráfico.
- **Subbase:** La capa de soporte base puede basarse en material granular ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratarse con asfalto, cal o cemento. Proporciona soporte tanto para la capa base como para la capa asfáltica. Funciona como capa de drenaje a la vez que regula el ascenso capilar. Dependiendo del diseño, se puede omitir la banda de rodadura, lo que puede mejorar el soporte del suelo al reducir el espesor de la banda de rodadura.
- **Sub rasante:** Esta capa transporta cargas desde la capa superior de la estructura del pavimento. Además, sobre esta capa se pueden emplear procesos de estabilidad mecánica, reposición de suelo, estabilidad química de suelo y estabilización con materiales geosintéticos si se ha logrado un $\text{CBR} \geq 6\%$ o si el material está preparado. Suelo natural debidamente compactado y moldeado. Elija la mejor opción en términos de practicidad, tanto técnica como económica.

2.2.2.3. Características del pavimento flexible

- **Resistencia estructural**

Desde la posición de (Huilcapi & Pucha, 2015), lo que destaca es su capacidad para soportar las cargas ejercidas por el vehículo. La carga se transforma en esfuerzos normales o de corte en la estructura. El esfuerzo cortante a nivel estructural es la principal causa de falla. La aceleración, el frenado y la tracción del vehículo los producen. (Ver figura N°2)

Figura 2: Transferencia de carga a la estructura del pavimento asfáltico



Nota: Fuente: Huilcapi & Pucha, 2015

- **Durabilidad**

Según, (Huilcapi & Pucha, 2015) la longevidad depende de cómo se construye el pavimento, los materiales utilizados y el mantenimiento continuo para garantizar la comodidad, seguridad y utilidad del usuario.



- **Requerimiento de conservación**

Según, (Huilcapi & Pucha, 2015) los pavimentos sufren cambios de temperatura, condición de carga y desgaste de materiales, reduciendo su vida útil.

- **Comodidad**

Según, (Huilcapi & Pucha, 2015), esto incluye el uso efectivo de mantenimiento continuo y a largo plazo para proporcionar comodidad y seguridad a los usuarios al conducir en vías arteriales importantes, autopistas, vías secundarias y vías cercanas con superficies flexibles.

2.2.3. Fallas en el pavimento flexible

El desgaste de los pavimentos es resultado de cambios en las propiedades de los materiales que los componen, diseño, proceso constructivo, espesor de capa, volumen de tránsito y factores climáticos. Estos factores influyen en el envejecimiento de las carreteras, y el deterioro se ve exacerbado por la falta de un mantenimiento adecuado de las mismas. Por tanto, el daño puede clasificarse como daño funcional (superficial) o daño estructural.

- **Fallas Superficiales:**

Según, (Corros, 2009) los defectos superficiales resultan de imperfecciones en la superficie de la capa de asfalto. La reparación de carreteras implica la aplicación de una fina capa de asfalto para restaurar la suavidad, mejorar la comodidad y la seguridad sin cambiar la integridad estructural de la superficie.



- **Fallas Estructurales:**

Por otro lado, (Corros, 2009) plantea que el daño estructural representa un defecto en los estratos de la vía, con el propósito de resistir las fuerzas provocadas por la vía y dividir la carga; señala que esto reduce la capacidad de carga de las carreteras. Por ejemplo, impide el tráfico de tal manera que las fuerzas que llegan al suelo o a nivel de los cimientos se debilitan y dispersan lo más posible.

2.2.4. Causas del surgimiento de las fallas

Empleando las palabras de (Corros, 2009), sostiene que la condición del pavimento está influenciada por muchos factores e impacta su capacidad para brindar oportunidades de conducción seguras, cómodas y asequibles para los usuarios. Las causas de los daños en las carreteras incluyen:

- Una falla planificada o programada ocurre después de que se haya completado la fase de diseño inicial y no se hayan tomado medidas de recuperación significativas durante el mismo período.
- Si el volumen de tráfico excede los niveles esperados según el diseño original de la carretera.
- Si los materiales utilizados durante la construcción es mala o buena calidad o hay un error de construcción.
- Si existen fallas de diseño, como estimaciones inexactas de los flujos de tráfico o evaluación inadecuada de las propiedades de los materiales utilizados.
- Si no se tienen en cuenta factores climáticos (como la lluvia).



- Instalaciones de drenaje subterráneas y/o aéreas inadecuadas.
- Mantenimiento y mejora insuficiente de las aceras.

2.2.5. Tipos de patologías

2.2.5.1. Patologías contempladas por la metodología VIZIR

Mediante el método VIZIR se establecen dos tipos de daños para cuantificar y clasificar el deterioro de pavimentos flexibles. El tipo "A" se refiere a la condición estructural del pavimento y el tipo "B" se refiere al daño funcional.

2.2.4.1.1. Identificación de deterioros y tipos de patologías según método de VIZIR

La aplicación de este método es de gran importancia para registrar las enfermedades y daños que se presentan en los pavimentos flexibles y analizar la gravedad, extensión, severidad y soluciones a partir de allí, es por eso que se han desarrollado estos métodos. Las pruebas realizadas por muestreo identifican el tipo de patología que representan, y con esta información recopilada se crea una lista de áreas a estudiar.

El método de prueba más comúnmente utilizado se llama método visual, en el que personal calificado visita el sitio y desarrolla un método específico para realizar el estudio., (Apolinario, 2012). Por tanto, el método VIZIR clasifica los daños al pavimento en dos grandes grupos: tipo A y tipo B.

Patología de Tipo A

Las patologías clase A son fallas específicas del estado estructural de la vía. Esto está relacionado con el deterioro debido a la construcción inadecuada de la carretera debido a diferencias en las capas de la carretera y las condiciones del subsuelo.

Algunas de estas patologías incluyen deformaciones y grietas asociadas a la fatiga del pavimento. La Tabla 1 muestra los tipos y clasificaciones de las lesiones Tipo A.

Los daños tipo A son fisuras, deformaciones, grietas, baches y parches.

Tabla 1: Clasificación de Deterioros Tipo A – VIZIR

ITEM	NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
1	Ahuellamientos	AH	m
2	Depresiones o hundt. longitudinales	DL	m
3	Depresiones o hundt. transversales	DT	m
4	Fisuras longt. por fatiga	FLF	m
5	Fisuras piel de cocodrilo	FPC	m
6	Bachcs y zanjas reparadas	BZR	m

Nota: (Castillo, 2016)

Patología de Tipo B

En condiciones de Clase B, la mayoría son funcionales, pero a menudo requieren reparaciones independientemente de la condición estructural de la carretera. Sus principales causas son errores durante la construcción y el tráfico, lo que ayuda a resaltar el estado actual de la vía. Los daños de Clase B incluyen grietas, deformaciones, delaminación, exposición y otras condiciones mecánicas.



Tabla 2: Clasificación de Deterioros Tipo B – VIZIR

ITEM	NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
7	Fisur. longit. de junta de construcción	FLJ	m
8	Fisur. transv. de junta de construcción	FTJ	m
9	Fisur. de contracción térmica	FCT	m
10	Parabólicas	FP	m
11	De borde	FB	m
12	Huecos	H	und
13	Desplazamiento	DM	m
14	Pérdida de la película de ligante	PL	m
15	Y de agregados	PA	m
16	Descascaramiento	D	m ²
17	Pulimiento de agregados	PU	m
18	Exudación	EX	m
19	Afloramto. de mortero	AM	m
20	De agua	AA	m
21	Desintg. de los bordes del pavimento	DB	m
22	Escalto. entre calzada y berma	ECB	m
23	Erosión de las bermas	EB	m
24	Segregción.	S	m

Nota: (Castillo, 2016)

2.2.5.2. Patologías contempladas por la metodología PCI

El informe de patología indicará la condición y las posibles causas. Por eso es importante registrar las condiciones médicas durante el proceso de evaluación del pavimento. En la tabla siguiente se aprecia los tipos de patologías, que se dividen en daños superficiales y estructurales. Las patologías contempladas en el abordaje de la ICP, hubo un total de 19 fallas.

2.2.5.2.1. Identificación de deterioros y tipos de patologías según método PCI

El PCI evalúa la condición del pavimento observando patologías de la superficie, indicando la integridad y mantenibilidad de la superficie. Es importante tener en cuenta que PCI no mide la textura, la resistencia al deslizamiento ni la rugosidad. Esto ofrece una evaluación imparcial del estado del pavimento para determinar las mejoras necesarias.

Por ello, se aprecia en tablas los tipos de patologías clasificadas por estructura y apariencia.

Tabla 3: Clasificación de Deterioros Estructurales - PCI

ITEM	NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Agrietamiento en bloque	AB	m2
3	Abultamiento y hundimientos	AH	m
4	Depresión	D	m2
5	Huecos	H	und
6	Ahuellamiento	A	m2
7	Desplazamiento	D	m2
8	Hinchamiento	H	m2

Nota: (Castillo, 2016).

Tabla 4: Categoría y Clasificación de Deterioros Superficiales – PCI

ITEM	NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
9	Exudación	E	m2
10	Corrugación	C	m2
11	Grieta de borde	GB	m
12	Reflexión de junta	GRJ	m
13	Desnivel carril/berma	DC	m
14	Grietas longit. y transv.	GLT	m
15	Parcheo	P	m2
16	Pulimiento de Agregados	PA	m2
17	Cruce de vía férrea	CVF	m2



ITEM	NOMBRE DEL DETERIORO	CÓDIGO	UNIDAD DE MEDIDA
18	Grietas Parabólicas	GP	m2
19	Desprendimto. de agregados	DA	m2

Nota: (Castillo, 2016)

2.2.6. Metodología VIZIR

2.2.6.1. Generalidades

El método "Visual Inspection of Areas and Routes Á Risque" (VIZIR), traducido del español como "Inspección Visual de daños de Carretera", fue desarrollado en Francia alrededor de 1960 con el propósito de flexibilizar la superficie de la carretera. Las carreteras y los puentes están marcando el camino en la popularización de este enfoque. Laboratorio. "Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC)", este método se introdujo inicialmente en los continentes asiático y africano y se ha vuelto popular en muchos países. Sin embargo, en nuestra zona esto no es muy común.

El algoritmo VIZIR evalúa el estado de la carretera mediante inspección visual, proporcionando una medida directa del deterioro relacionado con los esfuerzos de mantenimiento, (Apolinario, 2012).

"El objetivo es desarrollar un índice de deterioro de la superficie de la carretera (Is) que proporcione una evaluación adecuada del estado del pavimento".

Mientras tanto, "el método VIZIR se aplica no sólo en Francia, sino también en Europa, África, Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica y otros países latinoamericanos, donde se convirtió en la base



de su establecimiento". de las normas nacionales. Este procedimiento se emplea en un mínimo de 20 países en todo el mundo, (Apolinario, 2012).

2.2.6.2. Características del método VIZIR

El VIZIR detecta y clasifica la degradación de pavimentos flexibles definiendo dos categorías de degradación: el tipo "A" se refiere a la condición estructural y el tipo "B" se refiere al deterioro funcional.

Desde el punto de vista de (Apolinario, 2012); el método representa visualmente la condición de la superficie del pavimento en un momento específico y clasifica áreas de la misma calidad en tres tipos de defectos. Clasificar los defectos en tres niveles ayuda a determinar las actividades apropiadas en las áreas de calidad.

2.2.6.3. Cálculo del índice de deterioro superficial (Is)

Según menciona (Apolinario, 2012), al calcular el índice de deterioro de la superficie, comprende la mezcla del índice de fisuramiento y el índice de deformación da el índice de idoneidad del pavimento. El método VIZIR ofrece dos índices para evaluar el deterioro de la superficie del pavimento; el índice de fisura (If) se refiere a grietas estructurales y el índice de deformación (Id) se refiere al desgaste o deformación estructural, lo que permite un valor numérico basado en las características de expansión y la severidad. Este valor se puede utilizar para encontrar el índice de desgaste



superficial (Is). Para una mejor comprensión, cada índice se define a continuación.

- **Índice de Figuración (If):**

El cálculo del índice de fisura dependerá de la severidad y extensión de las grietas y fisuras estructurales en cada zona evaluada. Es decir, se mide por su extensión y severidad, pero sólo para daños Clase A asociados a grietas en el pavimento, por lo que se cuantifica el área dañada de dichos daños, (Apolinario, 2012).

- **Índice de Deformación (Id):**

Depende de la gravedad y extensión de la deformación de origen estructural. En otras palabras, se cuantifica en función de la extensión y gravedad del daño de Categoría A asociado con la deformación del pavimento. A saber: ranuras, depresiones o depresiones longitudinales y transversales, (Apolinario, 2012).

- **Índice de Deterioro Superficial (Is)**

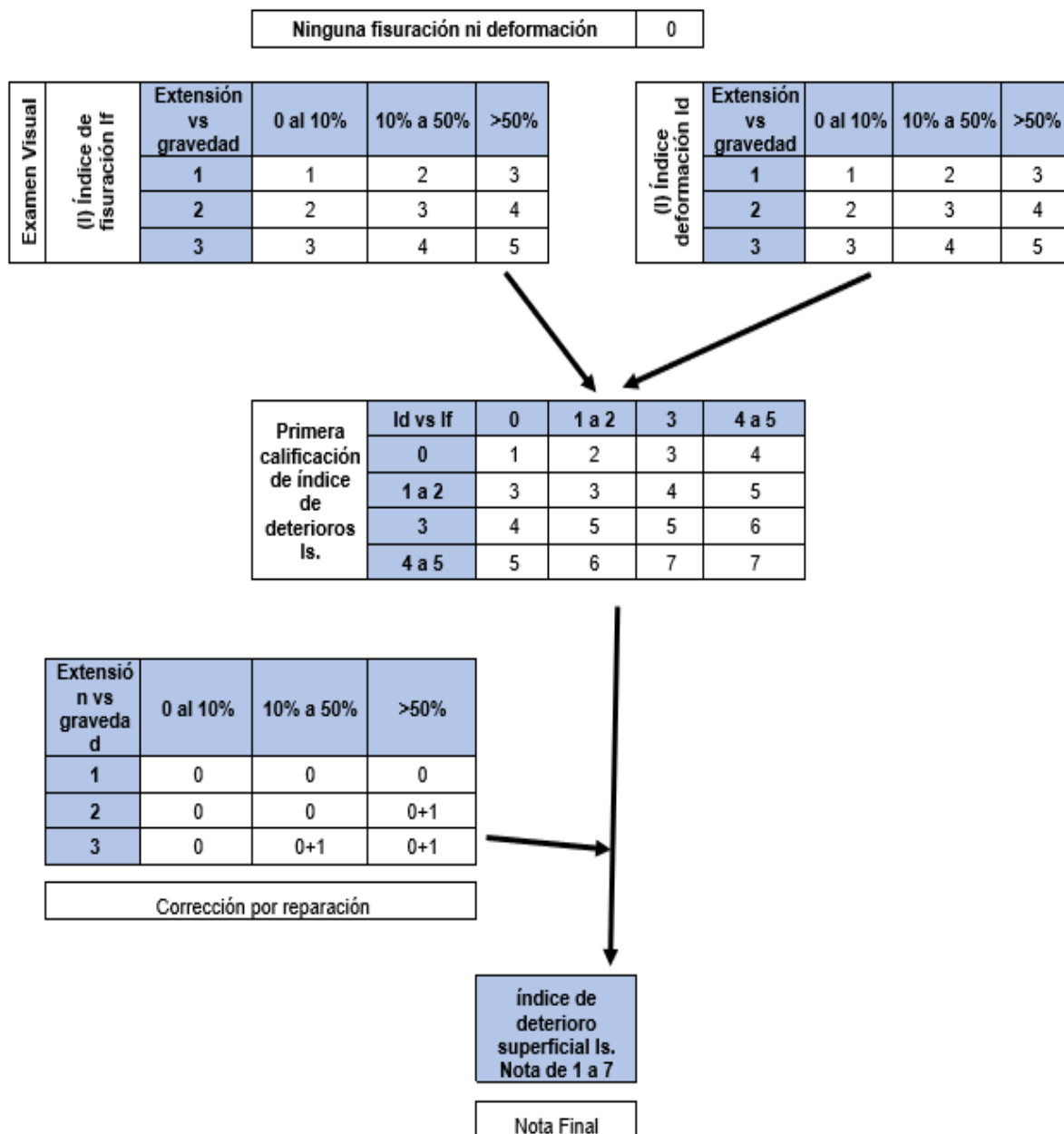
El estado general del pavimento se define digitalmente y proporciona orientación en la selección de opciones de intervención.

La combinación de If e Id permite la llamada primera anotación de degradación, un valor que va de 1 a 7, con valores más altos porque la estructura tiene mayor extensión y/o severidad y grado de daño. La primera nota de degradación debe corregirse según la extensión y gravedad de la interferencia de la estructura del

pavimento encontrada en la sección de análisis. Esta corrección puede incrementar el Is (Apolinario, 2012).

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo para calcular el índice de desgaste superficial (Is.).

Figura 3: Flujograma para calcular el índice deterioro superficial



Nota: (Melo, 2015)

Con base en el índice de desgaste superficial (Is), se pueden identificar tres condiciones generales que se relacionan con la capacidad potencial del pavimento durante la evaluación de la aplicación. La Tabla 5 muestra una agrupación de indicadores de deterioro superficial que evalúan el estado del pavimento.

Tabla 5: Agrupación del Índice de deterioro superficial en calificaciones.

Intervalo de Is	Estado de superficie
1 y 2	Bueno
3 y 4	Regular
5,6 y 7	deficiente

Nota: (Castillo, 2016)

Desde la posición de (Apolinario, 2012) para un mejor entendimiento, se detallará el significado de estos valores numéricos:

a) Valores del "Is" de 1 y 2.

Esta calificación indica que el pavimento está en buenas condiciones con grietas y deformaciones limitadas y actualmente no requiere mantenimiento regular adicional.

b) Valores del "Is" 3 y 4.

Esta clasificación considera los pavimentos con grietas estructurales y tiene en cuenta poca o ninguna deformación, así como los pavimentos sin grietas, pero con cierta deformación. Su condición superficial se clasifica como rutinaria y apropiada para actividades de rehabilitación de intensidad regular.

c) Valores del "Is" 5, 6 y 7.

En esta calificación se consideran pavimentos con abundante

cantidad de fisuramientos y deformaciones de origen estructural, cuya deficiente condición superficial probablemente exija la ejecución de actividades importantes de rehabilitación.

2.2.6.4. Daños de importancia no contemplados por el método VIZIR

El método VIZIR no tiene en cuenta los defectos individuales del pavimento, ya que no están directamente relacionados con su comportamiento y la superficie subyacente. En la medida que existen grietas longitudinales en los taludes, esto se debe a su inestabilidad; grietas causadas o no por levantamiento del pavimento debido al movimiento de rotación; Deformaciones excesivas y grietas en terraplenes con propiedades excesivas de expansión y contracción: deformaciones y grietas causadas por inestabilidad local y regional.

(Laboratorio Central de Puentes y Carreteras, 1991, pág. 63).

Tabla 6: Deterioro según niveles de gravedad tipo A

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante. Flecha ≤ 20 mm	Desfiguramiento importante. Hundimientos localizados. 20mm < Flecha < 40mm	Desfiguramiento que causa gravemente a la seguridad y comodidad de parte de los usuarios. Flecha ≥ 40 mm
Grietas longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda de rodamiento.	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras abiertas y/o ramificadas.



DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo conformada por mallas grandes ≥ 500 mm con figuración fina.	Mallas más densas (<500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con fragmentos separados y abiertos. Las mallas son muy densas (<200 mm), con pérdida ocasional o generalización de materiales
Bacheo y parcheo	Ligada a intervención de Tipo B.	Comportamiento satisfactorio de la reparación.	Ocurrencia daño en las zonas intervenidas.

Nota: (Castillo, 2016)

Tabla 7: Deterioro según nivel de gravedad tipo B

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
Griet. longit. de junta de construcción.		Ancho (10 mm o más)	Ancha con desprendimiento o ramificada.
Griet. de contracción térmica.	Fisuras finas	Anchas sin desprendimientos o finas	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas).
Grietas parabls.		Anchas sin desprendimientos	Anchas con desprendimiento
Griet. de borde.		Anchas sin desprendimientos	Anchas con desprendimientos
Abultamientos	$F \leq 20$ mm	$20 \text{ mm} < F < 40$ mm	$F \geq 40$ mm

Nota: (Castillo, 2016)



2.2.7. Metodología PCI

2.2.7.1. Generalidades

Desarrollado por el Centro de Ingenieros de la Fuerza Aérea de EE.UU. entre 1974 y 1976. Autores: M. Y. Shaheen y S. D. Khon Publicado en 1978; su propósito es establecer un sistema de gestión del mantenimiento de pavimentos rígido y flexible, (ASTM D 6433, 2003) .

Según (Varela, 2002) menciona: el Índice de Condición del Pavimento (PCI) se está convirtiendo en el método más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos. El método es sencillo de usar e implementar, ya que no requiere herramientas especializadas.

2.2.7.2. Definición

PCI es un índice numérico que evalúa el estado de la superficie del pavimento y mide su estado actual en función del daño observado en el pavimento. Además, PCI indica la integridad estructural y la condición operativa de la superficie, como la rugosidad local y la seguridad. No mide propiedades estructurales, ni mide directamente la resistencia al deslizamiento o rugosidad. También proporciona una base objetiva y sólida para determinar las necesidades y prioridades de conservación y restauración.

2.2.7.3. Características

- El seguimiento continuo del IPC se utiliza para determinar la tasa de deterioro del pavimento, lo que permite la identificación



temprana de la necesidad de reparaciones importantes. PCI proporciona información sobre el rendimiento del recubrimiento para validar o mejorar los diseños y procedimientos de conservación existentes, (ASTM D 5340, 2005).

- También agrega (Varela, 2002): que el desgaste de una estructura portante depende del tipo, gravedad, extensión o densidad del daño. Generar un índice que tenga en consideración los tres factores precedentes ha sido problemático debido a la gran cantidad de situaciones posibles. Para mejorar dicho obstáculo, se utilizaron "valores derivados" como prototipos de herramientas de ponderación para mostrar cuánto afecta cada mezcla de tipo de daño, gravedad y densidad a la condición del pavimento.

2.2.7.4. Descripción de la condición del pavimento

En la opinión de (Correa & Del Carpio, 2019), el PCI es una puntuación numérica que difiere desde cero (0) que indica malas condiciones de la carretera hasta cien (100) que indica buenas condiciones de la carretera. Los resultados de la PCI se obtienen a partir de registros visuales del estado del pavimento, determinando la categoría, gravedad y extensión de cada patología existente. El PCI fue creado para proporcionar un índice de integridad estructural del pavimento y capacidad de servicio de la superficie.

Tabla 8: Calificación de la condición del pavimento PCI

Rango PCI	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy Bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Pobre
25-10	Muy Pobre
10-0	Colapsado

Nota: (Correa & Del Carpio, 2019)

2.2.8. Comparación de las patologías del método VIZIR y PCI

En la tabla 9, podemos apreciar los métodos VIZIR y PCI, que representan casi las mismas patologías para la evaluación superficial del pavimento, excepto por algunas patologías y diferencias.

Tabla 9: Cuadro comparativo de fallas según VIZIR y PCI

CUADRO COMPARATIVO DE PATOLOGÍAS	
METODO VIZIR	METODO PCI
FALLAS FUNCIONALES	
Fisura longit. de junta de construcción	Grietas longit. y transversales
Fisura transv. de junta de construcción	Grietas longit. y transversales
Fisuras de contracción térmica	Agrietamiento en bloque
Fisuras parabólicas	Grieta Parabólica
Fisura de borde	Grieta de borde
Ojo de pescado o Huecos (H)	Bacheos o huecos
Desplazamiento	Desplazamiento
	Despto. de agregados
	Despto. de agregados
	Pulimiento de agregados
	Exudación
Dest. de bordes	Grietas de borde
Escalonamiento entre berma - calzada	Desnivel carril y berma
Erosión de las bermas	
Segregación	Corrugación
	Cruce de vía férrea
	Grieta de reflexión de junta
	Hinchamiento

Nota: Elaboración propia



2.3. Marco conceptual

De acuerdo a las patologías estipuladas por el método PCI

1. Piel de cocodrilo

Desde el punto de vista de (Varela, 2002), las grietas de cocodrilo, también conocidas como grietas de fatiga, son una red de grietas interconectadas que se desarrollan como resultado de la falla de la capa de desgaste de asfalto debido a la fatiga causada por las cargas repetidas del tráfico. A medida que aumentan las tensiones y las cargas de tracción sobre la carga de la rueda, comienzan a aparecer grietas en la base de la capa de asfalto.

2. Agrietamiento en bloque

El pavimento está dividido en bloques aproximadamente rectangulares mediante grietas en bloque, que son grietas conectadas. El rango de tamaños de bloques es de 0,30 mx 0,3 m a 3,0 mx 3,0 m. La contracción del hormigón asfáltico y las variaciones de temperatura son las que originan grietas en los bloques. La mayoría de las veces esto ocurre en aceras anchas, pero también puede ocurrir en zonas aisladas y sin tráfico.

3. Abultamientos y hundimientos

Según (Varela, 2002), un bache es un pequeño cambio en la superficie del pavimento. Por otro lado, los golpes pueden deberse a varias cosas, como:

- a. Expansión por congelación.
- b. Materiales y cargas de tráfico que entran en las grietas y son levantados.

Un hundimiento de la superficie de la carretera es un movimiento descendente leve y repentino. El término "ondas" se refiere a la deformación



y desplazamiento a gran escala de la superficie de la carretera que resultan en depresiones significativas o prolongadas en la superficie.

4. Depresión

Se trata de lugares concretos donde el pavimento está un poco más bajo que el pavimento circundante. Se encuentra como manchas provocadas por el agua acumulada. Son causadas por un asentamiento subterráneo o debido a una construcción inadecuada.

5. Huecos

Suelen tener bordes afilados y bordes verticales cerca de la zona superior. El crecimiento de los huecos se ve acelerado por el agua que se acumula allí. Los revestimientos pueden agrietarse como resultado de un punto débil en la parte inferior o inferior, un compuesto de superficie de mala calidad o una afección grave de la piel de cocodrilo. Generalmente, los huecos son daños estructurales y no deben confundirse con separación o meteorización. Cuando la erosión debe registrarse como huecos en lugar de cavidades creadas por pieles de caimán más pesadas.

6. Ahuellamiento

Como expresa (Varela, 2002), las ranuras de las ruedas son depresiones en la superficie de las huellas de las ruedas. Pueden aparecer protuberancias a lo largo de los bordes de las ranuras. El ahuellamiento es causado por la deformación permanente del pavimento o subrasante, principalmente se da por la consolidación del material. Los surcos severos pueden causar daños graves a la estructura de la superficie de la carretera.



7. Desplazamiento

Es el movimiento longitudinal constante de una zona local del pavimento provocado por el peso del tráfico. Cuando el tráfico impulsa frente al pavimento, crea ondas pequeñas y repentinas. Por lo general, estos daños ocurren únicamente en pavimentos con mezclas de asfalto diluido o en emulsión.

8. Hinchamiento

Se caracteriza por la curvatura empinada del pavimento en ondas largas. El hinchamiento va acompañado de grietas superficiales. Generalmente, este daño es originado por suelo congelado o suelo potencialmente hinchado.

9. Exudación

Es una capa fina de material asfáltico sobre la carpeta asfáltica que produce una superficie reflectante y cristalina.

Suele volverse pegajoso. El sangrado es causado por demasiado asfalto en la mezcla, demasiada lechada asfáltica o muy poco asfalto en la mezcla.

10. Corrugación

Son crestas y valles estrechamente espaciados que están espaciados con bastante regularidad, generalmente de 3,0 m de distancia.

11. Grieta de borde

Según (Varela, 2002), menciona que las grietas de borde son paralelas y normalmente ocurren entre 0 y 0 metros de margen externo del pavimento. También se ve acelerada por el peso del tráfico y puede ser ocasionada por la erosión de la subrasante o el debilitamiento de la



subrasante cerca al extremo del pavimento.

12. Grieta de reflexión de junta

Sucede en pavimentos asfálticos ejecutados encima del concreto. No se incorpora fisuras reflectantes de otro tipo de soportes. Son originadas comúnmente por el desplazamiento de la losa de concreto. Por otro lado, no está involucrado con los peajes, pero el peso del tráfico puede causar grietas cerca de las grietas del hormigón asfáltico. Si el recubrimiento se separa a lo largo de las grietas, se llama agrietamiento.

13. Desnivel Carril/Berma

Este daño es originado por la erosión de las bermas, la obstrucción o la aplicación de revestimiento sobre la carretera sin ajustar los niveles de las bermas, (Varela, 2002).

14. Grietas longitudinales y transversales

Según (Varela, 2002), las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de la estructura, y pueden ocurrir por las siguientes razones:

1. Las conexiones viales están mal construidas.
2. Grietas reflectivas causadas por grietas debajo de la capa base.

15. Parcheo

Teniendo en cuenta a (Varela, 2002) menciona que es el área del pavimento que se reemplaza con un nuevo material para restaurar un pavimento existente. Se están considerando parches defectos independientemente de su desempeño (generalmente las áreas reparadas



o áreas adyacentes no funcionarán tan bien como la pieza original acera).

Generalmente se encuentra una ligera aspereza en esta lesión.

16. Pulimiento de agregados:

Estos daños son causados por cargas de tráfico repetidas. Cuando el relleno de superficie se vuelva suave al tacto, la adhesión al relleno será menor. Los neumáticos de los automóviles se reducen considerablemente. Este daño indica los valores de la prueba antideslizante son bajos o han disminuido significativamente desde la última evaluación, (Varela, 2002).

17. Cruce de vía férrea

Las imperfecciones asociadas con los pasos a nivel son depresiones o protuberancias entorno o entre los rieles. (Varela, 2002).

18. Grietas parabólicas

Son de impacto parabólicas algo similar a una luna. Se producen al frenar o girar las ruedas, la superficie de la vía se desliza o se deforma. Generalmente, esta falla sucede en compañía de una combinación asfáltica de baja resistencia o en el caso de una mala adherencia entre la superficie del pavimento y la subrasante.

19. Desprendimiento de agregados

El asfáltico ligante se ha puesto duro considerablemente o es una combinación de mala calidad. También, la separación causada por ciertos tipos de tráfico, como los vehículos de orugas



De acuerdo a las patologías estipuladas por el método VIZIR

1. Ahuellamiento (AH)

La formación continua de una depresión longitudinal en un lugar específico (normalmente en la carretera del neumático de un vehículo) que puede provocar un abultamiento en una sección adyacente de la extensión de la hendidura. Las causas más probables de dicha degradación son: Cargas de tráfico cada vez mayores de lo que fueron diseñadas, espesor de recubrimiento insuficiente; mala calidad del sellado o de la base, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

2. Depresiones o hundimientos longitudinales (DL)

La superficie de la carretera está parcialmente sumergida. El deterioro es de tipo longitudinal. Se debe a causas diversas, entre ellas: asentamiento local del lecho de la carretera; defectos durante la construcción, como mala compactación; sellado deficiente de llenado de estructuras hidrotécnicas y de servicios; y drenaje subterráneo inadecuado, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

3. Depresiones o hundimientos transversales (DT)

La superficie de la carretera está parcialmente sumergida. Este deterioro es lateral. Se debe a causas diversas, entre ellas: hundimiento localizado del firme de la carretera; defectos durante la construcción, como mala compactación; sellado deficiente de llenado de estructuras hidrotécnicas y de servicios; y drenaje subterráneo inadecuado.



4. Fisura longitudinal por fatiga (FLF)

Los orígenes más frecuentes de este tipo de desgaste son los elevados niveles de tensión de tracción y la baja rigidez de los neumáticos de vehículos pesados. (Manual de la inspección visual de pavimentos flex., 2018)

5. Fisura piel de cocodrilo (FPC)

Son grietas interconectadas que forman polígonos irregulares encontradas en áreas de mayor tránsito. El origen de estas grietas es la fatiga de la capa asfáltica, sometiéndola a cargas repetidas superiores a las permitidas en un mismo lugar. Otra razón puede ser una estructura de cobertura insuficiente, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

6. Bacheos y parcheos (B)

Son áreas que se han reemplazado con un pavimento nuevo, muchas veces utilizando materiales idénticos. Con los "parches" se pueden realizar intervenciones únicamente en la superficie asfáltica o intervenciones que incluyan las capas inferiores "bacheo". La causa puede deberse a deficiencias en los sistemas de drenaje subterráneo que permiten que el agua se acumule en estas zonas, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

7. Fisura longitudinal de junta de construcción (FLJ)

Esto corresponde a grietas longitudinales correspondientes a juntas estructurales. La causa principal de esta fisura es la mala construcción de las juntas longitudinales, que puede deberse a una falta de adhesivo en las



paredes de las juntas o compactación de mezclas asfálticas, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

8. Fisura transversal de junta de construcción (FTJ)

Esto atribuye a grietas transversales correspondientes a juntas estructurales. La causa principal de esta falla es la mala construcción de las juntas transversales, que puede deberse a la insuficiencia de adhesivo en las paredes de las juntas o compactación de mezclas asfálticas, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

9. Fisura de contracción térmica (FCT)

Este tipo de daño está asociado a diferentes tipos de grietas, principalmente transversales y masivas, que se presentan en distintas zonas del pavimento. Se distingue de otras degradaciones como FLF y FPC en que acontece en secciones sin carga repetitiva constante, así como a la circulación diaria, aumenta su deterioro.

10. Fisura Parabólica (FP)

Las grietas parabólicas ocurren cuando la superficie del pavimento se desliza y se deforma debido a frenadas bruscas, curvas o conducción a velocidades muy bajas.

Dicho deterioro ocurre a menudo en combinaciones asfálticas con estabilidad baja y también ocurre en secciones donde hay insuficiente (adherencia) entre la capa asfáltica y las capas escondidas de la estructura, (Chavez & Cusquisiban , 2017).



11. Fisura de Borde (FB)

Las razones son diferentes. Uno de los más importantes es la falta de contención lateral de la estructura por falta de bermas o bordillos. Otras razones: sellado insuficiente de los bordes de la calzada, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

12. Abultamientos o desplazamientos (DM)

Esta falla se genera principalmente por la inestabilidad de la combinación del asfalto, el empleo de agregados redondeados, por una dosificación de asfalto en exceso o por la utilización de asfaltos suaves, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

13. Ojos de pescado (O)

Son cavidades de forma redondeada y su profundidad es variable, es ocasionado por las cargas repetitivas del tránsito, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

14. Pérdida de película de ligante (PL)

El desgaste implica la liberación gradual de la película de ligante asfáltico que protege el árido pétreo que se forma en respuesta a los factores climáticos y al tráfico.

Principalmente se debe al deterioro de la hidrofilia de los agregados. Asimismo, otros aspectos que origina es la calidad del asfalto la contaminación de los áridos y el impacto de sustancias agresivas, (Chavez & Cusquisiban , 2017).



15. Pérdida de agregado (PA)

Este tipo de daño se produce cuando los agregados caen paulatinamente provocando la rotura de la capa asfáltica. Este tipo de falla es común debido a errores en el proceso constructivo y ocurre casi exclusivamente en el tratamiento superficial, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

16. Descascaramiento (D)

Las principales causas de estos daños son la mala adherencia entre la capa asfáltica y la capa subyacente y el espesor insuficiente de la capa de desgaste, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

17. Pulimiento de agregado (PU)

Este daño se demuestra por la existencia de agregados expuestos con superficies abrasivas en la superficie de asfalto, creando una superficie resbaladiza que afecta la resistencia al deslizamiento, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

18. Exudación (EX)

Esto es consistente con la aparición de una película de asfalto en la superficie del pavimento, que tiene una apariencia brillante y pegajosa y causa una pérdida significativa por fricción en condiciones húmedas., (Chavez & Cusquisiban , 2017).

19. Afloramiento de mortero (AM)

Esto corresponde a la exposición del agua infiltrada junto con los finos del lecho huésped. Esto lo indica una acumulación de manchas o material



en la superficie de los bordes de las grietas. El insuficiente sistema de drenaje interno es la causa de este tipo de daño, que aparece en zonas con grietas no tratadas a tiempo y cuando el agua mezclada con finos de metal base no llega a la superficie, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

20. Afloramiento de agua (AA)

Esto se evidencia por la acumulación de líquido en la superficie del revestimiento cuando no llueve. El acceso se realiza a través de las grietas y de las fisuras del revestimiento. La causa de este tipo de deterioros es por la falta de un drenaje adecuado, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

21. Desintegración de los bordes de pavimento (DB)

Este tipo de daño puede ocurrir cuando el arcén no está cerrado y los vehículos frecuentemente se estacionan en el arcén o conducen demasiado cerca del arcén. La principal causa de estos daños es el movimiento repetido de vehículos por el borde del pavimento, (Chavez & Cusquisiban , 2017).

22. Escalonamiento entre calzada y berma (ECB)

Corresponde a la diferencia de nivel entre el arcén y la calzada (pendiente). Pueden ocurrir perturbaciones debido a la fusión de las capas que conforman la estructura de la berma. También puede deberse a sustancias producidas por los vehículos que circulan por el arcén de la carretera sin pavimentar, (Chavez & Cusquisiban , 2017).



23. Erosión de las bermas (EB)

Esto corresponde al daño de bermas revestidas y no revestidas. Esta disminución se debe a un drenaje superficial insuficiente (Chavez & Cusquisiban , 2017).

24. Segregación (S)

Se da principalmente por la desigual distribución de agregados gruesos y finos. Además, a la falta de similitud en las características y propiedades de la mezcla, (Chavez & Cusquisiban , 2017).



CAPITULO III METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

Este estudio tiene un diseño no experimental en el que no se manipularon las variables; fueron estudiados y analizados mediante observación de campo y empleando los métodos PCI y VIZIR.

Observacional, se registrará mediante la inspección ocular al momento de levantar información en campo, el tipo de patología, las cantidades encontradas y la gravedad de las mismas. Los procedimientos que estipulan ambos métodos se conducirán en forma estricta con el fin de conocer el método más adecuado.

3.2. Tipo de investigación

Es de orientación aplicada, se fundamenta en los conocimientos estipulados de los métodos VIZIR y PCI que se emplea en el pavimento flexible tal es el caso del tramo llave – Ancasaya para su diagnóstico, análisis y plantear alternativas de conservación.

Asimismo, es de enfoque cuantitativo porque las variables son medibles, además para recolectar datos en campo se utilizarán gráficos para los resultados, también se tendrá variación de valores y finalmente las categorías de la condición del pavimento.



Es de tipo descriptivo, se va precisar los procedimientos aplicados mediante la inspección ocular de las patologías observadas de la vía llave – Ancasaya empleando la evaluación de ambas metodologías. Por otro lado, el PCI es más específico porque considera un rango elevado para la evaluación de daños y respecto al otro método es más general su análisis.

3.3. Nivel de investigación

Es descriptivo, ya que describe los procedimientos de los métodos VIZIR y PCI; se aplica en campo y el nivel de gravedad presentado en la vía llave – Ancasaya.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población dada en este trabajo de investigación está constituida por el pavimento flexible del tramo 0+000 hasta el 3+270 de la carretera llave – Ancasaya.

3.4.2. Muestreo

En la presente investigación se aplicó una muestra aleatoria de 44 unidades de muestreo, que comprende desde 0+000 hasta 3+270 de la carretera llave - Ancasaya, asimismo se efectuó el muestreo conforme al método PCI, es decir se seccionó el tramo de estudio en longitudes de 35 metros en una longitud total de 3,270 metros.

Por otro lado, se hará un análisis comparativo con el método VIZIR considerando la misma longitud de seccionamiento y se tomó la misma cantidad de muestras del PCI.

Según, (Varela, 2002), señala que referente a los trabajos de campo la carretera deberá dividirse en distintas secciones según el tipo y no exceder del rango $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$. Por otro lado, las secciones evaluadas deberán efectuarse de acuerdo al tipo de rodadura.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.30 (máximo)	31.5

Nota: (Varela, 2002)

Para elegir de unidades de inspección de la muestra se empleará el método aleatorio.

$$i = \frac{N}{n}; i = \frac{94}{44} = 2.14 \approx 2$$

Por ende, la muestra estará a un intervalo igual a 2. La primera evaluación de la muestra se considera la primera unidad de muestra y se evaluará de acuerdo a los intervalos en unidades 1,3,5,7,9, etc.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnica de investigación

En dicho trabajo se empleó la técnica de inspección ocular que comprendió en la identificación y evaluación de las patologías, es así que se realizó un recorrido vehicular y personal con el fin de determinar la severidad de cada sección afectada y la extensión de daño del pavimento.



La recolección de datos se desarrolló de acuerdo a los procedimientos estipulados del VIZIR y PCI para diagnosticar y categorizar las patologías encontradas y realizar respectivamente un análisis con el objetivo de redactar las conclusiones y recomendaciones.

3.5.2 Descripción de los instrumentos

Para el levantamiento de datos se empleó instrumentos metodológicos y de ingeniería, las cuales son: formatos de registros, cinta métrica de 5m, wincha de 50m, regla de aluminio de 1.20m, pizarra acrílica, chaleco de seguridad, cámara, laptop, tizas, plumones, Google Earth Pro, información bibliográfica y manuales.

- Instrumentos Metodológicos.

Formatos de registro de datos usados en campo.

- Instrumentos de ingeniería.

Los equipos utilizados y los instrumentos necesarios ayudarán a consignar de manera adecuada para el registro de datos.

Figura 4: Instrumentos y equipos utilizados en campo



Nota: Elaboración propia

3.5.3 Análisis estadístico

Para visualizar los datos de manera más detallada, se empleó el programa Microsoft Excel con el fin de presentar resultados finales, asimismo se efectuó tablas, círculos y barras estadísticos que se mostraron gráficamente.



3.6. Procedimiento de recolección de datos

Se realizará el mismo procedimiento para ambas metodologías con la discrepancia en la forma de calcular e identificar las patologías conforme a los procedimientos de evaluación de estos métodos.

Al realizar el levantamiento de datos, se hizo una planificación con respecto al horario para no tener dificultad con el tráfico vehicular, por esta razón se dispuso una persona para la toma de fotografías y otra persona para la toma de datos.

3.6.1 Evaluación mediante la metodología PCI

Etapa 1: Marcado de Progresivas

Etapa preliminar, se efectuó el recorrido de la vía en estudio y asimismo el marcado de cada sección empieza desde 0+000 hasta 3+270, para lo cual se utilizó materiales e instrumentos como: tizas, wincha de 50 m., cinta métrica de 5m, pizarra acrílica, plumones, regla de aluminio de 1.20m. y chaleco de seguridad.

Etapa 2: Inspección Visual de las Características de la Vía.

Se efectuó la inspección ocular de las características de la carretera, así como: longitud total del tramo de estudio, el ancho de la calzada y tipo de superficie del pavimento.

Segundo lugar, se efectuó un seccionamiento cada 35 metros de longitud, longitud del tramo es de 3,270 m., el ancho de carril es de 3.5 m., la calzada de 7.00 metros y desarrollado de pavimento flexible.



Etapa 3: Identificación de Patologías.

En esta etapa, se efectuó un listado de las patologías encontradas en cada sección de estudio y se utilizó el formato del método PCI.

Etapa 4: Cálculo de la condición por el método PCI.

Se efectuó el registro de las patologías existentes en cada sección de estudio. A continuación, se detallan para el cálculo de la condición del pavimento.

Primer Paso: Determinación de los valores deducidos (VD)

- En las siguientes figuras se muestran las patologías encontradas, las cuales se registraron en la salida de campo, son: grieta longitudinal, agrietamiento en bloque, parcheo, grieta transversal, ahuellamiento, desprendimiento de agregados, entre otros.
- Utilizando las definiciones que se encuentran en el inventario de fallas o patologías del manual de PCI, se asignó de acuerdo al grado de severidad. Ver ejemplo de la Figura N°5:

Figura 5: Falla agrietamiento en bloque severidad media - PCI



Nota: Elaboración propia

Figura 6: Parcheo severidad baja según PCI



Nota: Elaboración propia

Figura 7: Ahuellamiento severidad Media según PCI



Nota: Elaboración propia

Figura 8: Desprendimiento de agregados severidad alta según PCI



Nota: Elaboración propia

Figura 9: Pulimiento de agregados severidad alta según PCI



Nota: Elaboración propia

Figura 10: Huecos severidad alta según PCI



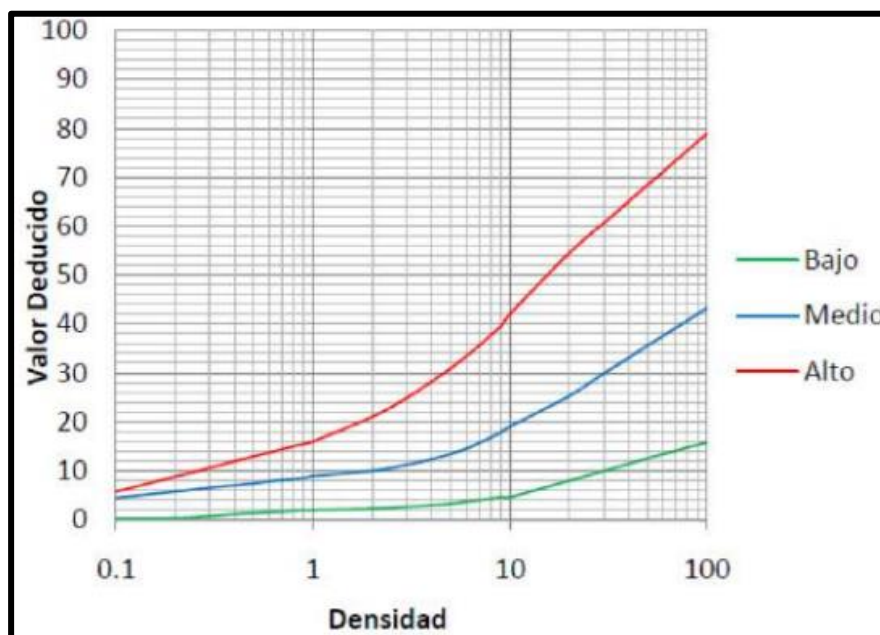
Nota: Elaboración propia

- Para determinar la escala de calificación se tomó como ejemplo la Figura N° 13, en primer lugar, se hizo un registro de las patologías existentes en la sección asignada de 35 metros de longitud. En segundo lugar, se evaluó la severidad de cada falla (alto, medio y bajo).
- Según el levantamiento de datos en cantidades parciales se tuvo los siguientes valores, 3.50 m² de parcheo, 76.98 m² de pulimiento de agregados, 12.50 m² de ahuellamiento, 6.80 m² de desprendimiento de agregados, 3.60m² la piel de cocodrilo, 1.50m² de parcheo.
- Posterior a ello, se calculó la densidad (%), obteniéndose de la siguiente operación:

$$\frac{\text{área total de la cantidad parcial}}{\text{área del tramo}} * 100$$

- Para determinar los valores deducidos se interpoló las densidades obtenidas de cada patología; establecidas en las gráficas del manual de PCI.

Figura 11: Valores deducidos Desprendimiento de Agregados



Nota: Ábacos de ASTM D643-18 .

Segundo Paso: Se determina el número máximo admisible de valores deducidos (mi)

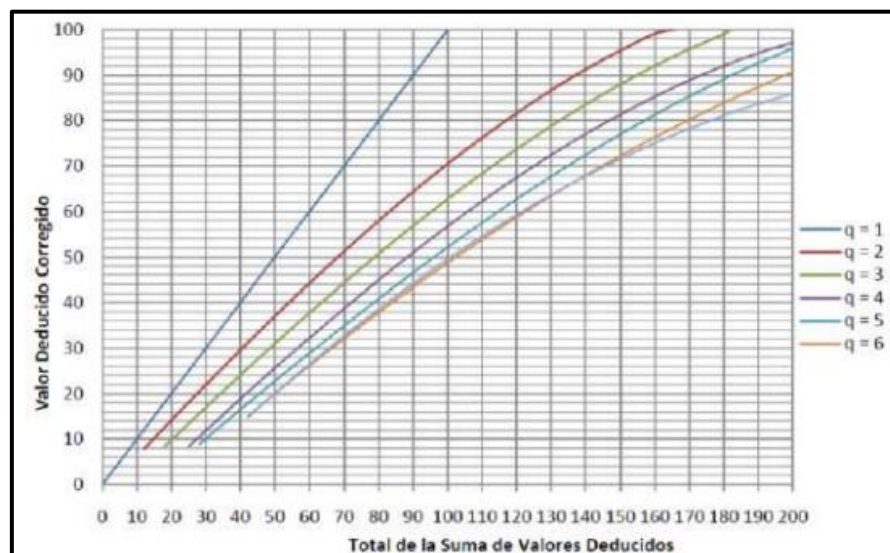
- Se contempla los valores deducidos mayores que 2 por cada falla, en este caso se tuvo como numero deducidos igual a 3 ($q=3$).
- Por otro lado, los valores deducidos se ordenarán en forma descendente 42, 33, 21, 10, 9, 5.
- Utilizando la siguiente ecuación, se obtiene lo siguiente:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - 42)$$
$$m_i = 5.96$$

Tercer Paso: Se determina el máximo valor deducido corregido (cdv)

- Para determinar el CDV se utilizará la q y su vez el valor deducido total en la curva de corrección que se muestra en la figura:

Figura 12: Curva para la obtención del valor deducido corregido.



Nota: Ábacos de ASTM D643-18.

- Siguiendo orden prelativo del cálculo; para la primera fila ($q=6$) y CDV = 59, el valor máximo leído en las tablas es 65, obtenido del ábaco.
- Para el cálculo del PCI:

$$PCI = 100 - 65$$

$$PCI = 35$$

- Por lo tanto, el resultado obtenido nos indica que esta unidad inspeccionada será mala.

Figura 13: Modelo de llenado formato PCI

Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez		Escuela Profesional de Ingeniería Civil		TESIS: ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE - ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO					
METODO PCI									
Nombre de la Vía: Ilave - Ancasaya Evaluado por: Bach. Dulio MAMANI HUANACUNI			Fecha: Número de tramo: T1 Longitud de tramo: 35 m. Ancho de tramo: 3270 m. Ancho de vía: 7.00 m. Área de tramo: 245 m ²						
Punto Inicial: 0+035 Punto Final: 0+070									
TIPOS DE PATOLOGÍAS PARA PAVIMENTO FLEXIBLE			ESCALA PCI						
1. PIEL DE COCODRILO 2. EXUDACIÓN 3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE 4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO 5. CORRUGACIÓN 6. DEPRESIÓN 7. GRIETA DE BORDE 8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA 9. DESNIVEL CARRIL/BERMA 10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES			11. PARCHEO 12. PULIMENTO DE AGREGADOS 13. HUECOS 14. CRUCE DE VIA FÉRREA 15. AHUELLAMIENTO 16. DESPLAZAMIENTO 17. GRIETA PARABOLICAS (SIPPAGE) 18. HINCHAMIENTO 19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS						
			100 - 85 EXCELENTE 85 - 70 MUY BUENA 70 - 55 BUENA 55 - 40 REGULAR 40 - 25 POBRE 25 - 10 MUY POBRE 10 - 0 FALLADO						
PATOLOGÍAS EXISTENTES									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Valor Deducido				
(11) Parcheo	L	3.50	3.50	1.43%	4.00				
(12) Pulimiento de agregados	L	76.98	76.98	31.42%	9.00				
(15) Ahuellamiento	H	12.50	12.50	5.10%	42.00				
(19) Desprendimiento de agregados	M	6.80	6.80	2.78%	10.00				
(13) Huecos	H	0.45	0.45	0.18%	33.00				
(1) Piel de cocodrilo	M	3.60	3.60	1.47%	21.00				
(11) Parcheo	M	1.50	1.50	0.61%	5.00				
Número de deducidos > 2(q)	6			Total VD	124.00				
Mayor valor deducido individual (HDVi):	46								
Número máximo admisible de valor deducido (mi)	5.96								
N°	VALORES DEDUCIDOS						Total	q	CDV
1	46.00	33.00	21.00	10.00	9.00	5.00	124.00	6.00	59.00
2	46.00	33.00	21.00	10.00	9.00	2.00	121.00	5.00	62.00
3	46.00	33.00	21.00	10.00	2.00	2.00	114.00	4.00	63.00
4	46.00	33.00	21.00	2.00	2.00	2.00	106.00	3.00	65.00
5	46.00	33.00	2.00	2.00	2.00	2.00	87.00	2.00	60.00
6	46.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	56.00	1.00	52.00
								máx. CDV=	65
		PCI=	100	- máx. CDV					
		PCI=	35	MALO					

Nota: Elaboración propia



3.6.2 Evaluación mediante la metodología VIZIR.

La comparación de estos métodos se regirá de acuerdo a su forma de evaluación, en este caso ambos tomarán las mismas unidades de inspección que son de 44, las cuales fueron obtenidas aleatoriamente. La sección de cada área de evaluación es de 35 metros de longitud y están espaciadas en intervalos de 3 metros.

Para entenderlo mejor se tomará como ejemplo la figura N° 14.

Etapas 1: Descripción del formato VIZIR.

En la parte superior del formato se colocará la información concerniente a la identificación de la vía llave – Ancasaya que es objeto de estudio, se indica el número de tramo, las progresivas que corresponde. Por otro lado, el ancho de la vía, la longitud del seccionamiento, el área y finalmente el nombre del evaluador.

Etapas 2: Inspección Visual de las Características de la Vía.

Se efectuó la inspección ocular de las características de la carretera, así como: longitud de la carretera (3+270 m.), ancho de calzada (7.00 m.), número de carriles (02), área respectiva (245 m²), longitud del tramo (35 m.) y tipo de superficie del pavimento (flexible).

Etapas 3: Identificación de Patologías.

En esta etapa, se efectuó el registro de las patologías existentes en cada sección de estudio.

Por otro lado, se realizó una comparación del tipo de falla definida por la metodología, asimismo estará codificada cada patología para el registro de datos. Las fallas serán de tipo A y tipo B, niveles de gravedad (1, 2 y 3) y las categorías de calificación que será (Bueno, Marginal y Deficiente).

Etapa 4: Cálculo de la condición por el método VIZIR.

Para un buen entendimiento del cálculo del VIZIR, se ha considerado como ejemplo los datos de la primera unidad de inspección.

Figura 14: Falla longitudinal por fatiga nivel de gravedad 3 - VIZIR



Nota: Elaboración propia

Figura 15: Fisura de piel de cocodrilo nivel de gravedad 2 - VIZIR



Nota: Elaboración propia

Figura 16: Bacheos y parches nivel de gravedad 3 - VIZIR



Nota: Elaboración propia

Figura 17: Fisura de contracción térmica nivel de gravedad 2 - VIZIR



Nota: Elaboración propia



En la sección de la vía 0+000 a 0+345 se encontró 03 fallas de tipo B y 02 de tipo A. Además, se observó fisuras longitudinales en el pavimento, fisura de piel de cocodrilo, bacheos y desplazamiento.

En segundo lugar, las patologías identificadas muestran los tres niveles de gravedad. Seguidamente se mencionan:

- Fisuras longitud. por fatiga (75.40 m).
- Piel de cocodrilo (55.30 m²),
- Bacheos y parches (3.45 m²),
- Contracción térmica (14.16 m²) y desplazamiento o abultamiento (1.36 m²).

En tercer lugar, para calcular el porcentaje de extensión, se sumará las cantidades parciales de cada patología encontrada y de esa manera obtener la suma total, el mismo es dividido entre el área de la unidad de muestra inspeccionada, al final el resultado es expresado en porcentaje.

En cuarto lugar, se calculó el índice de fisuración (If) y el índice de deformación (Id) para luego finalmente obtener el índice de deterioro superficial (Is). A continuación, se detalla el proceso de cálculo:

- Para el cálculo del Índice de fisuración, es necesario contar con datos de extensión y gravedad, asimismo se considera las fisuras longitudinales por fatiga (FLF).

En la sección evaluada se encontró FLF cuyo nivel de gravedad es de 3 y una extensión de 30.76%. Además, estos datos serán evaluados en el



flujograma que se aprecia en la figura 3. En esta sección se obtiene como resultado índice de fisuración de 4.

- Para calcular el Índice de deformación, se requiere de datos de extensión y gravedad. En este contexto se considera fisura piel de cocodrilo como patología de mayor incidencia.

En la sección evaluada se ubicó fisura de piel de cocodrilo cuyo nivel de gravedad es 2 y una extensión de 22.57%. Es preciso señalar que los datos obtenidos deben ser evaluados en el flujograma que se aprecia en la figura 3. En la sección el índice de fisuración es de 3.

Se utilizó un diagrama de flujo representado en la Figura 3 para evaluar el índice de fisuración 4 y el índice de deformación 3 después de haberlos obtenido. De este cálculo se logró obtener el índice de deterioro superficial 4, que tiene una calificación Marginal.



técnicas de tabla, que permitirán ver las respuestas a los objetivos planteados y contrastar las hipótesis de investigación.

3.7.1. Método de Análisis de Datos

Para el análisis y procesamiento de datos se utilizaron herramientas Microsoft Excel, tanto para la elaboración de fichas técnicas para uso en campo como para el procesamiento de datos, y se elaboró resúmenes en tablas para cada lesión y su gravedad, mostrando la frecuencia de tablas estadísticas, círculos estadísticos que representan el daño de cada método, así como calificaciones numéricas y cualitativas.

Todo el proceso se llevó a cabo para probar la hipótesis formulada a saber y para confirmar si existe variación entre los métodos PCI y VIZIR en las categorías de condición del pavimento.



CAPITULO IV

ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Aplicación del método PCI

Para la correcta explicación del trabajo de investigación y la interpretación de los resultados, se efectúa la evaluación correspondiente del estado actual de la carpeta asfáltica por el método PCI de las áreas afectadas.

4.1.1. Resultados PCI tramo de evaluación - carril derecha

La vía comprende de una calzada, de longitud total 3270 m. y ancho de la carretera 7.00 m, según la muestra expuesta en el capítulo anterior se obtuvo 44 unidades de inspección que se seleccionaron aleatoriamente, asimismo se presentará los siguientes tipos de patologías más representativos, así como se muestra en la tabla N° 12.

Tabla 10: Porcentaje de daños carril derecha método PCI

TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL DAÑO	% AREA DE DAÑO	% AREA TOTAL
Piel de cocodrilo	m2	786.52	16.79%	3.44%
Abultamiento y hundimiento	ml	68.64	1.47%	0.30%
Ahuellamiento	m2	320.10	6.83%	1.40%
Parqueo	m2	510.22	10.89%	2.23%
Exudación	m2	124.46	2.66%	0.54%
Grieta de borde	ml	650.21	13.88%	2.84%
Grieta longitudinal	ml	715.36	15.27%	3.13%
Grieta transversal	ml	610.20	13.03%	2.67%
Huecos	und	8.00	0.17%	0.03%
Pulimiento de agregados	m2	224.82	4.80%	0.98%
Fisuras parabólicas	ml	84.50	1.80%	0.37%
Agrietamiento en bloque	m2	580.96	12.40%	2.54%
TOTAL		4683.99	100.00%	20.46%

Nota: Elaboración propia



En la tabla de resultados se muestra las cantidades totales de cada patología, % área de daño y % área total, este último se obtiene del total de daño sobre la extensión total del área estudiada que es de 22,890 m², es decir este dato resulta de la longitud total (3270 m) por el ancho de la calzada (7.00 m).

En la tabla N° 12, se puede observar que la patología más significativa en toda la extensión del carril derecho es la piel de cocodrilo con un 16.79% cuyas causas se dan por la tensión en la base de la carpeta asfáltica y por la tensión repetida de la carga vehicular, asimismo las grietas longitudinales, transversales y de borde con un 15.27%, 13.03% y 13.88%, estas grietas se originan debido a disminución de temperaturas o al endurecimiento del asfalto.

En parcheo presenta un 10.89%, es un área adyacente que no tiene el mismo comportamiento como la sección original, es decir es un material de reemplazo. Seguidamente se tiene el agrietamiento en bloque con un 12.40% ocasionadas por el debilitamiento de la carpeta asfáltica y repetitivas cargas de tránsito.

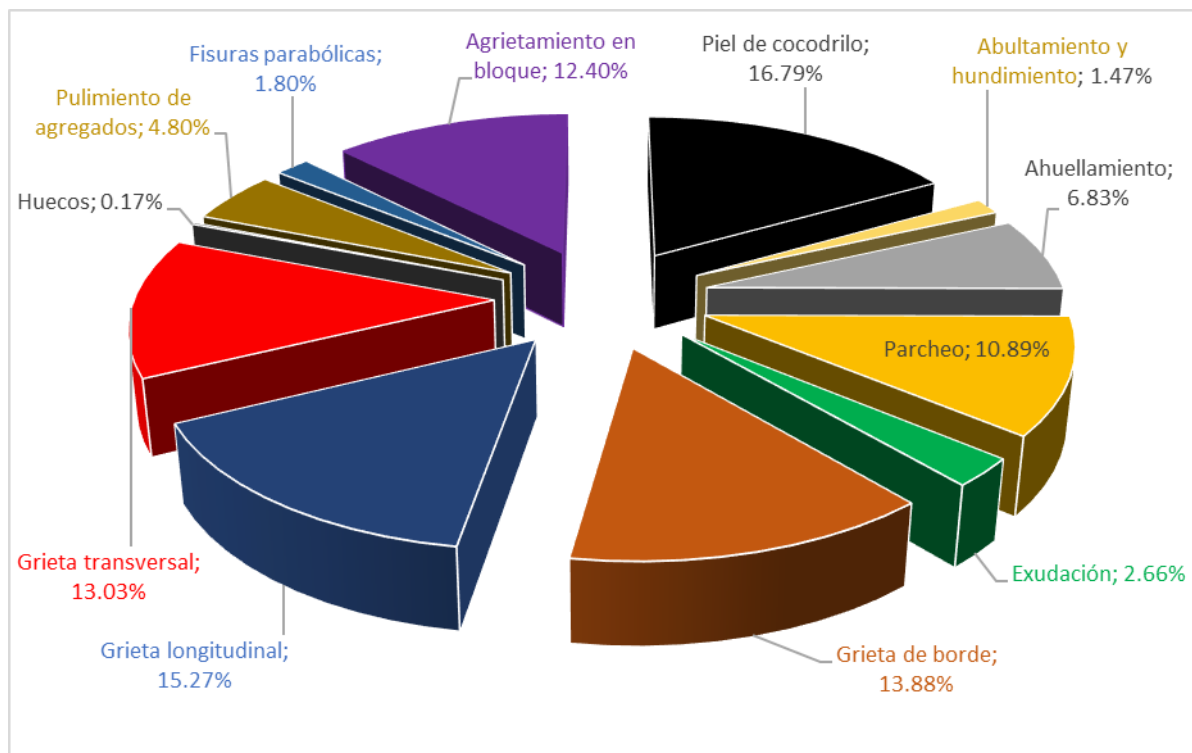
De la misma manera el pulimiento de agregados con un 4.80% causado por la repetición constante de cargas de tránsito, ahuellamiento con un 6.83% se deriva de la alteración constante en las capas del pavimento.

Finalmente, en proporción menor se observa la exudación con un 2.66% ocasionada por exceso de utilización de mezcla asfáltica, fisuras parabólicas con un 1.80% son ocasionadas cuando la superficie de la

carretera las ruedas al momento de frenar o girar inducen al deslizamiento o deformación, seguidamente el abultamiento y hundimiento con un 1.47% causadas por filtración y elevación del material y 0.17% en huecos, este último no representa un daño significativo. Dichos resultados se presentan gráficamente.

Esto ocurre cuando la superficie de la carretera resbala o se deforma al frenar o girar el volante, provocando la formación de ampollas.

Figura 19: Resultado de patologías que afecta al carril derecho aplicando PCI



Nota: Elaboración propia

Las patologías encontradas en el carril derecho se clasificaron utilizando la metodología PCI. En la tabla siguiente se presenta el esquema de la condición y clasificación del pavimento para las 44 unidades de inspección.



Tabla 11: Esquema del cálculo PCI carril derecho

RESUMEN CALCULO PCI - CARRIL DERECHO					
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		ÁREA (M2)	RANGO	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL			
P-1	0+000	0+035	245	55	REGULAR
P-3	0+070	0+105	245	53	REGULAR
P-5	0+140	0+175	245	48	REGULAR
P-7	0+210	0+245	245	38	MALO
P-9	0+280	0+315	245	42	REGULAR
P-11	0+350	0+385	245	45	REGULAR
P-13	0+420	0+455	245	35	MALO
P-15	0+490	0+525	245	50	REGULAR
P-17	0+560	0+595	245	55	REGULAR
P-19	0+630	0+665	245	52	REGULAR
P-21	0+700	0+735	245	46	REGULAR
P-23	0+770	0+805	245	47	REGULAR
P-25	0+840	0+875	245	34	MALO
P-27	0+910	0+945	245	12	MUY MALO
P-29	0+980	1+015	245	15	MUY MALO
P-31	1+050	1+085	245	7	FALLADO
P-33	1+120	1+155	245	48	REGULAR
P-35	1+190	1+225	245	47	REGULAR
P-37	1+260	1+295	245	50	REGULAR
P-39	1+330	1+365	245	54	REGULAR
P-41	1+400	1+435	245	33	MALO
P-43	1+470	1+505	245	47	REGULAR
P-45	1+540	1+575	245	46	REGULAR
P-47	1+610	1+645	245	50	REGULAR
P-49	1+680	1+715	245	40	MALO
P-51	1+750	1+785	245	55	REGULAR
P-53	1+820	1+855	245	55	REGULAR
P-55	1+890	1+925	245	54	REGULAR
P-57	1+960	1+995	245	28	MALO
P-59	2+030	2+065	245	32	MALO
P-61	2+100	2+135	245	35	MALO
P-63	2+170	2+205	245	45	REGULAR
P-65	2+240	2+275	245	48	REGULAR
P-67	2+310	2+345	245	30	MALO
P-69	2+380	2+415	245	10	FALLADO
P-71	2+450	2+485	245	9	FALLADO
P-73	2+520	2+555	245	45	REGULAR
P-75	2+590	2+625	245	56	BUENO
P-77	2+660	2+695	245	32	MALO
P-79	2+730	2+765	245	40	MALO



RESUMEN CALCULO PCI - CARRIL DERECHO					
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		ÁREA (M2)	RANGO	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL			
P-81	2+800	2+835	245	38	MALO
P-83	2+870	2+905	245	58	BUENO
P-85	2+940	2+975	245	58	BUENO
P-87	3+010	3+045	245	57	BUENO
TOTAL			41.68	REGULAR	

Nota: Elaboración propia

En la Tabla N° 11, sea aprecia que la valoración media del PCI del carril derecho es de 41.68 con clasificación REGULAR, asimismo en la tabla N°18 se aprecia el esquema de todas las unidades de inspección evaluadas en el carril derecho.

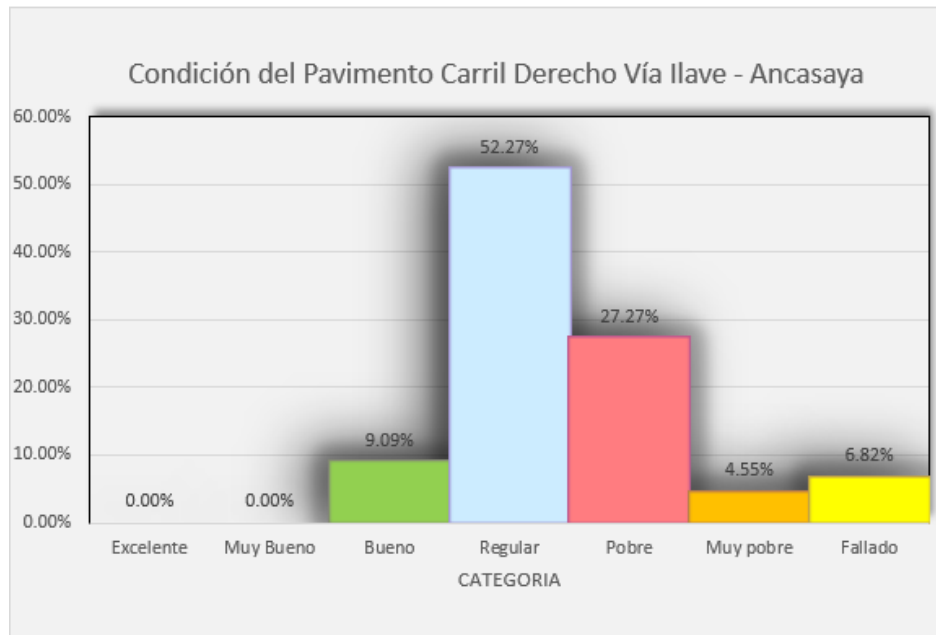
Tabla 12: Categorías del método PCI en el carril derecho

CATEGORIA	N° DE MUESTRAS	PORCENTAJE
Excelente	0	0.00%
Muy Bueno	0	0.00%
Bueno	4	9.09%
Regular	23	52.27%
Pobre	12	27.27%
Muy pobre	2	4.55%
Fallado	3	6.82%
TOTAL	44	100%

Nota: Elaboración propia

En la tabla N° 12, se puede observar, que en la categoría REGULAR se obtiene 52.27% que representa 23 unidades de muestras evaluadas, seguido de 27.27% en calificación POBRE representa 12 unidades de muestra, el 6.82% de calificación FALLADO representa 03 unidades de muestra y finalmente en 4.55% de calificación MUY POBRE representa 02 unidades de muestra, estos datos se detallan en la siguiente gráfica.

Figura 20: Barra estadística del estado del carril derecho - PCI



Nota: Elaboración propia

4.1.2. Resultados PCI tramo de evaluación - carril izquierda.

De igual manera para el carril izquierdo se evaluaron los 3270 m, se registraron 44 unidades de inspección, a continuación, se presenta los siguientes tipos de patologías.

Tabla 13: Porcentaje de daños que afectan al carril izquierda - PCI

TIPO DE DAÑO	UNIDAD DE MEDIDA	TOTAL DAÑO	% AREA DE DAÑO	% AREA TOTAL
Piel de cocodrilo	m2	651.32	13.91%	2.85%
Abultamiento y hundimiento	ml	48.68	1.04%	0.21%
Ahuellamiento	m2	316.26	6.75%	1.38%
Parqueo	m2	520.43	11.11%	2.27%
Exudación	m2	122.76	2.62%	0.54%
Grieta de borde	ml	590.10	12.60%	2.58%
Grieta longitudinal	ml	670.12	14.31%	2.93%
Grieta transversal	ml	352.32	7.52%	1.54%
Huecos	und	4.00	0.09%	0.02%
Pulimiento de agregados	m2	154.18	3.29%	0.67%
Fisuras parabólicas	ml	86.40	1.84%	0.38%
Agrietamiento en bloque	m2	326.34	6.97%	1.43%
TOTAL		3842.91	82.04%	16.79%

Nota: Elaboración propia



En la tabla N° 13 se registró un total de daños en el pavimento flexible de 3,841.91m². En el cual se puede apreciar que la patología más significativa es la de grieta longitudinal con un 14.31% a causa de defectos del proceso constructivo y mala calidad de materiales utilizados en la mezcla asfáltica, seguido de 13.91% de la piel de cocodrilo debido a la tensión repetida de transporte de carga y de público. Por otro lado, esta vía es el eje principal de desarrollo económico social ya que por él se movilizan gran cantidad de flujo de transporte público y de carga.

Seguido de 12.60% de grieta de borde, causadas por cargas de tránsito, el 11.11% de parcheo se debe principalmente a que se reemplazó con un material nuevo en determinadas áreas para la reparar del pavimento existente.

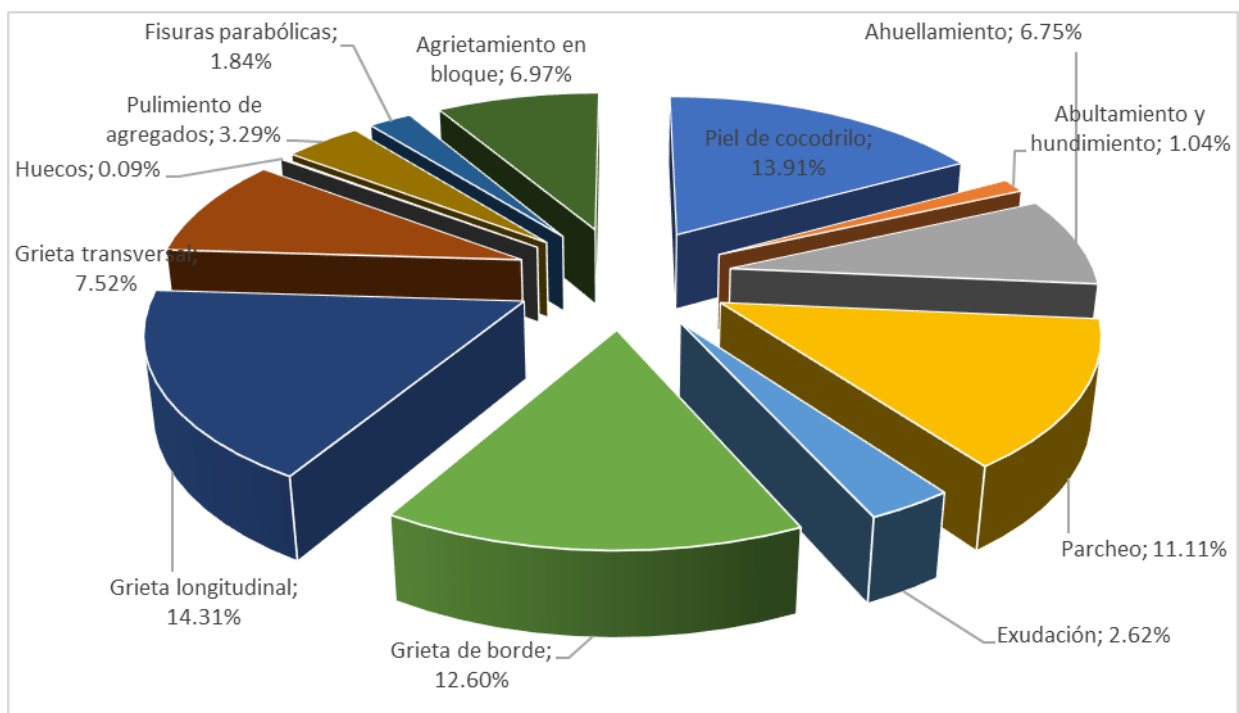
Asimismo, se tiene grietas en bloque con un 6.97% originadas por el debilitamiento de la carpeta asfáltica y generadas por las repetidas cargas de tránsito.

De la misma manera, el ahuellamiento con un 6.83% se deriva de una deformación permanente en las capas del pavimento, el pulimiento de agregados con un 3.29% causado por la repetición constante de cargas de tránsito.

Finalmente, en proporción menor se observa la exudación con un 2.62% ocasionada por exceso de utilización de mezcla asfáltica, fisuras

parabólicas con un 1.84% son originadas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento, seguidamente el abultamiento y hundimiento con un 1.04% causadas por filtración y elevación del material y 0.09% en huecos, este último no representa un daño significativo.

Figura 21: Resultado de patologías que afecta al carril izquierda - PCI



Nota: Elaboración propia

En la tabla N° 14, se aprecia un resumen sobre la condición y la categoría de la vía llave – Ancasaya, se contempla de acuerdo al PCI para las 44 muestras.



Tabla 14: Resumen del cálculo PCI carril izquierda

RESUMEN CALCULO PCI - CARRIL IZQUIERDO					
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		ÁREA (M2)	RANGO	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL			
P-1	0+000	0+035	245	52	REGULAR
P-3	0+070	0+105	245	54	REGULAR
P-5	0+140	0+175	245	48	REGULAR
P-7	0+210	0+245	245	28	MALO
P-9	0+280	0+315	245	53	REGULAR
P-11	0+350	0+385	245	45	REGULAR
P-13	0+420	0+455	245	38	MALO
P-15	0+490	0+525	245	36	MALO
P-17	0+560	0+595	245	54	REGULAR
P-19	0+630	0+665	245	46	REGULAR
P-21	0+700	0+735	245	52	REGULAR
P-23	0+770	0+805	245	32	MALO
P-25	0+840	0+875	245	30	MALO
P-27	0+910	0+945	245	8	FALLADO
P-29	0+980	1+015	245	9	FALLADO
P-31	1+050	1+085	245	9	FALLADO
P-33	1+120	1+155	245	55	REGULAR
P-35	1+190	1+225	245	52	REGULAR
P-37	1+260	1+295	245	50	REGULAR
P-39	1+330	1+365	245	53	REGULAR
P-41	1+400	1+435	245	33	MALO
P-43	1+470	1+505	245	47	REGULAR
P-45	1+540	1+575	245	52	REGULAR
P-47	1+610	1+645	245	50	REGULAR
P-49	1+680	1+715	245	38	MALO
P-51	1+750	1+785	245	55	REGULAR
P-53	1+820	1+855	245	55	REGULAR
P-55	1+890	1+925	245	50	REGULAR
P-57	1+960	1+995	245	28	MALO
P-59	2+030	2+065	245	32	MALO
P-61	2+100	2+135	245	55	REGULAR
P-63	2+170	2+205	245	45	REGULAR
P-65	2+240	2+275	245	54	REGULAR
P-67	2+310	2+345	245	42	REGULAR
P-69	2+380	2+415	245	10	FALLADO
P-71	2+450	2+485	245	24	MUY MALO
P-73	2+520	2+555	245	23	MUY MALO
P-75	2+590	2+625	245	41	REGULAR
P-77	2+660	2+695	245	48	REGULAR



RESUMEN CALCULO PCI - CARRIL IZQUIERDO					
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		ÁREA (M2)	RANGO	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL			
P-79	2+730	2+765	245	54	REGULAR
P-81	2+800	2+835	245	54	REGULAR
P-83	2+870	2+905	245	44	REGULAR
P-85	2+940	2+975	245	62	BUENO
P-87	3+010	3+045	245	68	BUENO
			TOTAL	42.45	REGULAR

Nota: Elaboración propia

En la Tabla N° 14, se observa que la ponderación media del PCI carril izquierdo es de 42.45 con clasificación REGULAR, asimismo la tabla N° 17 se observa el resumen de todas las unidades de inspección evaluadas en el carril izquierdo.

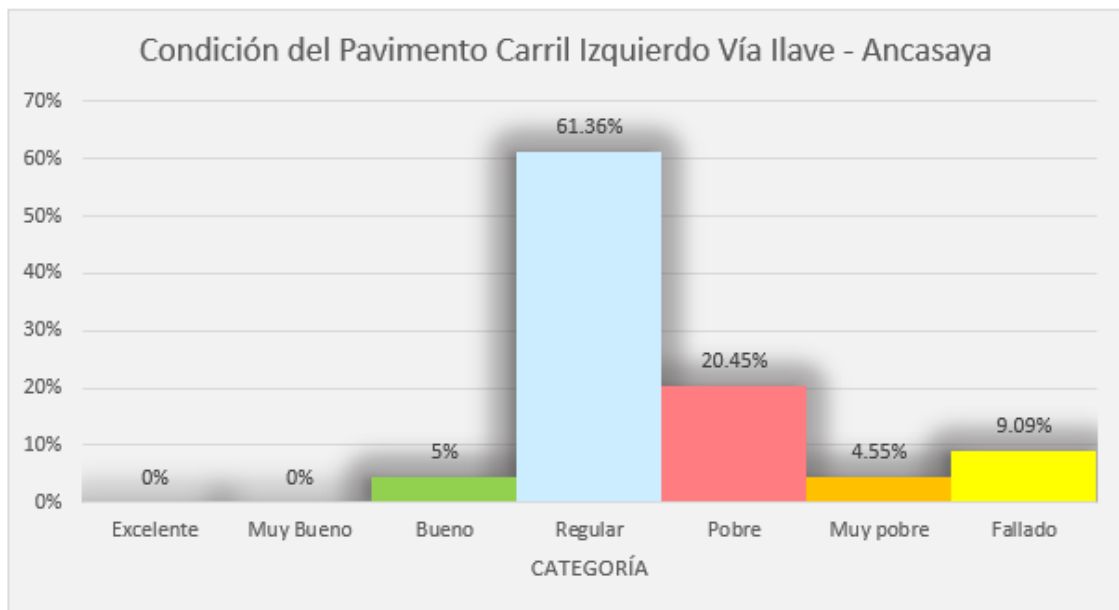
Tabla 15: Categorías del método PCI - carril izquierda

CATEGORIA	N° DE MUESTRAS	PORCENTAJE
Excelente	0	0%
Muy Bueno	0	0%
Bueno	2	5%
Regular	27	61.36%
Pobre	9	20.45%
Muy pobre	2	4.55%
Fallado	4	9.09%
TOTAL	44	100%

Nota: Elaboración propia

En la tabla N° 15, se puede observar, que en categoría REGULAR se obtiene 61.36% que representa 27 unidades de muestras evaluadas, seguido de 20.45% en calificación POBRE representa 9 unidades de muestra, el 9.09% de calificación FALLADO representa 04 unidades de muestra y finalmente en 4.55% de calificación MUY POBRE representa 02 unidades de muestra, estos datos se detallan en la siguiente gráfica.

Figura 22: Barra estadística del estado del carril izquierdo - PCI



Nota: Elaboración propia

4.2. Aplicación del método VIZIR

Para el correcto desarrollo del trabajo de investigación y una explicación comprensible de los resultados, se efectúa la evaluación de la condición del pavimento flexible de acuerdo al método VIZIR considerando ambos carriles de la vía llave – Ancasaya.

4.2.1. Resultados VIZIR tramo de evaluación - carril derecha

La vía de estudio comprende de una calzada de 7.00 m., una extensión total de 3270 m., área total de 22,890 m² y se registraron 44 unidades de muestreo.

Tabla 16: Porcentaje de patologías de tipo A que afecta al carril derecho - VIZIR

TIPO DE DAÑO	TOTAL DAÑO	% ÁREA DE DAÑO	% ÁREA TOTAL
Piel de cocodrilo	786.52	15.93%	3.44%
Bacheos y parcheos	510.22	10.33%	2.23%
Fisuras longitud. por fatiga	715.36	14.49%	3.13%
Ahuellam., depresc. y hundts	320.10	6.48%	1.40%
TOTAL DAÑOS TIPO A	2332.2	47.23%	10.19%

Nota: Elaboración propia

Dado que con estas patologías se calculan el índice de condición del pavimento (Is), (If) e (Id), los deterioros de Tipo A tienen mayor representación y respecto al deterioro de Tipo B en menor proporción.

Tabla 17: Porcentaje de patologías de tipo B que afecta al carril derecho - VIZIR

TIPO DE DAÑO	TOTAL DE DAÑO	% ÁREA DE DAÑO	% ÁREA TOTAL
Descascaramiento	42.64	0.86%	0.19%
Fisuras de contracción térmica	490.22	9.93%	2.14%
Fisuras parabólicas	84.50	1.71%	0.37%
Fisuras de borde	710.28	14.38%	3.10%
Pérdida de agregado	146.20	2.96%	0.64%
Pulimiento de agregado	224.82	4.55%	0.98%
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla	96.44	1.95%	0.42%
Exudación	124.46	2.52%	0.54%
Desinteg. de bord. de paviment.	686.16	13.90%	3.00%
TOTAL DAÑOS TIPO B	2605.72	52.77%	11.38%
TOTAL DAÑOS TIPO AY B	4937.92	100.00%	21.57%

Nota: Elaboración propia

Para entender mejor estos resultados, % EXTENSIÓN TOTAL significa el porcentaje que considera cada tipo de patología con respecto a la extensión total de la parte investigada, que equivale a 22,890 metros cuadrados, y % EXTENSIÓN DE DAÑO significa el porcentaje que cada



tipo de patología con respecto a la totalidad de la extensión que equivale a 4,702.43 metros cuadrados.

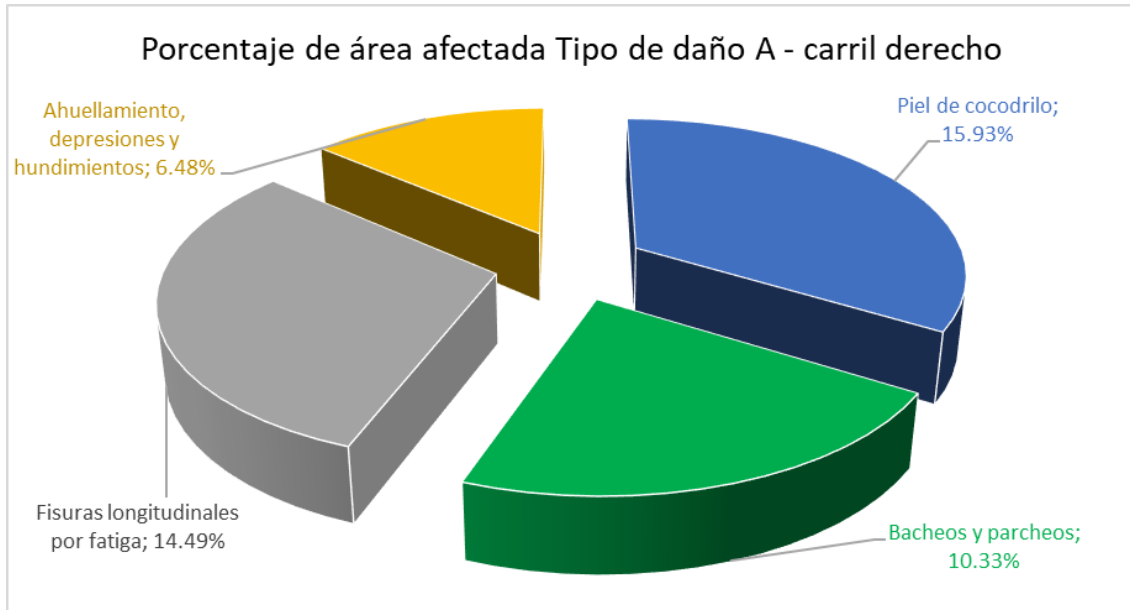
La patología de mayor relevancia es del tipo A es la de piel de cocodrilo con un valor de 15.93 %, cuya causa es la falla por fatiga de la carpeta de asfalto bajo acción de cargas de transporte repetido y afectan el Índice de Fisuración (If) para el cálculo del (Is) en el estado del pavimento, el daño de fisuras longitudinales por fatiga 14.49% estas son producidas por fatiga.

Los daños por baches y parcheos son el segundo daño más resaltante de tipo A con un 10.33 %, en áreas afectadas fueron reemplazadas con nuevos materiales para reparar el pavimento original existente. La causa principal se debe a errores constructivos, defectos en el drenaje y el deterioro natural del pavimento.

Asimismo, en menor proporción se tiene daños de ahuellamiento, depresiones y hundimientos son considerados de tipo A que un con 6.48 % de la misma manera que los daños de bacheos y parcheos generan un impacto en el índice de deformación (Id) para el cálculo del (Is) en la condición actual del pavimento.

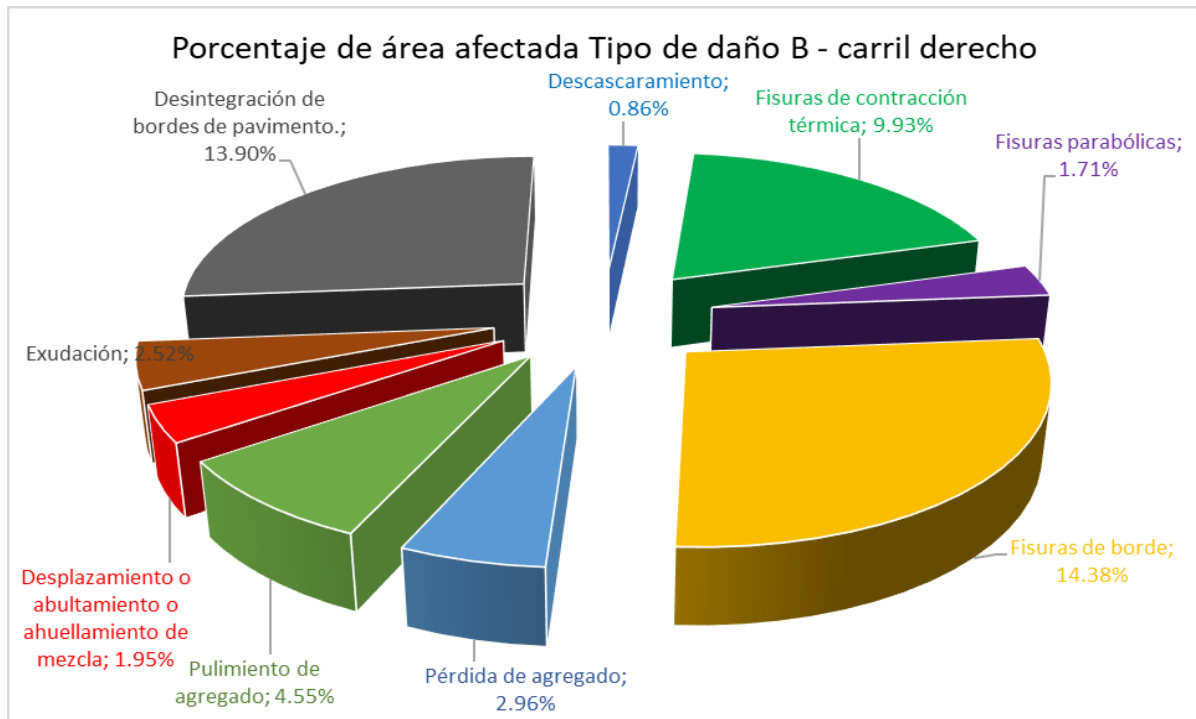
Finalmente, es el agrietamiento por contracción de calor con un 18.38% daño considerado de tipo B, este afecta al estado funcional y es causado por defectos estructurales. La figura 21 y figura 22 muestran estos resultados gráficamente.

Figura 23: Resultado de patologías de tipo A que afecta al carril derecho - VIZIR



Nota: Elaboración propia

Figura 24: Resultado patologías de tipo B que afecta al carril derecho - VIZIR



Nota: Elaboración propia



De la siguiente tabla se aprecia la condición y la categoría del pavimento según el Índice de Deterioro Superficial (Is) considerando las 44 unidades de inspección de una distancia de 35 metros.

Tabla 18: Esquema del cálculo VIZIR carril derecho

RESUMEN CALCULO VIZIR - CARRIL DERECHO				
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL		
V-1	0+000	0+035	6	DEFICIENTE
V-3	0+070	0+105	3	MARGINAL
V-5	0+140	0+175	3	MARGINAL
V-7	0+210	0+245	5	DEFICIENTE
V-9	0+280	0+315	4	MARGINAL
V-11	0+350	0+385	4	MARGINAL
V-13	0+420	0+455	5	DEFICIENTE
V-15	0+490	0+525	6	DEFICIENTE
V-17	0+560	0+595	5	DEFICIENTE
V-19	0+630	0+665	3	MARGINAL
V-21	0+700	0+735	4	MARGINAL
V-23	0+770	0+805	5	DEFICIENTE
V-25	0+840	0+875	3	MARGINAL
V-27	0+910	0+945	5	DEFICIENTE
V-29	0+980	1+015	5	DEFICIENTE
V-31	1+050	1+085	5	DEFICIENTE
V-33	1+120	1+155	3	MARGINAL
V-35	1+190	1+225	5	DEFICIENTE
V-37	1+260	1+295	3	MARGINAL
V-39	1+330	1+365	7	DEFICIENTE
V-41	1+400	1+435	5	DEFICIENTE
V-43	1+470	1+505	3	MARGINAL
V-45	1+540	1+575	5	DEFICIENTE
V-47	1+610	1+645	5	DEFICIENTE
V-49	1+680	1+715	3	MARGINAL
V-51	1+750	1+785	1	BUENO
V-53	1+820	1+855	3	MARGINAL
V-55	1+890	1+925	6	DEFICIENTE
V-57	1+960	1+995	5	DEFICIENTE
V-59	2+030	2+065	3	MARGINAL
V-61	2+100	2+135	3	MARGINAL
V-63	2+170	2+205	3	MARGINAL



RESUMEN CALCULO VIZIR - CARRIL DERECHO				
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL		
V-65	2+240	2+275	2	BUENO
V-67	2+310	2+345	2	BUENO
V-69	2+380	2+415	1	BUENO
V-71	2+450	2+485	3	DEFICIENTE
V-73	2+520	2+555	3	MARGINAL
V-75	2+590	2+625	5	DEFICIENTE
V-77	2+660	2+695	4	MARGINAL
V-79	2+730	2+765	1	BUENO
V-81	2+800	2+835	2	BUENO
V-83	2+870	2+905	2	BUENO
V-85	2+940	2+975	3	MARGINAL
V-87	3+010	3+045	3	MARGINAL
VALOR PROMEDIO			3.75	MARGINAL

Nota: Elaboración propia

La Tabla 18 muestra que el método VIZIR arroja un valor promedio de 3.75 en el carril derecho, lo que indica una condición de superficie marginal.

La Tabla 19 proporciona un resumen general de las muestras inspeccionadas y de la misma manera el porcentaje de las categorías:

Tabla 19: Categorías del método VIZIR en el carril derecho

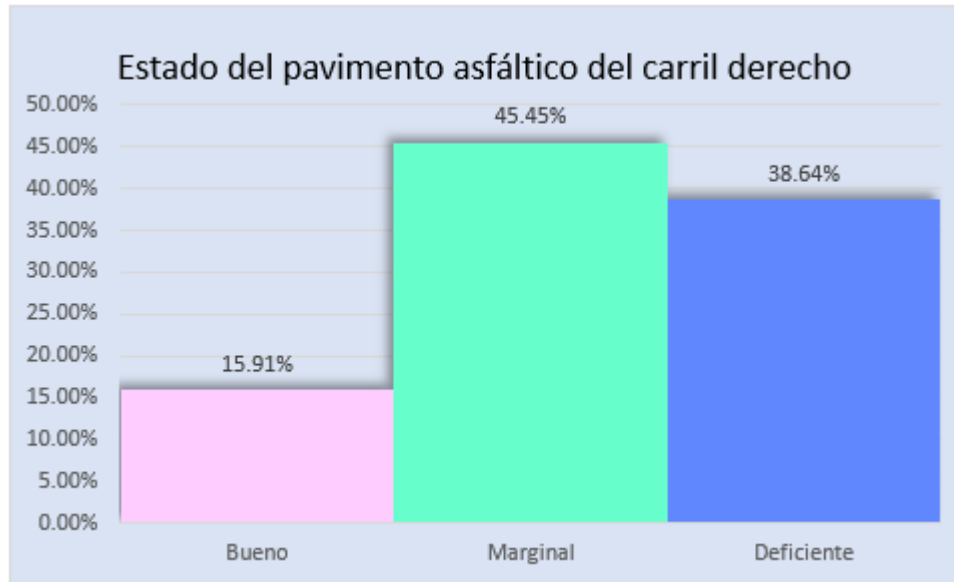
CATEGORIA	Nº DE MUESTRAS	PORCENTAJE
Bueno	7	15.91%
Marginal	20	45.45%
Deficiente	17	38.64%
TOTAL	44	100%

Nota: Elaboración propia

La Tabla 19, se aprecia 20 unidades de inspección que representa el 45.45% en condición MARGINAL y 17 muestras de inspección representan el 38.64% en condición DEFICIENTE y 7 muestras de

inspección representan el 15.91% en condición BUENO respectivamente; seguidamente, se muestra con mayor detalle en la figura 25.

Figura 25: Barra estadística del estado del carril derecho por VIZIR



Nota: Elaboración propia

4.2.2. Resultados VIZIR tramo de evaluación - carril izquierda

La vía de estudio comprende de una calzada de 7.00 m., una extensión total de 3270 m., área total de 22,890 m² y se registraron 44 unidades de muestreo, tal como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 20: Porcentaje de patologías tipo A que afecta al carril izquierdo - VIZIR

TIPO DE DAÑO	TOTAL DAÑO	% AREA DE DAÑO	% AREA TOTAL
Piel de cocodrilo	651.32	13.85%	2.85%
Bacheos y parcheos	520.43	11.07%	2.27%
Fisuras longitles. por fatiga	670.12	14.25%	2.93%
Ahuellto, depres. y hundtos	316.26	6.73%	1.38%
TOTAL DAÑOS TIPO A	2158.13	45.89%	9.43%

Nota: Elaboración propia

Dado que con estas patologías se calculan el índice de condición del pavimento (Is), (If) e (Id), los deterioros de Tipo A tienen mayor representación y respecto al deterioro de Tipo B en menor proporción.

Tabla 21: Porcentaje de patologías de tipo B que afecta al carril izquierdo - VIZIR

TIPO DE DAÑO	TOTAL DE DAÑO	% ÁREA DE DAÑO	% AREA TOTAL
Descascaramiento	38.12	0.81%	0.17%
Fisuras de contracción térmica	505.16	10.74%	2.21%
Fisuras parabólicas	98.66	2.10%	0.43%
Fisuras de borde	590.10	12.55%	2.58%
Pérdida de agregado	236.50	5.03%	1.03%
Pulimiento de agregado	154.18	3.28%	0.67%
Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla	48.68	1.04%	0.21%
Exudación	122.76	2.61%	0.54%
Desint. de bordes de pavimento.	750.14	15.95%	3.28%
TOTAL DAÑOS TIPO B	2544.3	54.11%	11.12%
TOTAL DAÑOS TIPO AY B	4702.43	100.00%	20.54%

Nota: Elaboración propia

Para entender mejor estos resultados, % EXTENSIÓN TOTAL significa el porcentaje que considera cada tipo de patología con respecto a la extensión total de la parte investigada, que equivale a 22,890 metros cuadrados, y % EXTENSIÓN DE DAÑO significa el porcentaje que cada tipo de patología con respecto a la totalidad de la extensión que equivale a 4,702.43 metros cuadrados.

La patología de mayor relevancia es del tipo A es la de piel de cocodrilo con un valor de 13.85 %, cuya causa es la falla por fatiga de la carpeta de asfalto bajo acción de cargas de transporte repetido y afectan



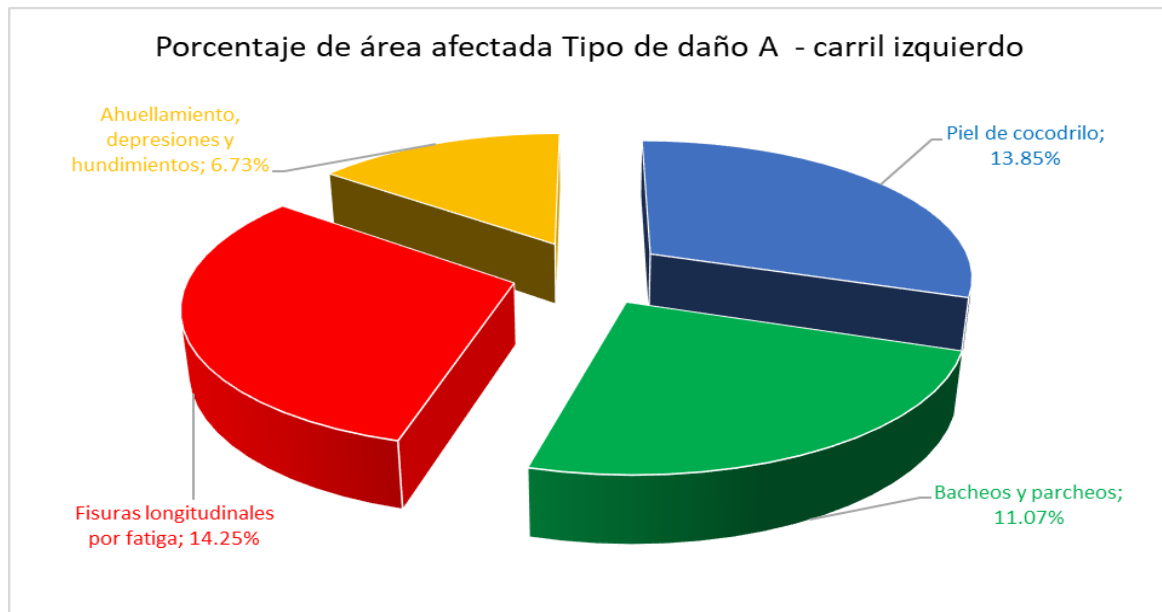
el Índice de Fisuración (I_f) para el cálculo del (I_s) en el estado del pavimento, el daño de fisuras longitudinales por fatiga 14.25% estas son producidas por fatiga.

Los daños por baches y parcheos son el segundo daño más resaltante de tipo A con un 11,07 %, en áreas afectadas fueron reemplazadas con nuevos materiales para reparar el pavimento original existente. La causa principal se debe a errores constructivos, defectos en el drenaje y el deterioro natural del pavimento.

Asimismo, en menor proporción se tiene daños de ahuellamiento, depresiones y hundimientos son considerados de tipo A que un con 6.73 % de la misma manera que los daños de bacheos y parcheos generan un impacto en el índice de deformación (I_d) para el cálculo del (I_s) en la condición actual del pavimento.

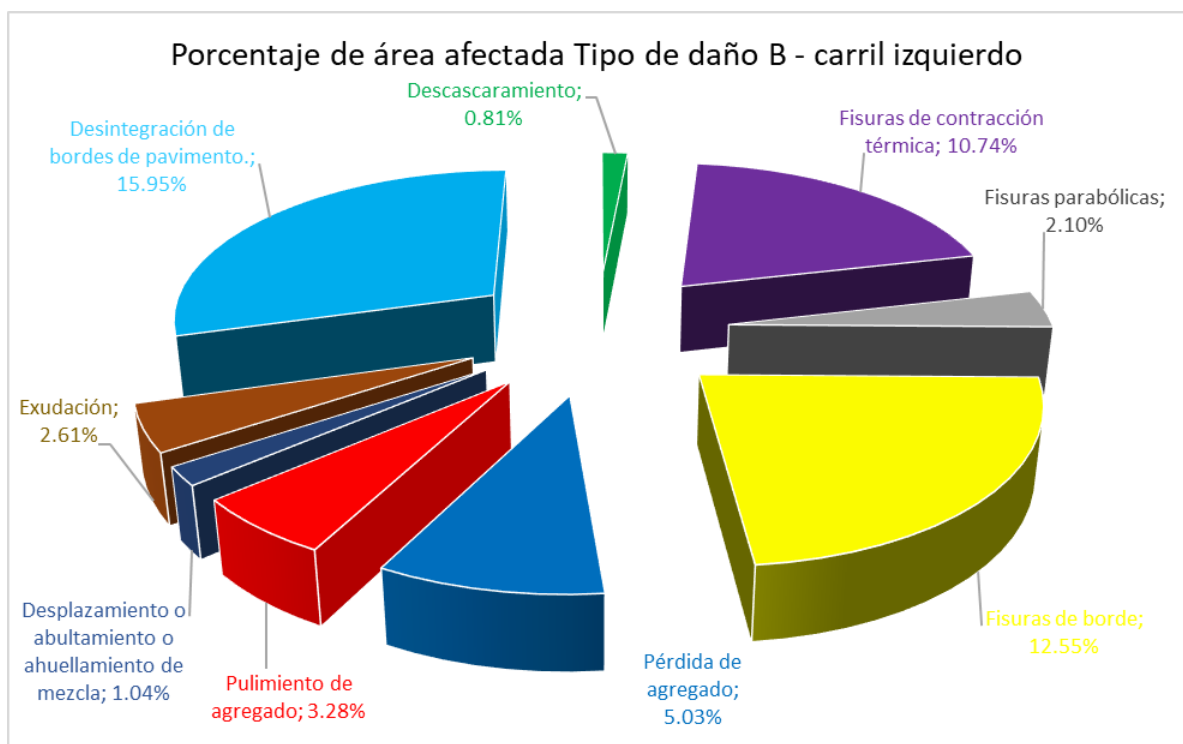
Finalmente, es el agrietamiento por contracción de calor con un 10.74% daño considerado de tipo B, este afecta al estado funcional y es causado por defectos estructurales. La figura 21 y figura 22 muestran estos resultados gráficamente.

Figura 26: Resultado de patologías de tipo A que afecta al carril izquierdo - VIZIR



Nota: Elaboración propia

Figura 27: Resultado de patologías de tipo B que afecta al carril izquierdo - VIZIR



Nota: Elaboración propia



Nótese que luego de aplicar el método VIZIR y clasificar de acuerdo al tipo de patología observados en el carril izquierdo, solo se consideran las patologías de tipo B.

La tabla 22 muestra el resumen del cálculo VIZIR en el carril izquierdo lo que describe el estado actual y la categoría de evaluación del pavimento respecto al índice de daño superficial.

Tabla 22: Resumen del cálculo VIZIR carril izquierdo

RESUMEN DE CALCULO VIZIR - CARRIL IZQUIERDO				
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL		
V-1	0+000	0+035	4	MARGINAL
V-3	0+070	0+105	5	DEFICIENTE
V-5	0+140	0+175	6	DEFICIENTE
V-7	0+210	0+245	5	DEFICIENTE
V-9	0+280	0+315	3	MARGINAL
V-11	0+350	0+385	6	DEFICIENTE
V-13	0+420	0+455	6	DEFICIENTE
V-15	0+490	0+525	3	MARGINAL
V-17	0+560	0+595	4	MARGINAL
V-19	0+630	0+665	6	MARGINAL
V-21	0+700	0+735	4	MARGINAL
V-23	0+770	0+805	5	DEFICIENTE
V-25	0+840	0+875	3	MARGINAL
V-27	0+910	0+945	5	DEFICIENTE
V-29	0+980	1+015	5	DEFICIENTE
V-31	1+050	1+085	4	MARGINAL
V-33	1+120	1+155	3	MARGINAL
V-35	1+190	1+225	3	MARGINAL
V-37	1+260	1+295	6	DEFICIENTE
V-39	1+330	1+365	3	MARGINAL
V-41	1+400	1+435	6	DEFICIENTE
V-43	1+470	1+505	3	MARGINAL
V-45	1+540	1+575	3	MARGINAL
V-47	1+610	1+645	3	MARGINAL
V-49	1+680	1+715	3	MARGINAL



RESUMEN DE CALCULO VIZIR - CARRIL IZQUIERDO				
UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL		
V-51	1+750	1+785	5	DEFICIENTE
V-53	1+820	1+855	3	MARGINAL
V-55	1+890	1+925	3	MARGINAL
V-57	1+960	1+995	4	MARGINAL
V-59	2+030	2+065	6	DEFICIENTE
V-61	2+100	2+135	3	MARGINAL
V-63	2+170	2+205	3	MARGINAL
V-65	2+240	2+275	5	DEFICIENTE
V-67	2+310	2+345	3	MARGINAL
V-69	2+380	2+415	5	DEFICIENTE
V-71	2+450	2+485	6	DEFICIENTE
V-73	2+520	2+555	3	MARGINAL
V-75	2+590	2+625	5	DEFICIENTE
V-77	2+660	2+695	6	DEFICIENTE
V-79	2+730	2+765	2	BUENO
V-81	2+800	2+835	2	BUENO
V-83	2+870	2+905	1	BUENO
V-85	2+940	2+975	1	BUENO
V-87	3+010	3+045	2	BUENO
VALOR PROMEDIO			3.98	MARGINAL

Nota: Elaboración propia

La Tabla 22 muestra que el método VIZIR arroja un valor promedio de 3.98 en el carril izquierdo, lo que indica una condición de superficie marginal.

La Tabla 23 proporciona un resumen general de las muestras inspeccionadas y de la misma manera el porcentaje de las categorías:

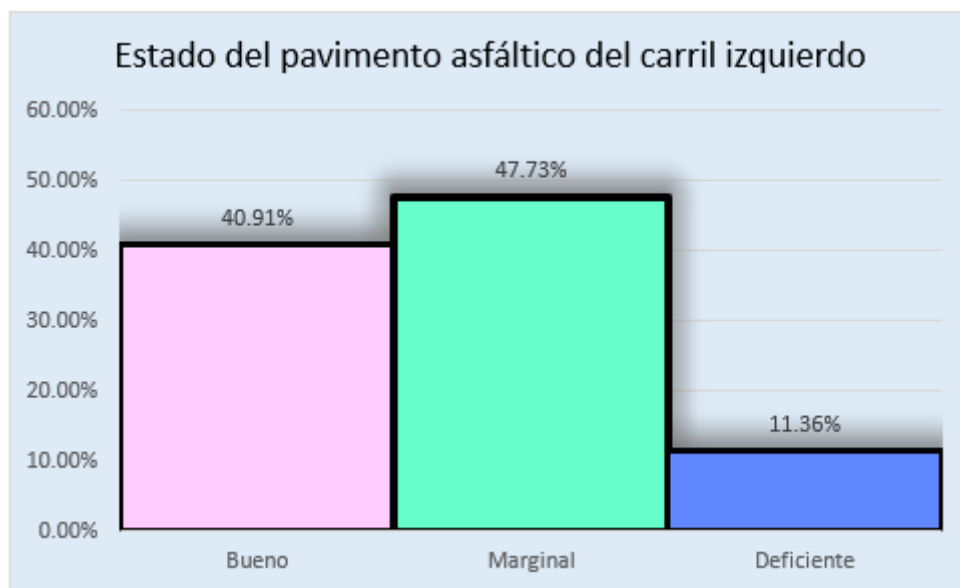
Tabla 23: Categoría según el método VIZIR - carril izquierdo

CATEGORIA	N° DE MUESTRAS	PORCENTAJE
Bueno	18	40.91%
Marginal	21	47.73%
Deficiente	5	11.36%
TOTAL	44	100%

Nota: Elaboración propia

De la tabla 23 se aprecia un total de 44 muestras, el 40.91% corresponde a una categoría BUENO que representa 18 muestras inspeccionadas, el 47.73% corresponde a una categoría MARGINAL que representa 21 muestras inspeccionadas y el 11.36% corresponde a una categoría DEFICIENTE que representa 5 muestras inspeccionadas. Dichos datos se detallan gráficamente en la siguiente figura.

Figura 28: Barra estadística del estado del carril izquierdo - VIZIR



Nota: Elaboración propia

4.3. Comparación de resultados de los métodos PCI y VIZIR.

4.3.1. Comparación del carril derecho PCI - VIZIR

Comparando los valores obtenidos de los dos métodos descritos en la Tabla 24, a continuación, se muestra el siguiente esquema:



Tabla 24: Esquema comparativo por los métodos PCI y VIZIR en el carril derecho.

UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR PCI	CLASIFICACIÓN	UND. DE MUESTRA	VALOR VIZIR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL					
P-1	0+000	0+035	55	REGULAR	V-1	6	DEFICIENTE
P-3	0+070	0+105	53	REGULAR	V-3	3	MARGINAL
P-5	0+140	0+175	48	REGULAR	V-5	3	MARGINAL
P-7	0+210	0+245	38	MALO	V-7	5	DEFICIENTE
P-9	0+280	0+315	42	REGULAR	V-9	4	MARGINAL
P-11	0+350	0+385	45	REGULAR	V-11	4	MARGINAL
P-13	0+420	0+455	35	MALO	V-13	5	DEFICIENTE
P-15	0+490	0+525	50	REGULAR	V-15	6	DEFICIENTE
P-17	0+560	0+595	55	REGULAR	V-17	5	DEFICIENTE
P-19	0+630	0+665	52	REGULAR	V-19	3	MARGINAL
P-21	0+700	0+735	46	REGULAR	V-21	4	MARGINAL
P-23	0+770	0+805	47	REGULAR	V-23	5	DEFICIENTE
P-25	0+840	0+875	34	MALO	V-25	3	MARGINAL
P-27	0+910	0+945	12	MUY MALO	V-27	5	DEFICIENTE
P-29	0+980	1+015	15	MUY MALO	V-29	5	DEFICIENTE
P-31	1+050	1+085	7	FALLADO	V-31	5	DEFICIENTE
P-33	1+120	1+155	48	REGULAR	V-33	3	MARGINAL
P-35	1+190	1+225	47	REGULAR	V-35	5	DEFICIENTE
P-37	1+260	1+295	50	REGULAR	V-37	3	MARGINAL
P-39	1+330	1+365	54	REGULAR	V-39	7	DEFICIENTE
P-41	1+400	1+435	33	MALO	V-41	5	DEFICIENTE
P-43	1+470	1+505	47	REGULAR	V-43	3	MARGINAL
P-45	1+540	1+575	46	REGULAR	V-45	5	DEFICIENTE
P-47	1+610	1+645	50	REGULAR	V-47	5	DEFICIENTE
P-49	1+680	1+715	40	MALO	V-49	3	MARGINAL
P-51	1+750	1+785	55	REGULAR	V-51	1	BUENO
P-53	1+820	1+855	55	REGULAR	V-53	3	MARGINAL
P-55	1+890	1+925	54	REGULAR	V-55	6	DEFICIENTE
P-57	1+960	1+995	28	MALO	V-57	5	DEFICIENTE
P-59	2+030	2+065	32	MALO	V-59	3	MARGINAL
P-61	2+100	2+135	35	MALO	V-61	3	MARGINAL
P-63	2+170	2+205	45	REGULAR	V-63	3	MARGINAL
P-65	2+240	2+275	48	REGULAR	V-65	2	BUENO
P-67	2+310	2+345	30	MALO	V-67	2	BUENO
P-69	2+380	2+415	10	FALLADO	V-69	1	BUENO
P-71	2+450	2+485	9	FALLADO	V-71	3	DEFICIENTE
P-73	2+520	2+555	45	REGULAR	V-73	3	MARGINAL
P-75	2+590	2+625	56	BUENO	V-75	5	DEFICIENTE



UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR PCI CLASIFICACIÓN		UND. DE MUESTRA	VALOR VIZIR CLASIFICACIÓN	
	INICIO	FINAL					
P-77	2+660	2+695	32	MALO	V-77	4	MARGINAL
P-79	2+730	2+765	40	MALO	V-79	1	BUENO
P-81	2+800	2+835	38	MALO	V-81	2	BUENO
P-83	2+870	2+905	58	BUENO	V-83	2	BUENO
P-85	2+940	2+975	58	BUENO	V-85	3	MARGINAL
P-87	3+010	3+045	57	BUENO	V-87	3	MARGINAL
VALOR PROMEDIO			41.68	REGULAR	3.75		MARGINAL

Nota: Elaboración propia

Comparando los resultados de la aplicación de estos métodos, podemos ver que el resultado promedio del método PCI es 41.68%, lo que indica que la extensión de la vía está en estado REGULAR. Por otro lado, el método VIZIR obtuvo una puntuación media de 3.75. Esto indica que el tramo de estudio se encuentra en estado MARGINAL. Esto muestra que existen similitudes entre estos dos métodos en la evaluación del carril derecho. Del mismo modo, estas dos técnicas de evaluación no tienen la misma clasificación.

4.3.2. Comparación del carril izquierdo PCI - VIZIR

De la siguiente tabla se muestra los resultados derivados de las 44 unidades de inspección del PCI y VIZIR, es así que en la tabla 25 se realiza una comparación de valores.

Tabla 25: Esquema comparativo por los métodos PCI y VIZIR en el carril izquierdo

UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR PCI	CLASIFICACIÓN	UND. DE MUESTRA	VALOR VIZIR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL					
P-1	0+000	0+035	52	REGULAR	V-1	4	MARGINAL
P-3	0+070	0+105	54	REGULAR	V-3	5	DEFICIENTE
P-5	0+140	0+175	48	REGULAR	V-5	6	DEFICIENTE
P-7	0+210	0+245	28	MALO	V-7	5	DEFICIENTE



UND. DE MUESTRA	PROGRESIVA		VALOR PCI	CLASIFICACIÓN	UND. DE MUESTRA	VALOR VIZIR	CLASIFICACIÓN
	INICIO	FINAL					
P-9	0+280	0+315	53	REGULAR	V-9	3	MARGINAL
P-11	0+350	0+385	45	REGULAR	V-11	6	DEFICIENTE
P-13	0+420	0+455	38	MALO	V-13	6	DEFICIENTE
P-15	0+490	0+525	36	MALO	V-15	3	MARGINAL
P-17	0+560	0+595	54	REGULAR	V-17	4	MARGINAL
P-19	0+630	0+665	46	REGULAR	V-19	6	MARGINAL
P-21	0+700	0+735	52	REGULAR	V-21	4	MARGINAL
P-23	0+770	0+805	32	MALO	V-23	5	DEFICIENTE
P-25	0+840	0+875	30	MALO	V-25	3	MARGINAL
P-27	0+910	0+945	8	FALLADO	V-27	5	DEFICIENTE
P-29	0+980	1+015	9	FALLADO	V-29	5	DEFICIENTE
P-31	1+050	1+085	9	FALLADO	V-31	4	MARGINAL
P-33	1+120	1+155	55	REGULAR	V-33	3	MARGINAL
P-35	1+190	1+225	52	REGULAR	V-35	3	MARGINAL
P-37	1+260	1+295	50	REGULAR	V-37	6	DEFICIENTE
P-39	1+330	1+365	53	REGULAR	V-39	3	MARGINAL
P-41	1+400	1+435	33	MALO	V-41	6	DEFICIENTE
P-43	1+470	1+505	47	REGULAR	V-43	3	MARGINAL
P-45	1+540	1+575	52	REGULAR	V-45	3	MARGINAL
P-47	1+610	1+645	50	REGULAR	V-47	3	MARGINAL
P-49	1+680	1+715	38	MALO	V-49	3	MARGINAL
P-51	1+750	1+785	55	REGULAR	V-51	5	DEFICIENTE
P-53	1+820	1+855	55	REGULAR	V-53	3	MARGINAL
P-55	1+890	1+925	50	REGULAR	V-55	3	MARGINAL
P-57	1+960	1+995	28	MALO	V-57	4	MARGINAL
P-59	2+030	2+065	32	MALO	V-59	6	DEFICIENTE
P-61	2+100	2+135	55	REGULAR	V-61	3	MARGINAL
P-63	2+170	2+205	45	REGULAR	V-63	3	MARGINAL
P-65	2+240	2+275	54	REGULAR	V-65	5	DEFICIENTE
P-67	2+310	2+345	42	REGULAR	V-67	3	MARGINAL
P-69	2+380	2+415	10	FALLADO	V-69	5	DEFICIENTE
P-71	2+450	2+485	24	MUY MALO	V-71	6	DEFICIENTE
P-73	2+520	2+555	23	MUY MALO	V-73	3	MARGINAL
P-75	2+590	2+625	41	REGULAR	V-75	5	DEFICIENTE
P-77	2+660	2+695	48	REGULAR	V-77	6	DEFICIENTE
P-79	2+730	2+765	54	REGULAR	V-79	2	BUENO
P-81	2+800	2+835	54	REGULAR	V-81	2	BUENO
P-83	2+870	2+905	44	REGULAR	V-83	1	BUENO
P-85	2+940	2+975	62	BUENO	V-85	1	BUENO
P-87	3+010	3+045	68	BUENO	V-87	2	BUENO
VALOR PROMEDIO			42.45	REGULAR		3.98	MARGINAL

Nota: Elaboración propia

Según el esquema comparativo del carril izquierdo de la tabla 25 se muestra los valores deducidos de los métodos superficiales, la calificación promedio para el método PCI es 42.45 lo que indica de regular condición,

mientras que una calificación promedio de 3.98 para el VIZIR que indica de condición marginal.

4.3.3. Comparación de los métodos PCI - VIZIR

- a) Las tablas No. 24 y No. 25, revelan que el rango de ponderación de estos dos métodos es diferente entre sí, pero también muestran semejanzas entre los resultados expuestos de cada procedimiento de inspección. Finalmente se tiene el indicador en la tabla No. 26.

Tabla 26: Condición total del pavimento de la vía llave - Ancasaya aplicando PCI y VIZIR

	PCI	CALIFICACIÓN	VIZIR	CALIFICACIÓN
Carril Derecho	41.68	REGULAR	3.75	MARGINAL
Carril Izquierdo	42.45	REGULAR	3.98	MARGINAL
Promedio	42.07	REGULAR	3.86	MARGINAL

Nota: Elaboración Propia

- b) Asimismo, se realiza una comparación estadística:

En las tablas 27 y 28 se aprecia que el 52% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango PCI de $[55 - 40>$ con una clasificación de Regular del carril derecho y un 45% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango VIZIR de $[3 - 4>$, con una clasificación marginal del carril derecho

Tabla 27: Tabla de frecuencias determinados por el PCI del carril derecho.

PCI				
Rango PCI	Frecuencia Absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulado
[100 - 85 >	0	0	0%	0%
[85 - 70 >	0	0	0%	0%
[70 - 55 >	4	4	9%	9%
[55 - 40 >	23	27	52%	61%
[40 - 25 >	12	39	27%	89%
[25 - 10 >	2	41	5%	93%
[10 - 0 >	3	44	7%	100%
	44		100%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla 28: Tabla de frecuencias determinados por el VIZIR del carril derecho.

VIZIR				
Rango VIZIR	Frecuencia Absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulado
[5 - 7 >	17	17	39%	39%
[3 - 4 >	20	37	45%	84%
[1 - 2 >	7	44	16%	100%
	44		100%	

Nota: Elaboración Propia

En las tablas 29 y 30 se aprecia que el 61% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango PCI de [55 – 40> con una clasificación de Regular del carril izquierdo y un 48% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango VIZIR de [3 – 4>, con una clasificación marginal del carril izquierdo. Estos resultados llevaron a un análisis más incisivo, permitiendo una comparación más detallada, por lo que se opta el método PCI debido a su notable ponderación.

Tabla 29: Tabla de frecuencias determinados por el PCI del carril izquierdo.

PCI				
Rango PCI	Frecuencia Absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
[100 - 85 >	0	0	0%	0%
[85 - 70 >	0	0	0%	0%
[70 - 55 >	2	2	5%	5%
[55 - 40 >	27	29	61%	66%
[40 - 25 >	9	38	20%	86%
[25 - 10 >	2	40	5%	91%
[10 - 0 >	4	44	9%	100%
	44		100%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla 30: Tabla de frecuencias determinados por el VIZIR del carril izquierdo.

VIZIR				
Rango VIZIR	Frecuencia Absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa acumulada
[5 - 7 >	18	18	41%	41%
[3 - 4 >	21	39	48%	89%
[1 - 2 >	5	44	11%	100%
	44		100%	

Nota: Elaboración Propia

4.4. Alternativas de solución

Como resultado del análisis del estado del pavimento se identificó que el tramo se encuentra en un estado gradual de deterioro, en tal sentido resulta ventajoso realizar acciones correctivas en el corto plazo, a fin de evitar con el tiempo empeore el deterioro.

En las tablas 31 y 32 se muestra propuestas de solución con el propósito de brindar procedimientos apropiados para intervenir en dicho tramo. Asimismo, este tipo de propuestas nos ayuda a identificar el tipo de tratamiento, ya sea con un mantenimiento rutinario o periódico.

Según el método PCI propone alternativas de tratamiento de acuerdo al estado actual del pavimento, para ello se presenta la siguiente tabla que resume las intervenciones que se deben realizar según su condición.

Tabla 31: Propuesta de intervención según metodología PCI

VALORACIÓN	CATEGORIA	TIPO DE INTERVENCIÓN
[100-85>	Excelente	Mantenim. rutinario y preventivo (sellado de fisuras, parches, lechadas asfálticas)
[85-70>	Muy Bueno	
[70-55>	Bueno	Mantenim. periódico
[55-40>	Regular	
[40-25>	Malo	Rehabilitación
[25-10>	Muy Malo	Construcción (Reemplazo de base granular y carpeta asfáltica)
[10-0>	Colapsado	

Nota: Norma ASTM D6433 (2020)

De la misma manera el método VIZIR propone alternativas de intervención y ayuda al investigador a seleccionar el tipo de actividad a realizar, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Tabla 32: Tipos de intervención según método VIZIR

Tratamientos previos	Actividades complementarias previas para garantizar un buen desempeño del pavimento
Restauración	Actividades para dar solución a daños funcionales del pavimento.
Refuerzo	Actividades para incorporar una capa superior en el pavimento mejorando la capacidad estructural del pavimento y corrigiendo daños superficiales
Reciclado	Actividades para reutilizar el material corrigiendo fallas superficiales
Reconstrucción	Reemplazar total o parcialmente la estructura del pavimento (considera cuando el Is esta entre 5 y 7)

Nota: INVIAS (2008)



4.5. Discusión de resultados

- A. En la presente investigación se evaluó el estado real del pavimento mediante los métodos de inspección, el cual se logró comparar sus procedimientos, resultados, similitudes y discrepancias entre los mismos, mediante el método VIZIR se obtuvo una calificación marginal y en el caso del método PCI se obtuvo una condición regular.
- B. Esta similitud de resultados guarda relación con la investigación realizada por parte de (García & Silvia, 2018), donde obtuvo resultados semejantes al evaluar la vía, obteniendo por el método VIZIR una calificación regular y referente al método PCI el primer tramo presenta una calificación regular y el segundo tramo una calificación buena, por lo tanto, se concluye que los dos métodos convergen y consideran planes de acción similares.
- C. Asimismo, en su trabajo realizado por (Martínez, 2022) evaluó la avenida Cutervo, determinando con el método PCI considera que es más conciso en el análisis de una falla. En tal modo, con el PCI logró obtener una calificación buena, con el método VIZIR obtuvo una calificación de condición marginal y finalmente se obtuvo que ambas metodologías son aptas y similares.
- D. De acuerdo a las investigaciones los resultados también discrepan unos de otros, y uno de los motivos principales es debido a las patologías que se considera en cada metodología, pues desde allí radica la evaluación y al tener diferencias entre las patologías inspeccionadas, repercute en resultados diferentes, tal es el caso del método VIZIR que desestima las fallas superficiales para su proceso de evaluación mientras que los métodos PCI sí lo incluyen dentro de las patologías a catalogar, pero en medidas distintas.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

Primera.- Empleando los métodos superficiales para la evaluación de las patologías del pavimento flexible de la vía llave – Ancasaya de la Región Puno; se llega a identificar las patologías superficiales, determinar la severidad, gravedad, extensión de fallas y finalmente se propone alternativas de solución planteadas por ambas metodologías.

Segunda. - De acuerdo a la evaluación realizada del tramo que comprende de la progresiva 0+000 hasta 3+270 de la vía llave – Ancasaya, los resultados obtenidos con ambos métodos VIZIR y PCI fueron similares en términos generales; sin embargo, se observaron diferencias notables con el análisis estadístico. En tal sentido, para el carril derecho se obtuvo una clasificación regular y/o marginal con un valor numérico (Is) de 3.75 según el método VIZIR y de la misma manera para el método PCI se obtuvo una clasificación regular con un valor de 41.68, mientras que para el carril izquierdo según VIZIR un valor numérico (Is) de 3.98 y para PCI en estado regular con un valor de 42.45.

Estos métodos de observación examinan la condición real de la superficie de una manera integral y confiable a partir del registro de patologías, por ello se realizó un promedio de ambos carriles lo que se obtiene según el cálculo del manual de VIZIR una clasificación media de 3.86 que establece en estado marginal, asimismo en



cuanto a la metodología PCI asigna una clasificación regular con un valor promedio en ambos carriles de 42.07 %.

Según el análisis estadístico se llegó a que el 52% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango PCI de $[55 - 40>$ con una clasificación de Regular del carril derecho y un 45% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango VIZIR de $[3 - 4>$, con una clasificación marginal del carril derecho, asimismo, el 61% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango PCI de $[55 - 40>$ con una clasificación de Regular del carril izquierdo y un 48% de las patologías de la vía llave – Ancasaya se encuentra en un rango VIZIR de $[3 - 4>$, con una clasificación marginal del carril izquierdo. Estos resultados llevaron a un análisis más incisivo, permitiendo una comparación mas detallada, por lo que se opta el método PCI debido a su notable ponderación.

Tercera. - Para el reconocimiento de las patologías se determinó por carril derecho y carril izquierdo. En el carril derecho las patologías más relevantes son: la piel de cocodrilo 16.79%, grietas longitudinales 15.27%, grietas transversales 13.03%, grietas de borde 13.88%, agrietamiento en bloque 12.40%, parcheo 10.89%. Y las patologías menos representativas son: ahuellamiento 6.83%, pulimiento de agregados 4.80%, exudación 2.66%, fisuras parabólicas 1.80%, abultamiento y hundimiento 1.47% y huecos 0.17% según el registro de daños por el método PCI, asimismo en el carril izquierdo las patologías de mayor representación son: grieta longitudinal 14.31%,



piel de cocodrilo 13.91%, grieta de borde 12.60%, parcheo 11.11%. Y las patologías de menor representación son: grieta transversal 7.52%, ahuellamiento 6.75%, pulimiento de agregados 3.29%, fisuras parabólicas 1.84%, abultamiento y hundimiento 1.04% y huecos 0.09%. Por otro lado, en el carril derecho según el método VIZIR las patologías son: la piel de cocodrilo 33.72%, fisuras longitudinales 30.67%, bacheos y parcheos 21.88%, ahuellamiento, depresiones y hundimientos 13.73%; en el carril izquierdo fisuras longitudinales 31.05%, la piel de cocodrilo 30.18%, bacheos y parcheos 24.14%, ahuellamiento, depresiones y hundimientos 14.65%.

Cuarta. - Finalmente comparando ambos métodos se llega a lo siguiente:

Las alternativas se disponen a partir de los resultados obtenidos de los métodos de evaluación superficial en el tramo llave – Ancasaya, para el PCI implica de un mantenimiento periódico y para el VIZIR se requiere de un refuerzo o reciclado del pavimento.

Por otro lado, el PCI es más exacto de acuerdo a su valoración ya que fluctúa desde 0 para un pavimento fallido hasta 100 para un pavimento excelente. La complejidad de esta metodología se debe a su necesidad de realizar cálculos para definir la condición funcional, que se deben tomar de las curvas de valores deducidos para determinar la gravedad del daño, es así que se requiere de un tiempo previsto; en cambio con el VIZIR resultó ser más simple debido a su limitado calificación que incluye de un rango 1-2 pavimentos en buen estado, 3-4 en condiciones marginales y 5-6-7 en condiciones deficientes, por tanto este último requiere de un menor tiempo.



RECOMENDACIONES:

- Primera.** - Se recomienda un control constante con dichas metodologías para que se pueda prever e identificar oportunamente el estado del pavimento y mediante ello proponer el tipo de tratamiento, ya sea con el mantenimiento de la carretera y/o rehabilitación.
- Segunda.** - Considerar la propuesta presentada en esta investigación como un enfoque alternativo para aumentar el horizonte de vida del pavimento.
- Tercera.** - Se recomienda realizar una inspección ocular de patologías y tomar fotografías durante el día para que las patologías presentes sean claramente visibles, ya que, si se realiza en días oscuros, podrían pasar desapercibidas afectando la confiabilidad de los resultados.
- Cuarta.** - Para lograr resultados precisos y completos, el uso del método PCI es necesario ya que abarca una evaluación integral y considera todas las patologías sin descuidar las demás.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apolinario, E. (2012). *Innovación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Arones, M., & Canchanya, P. (2019). *Evaluación del pavimento flexible de la avenida La Marina entre avenidas 28 de Julio y Los Rosales en Punchana*. Universidad Científica del Perú.
- ASTM D 5340. (2005). *Índice de condición de pavimentos en aeropuertos (PCI)*.
- ASTM D 6433. (2003). *Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos*.
- Barrena, J. (2014). *Fallas en pavimento flexibles: Causas, efectos y soluciones*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.
- Burgos, M., & Paredes, D. (2020). *Análisis comparativo de los métodos PCI, VIZIR y MTC sobre el pavimento flexible en las principales vías de acceso al sector Los Álamos -PPAO, Nuevo Chimbote*. Universidad Andina del Cusco.
- Cabrera, V. (2022). *Análisis comparativo de la aplicación de metodologías VIZIR y PCI, en la evaluación superficial del pavimento urbano en el cercado de la ciudad de Tumbán, distrito de Tumbán, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Castillo, E. (29 de octubre de 2016). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/castilloaroni/gua-metodologica-para-el-diseo-de-obras-de-rehabilitacin-de-pavimentos-asfálticos-de-carreteras>
- Ceron, V. (2006). *Evaluación y Comparación de Metodologías Vizir y PCI sobre el tramo de vía en pavimento flexible y rígido de la vía: Museo Quimbaya - CRQ Armenia Quindío (PR 00+000 - PR 02+600)*. Colombia: UNC.
- Chang, C. (2005). *Evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro*. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Chasoy, L., & Gaitan, S. (2022). *Evaluación de las condiciones patológicas actuales del pavimento desde la carreta 32 con calle 36 hasta la carrera*



- 32 con calle 41 del sector centro de la ciudad de Villavicencio Meta. Universidad Cooperativa de Colombia.
- Chavez, S., & Cusquisiban, E. (2017). *Planteamiento de estrategias de rehabilitación del pavimento flexible aplicando la metodología VIZIR, para la optimización de recursos en la avenida 225 (Ventanilla - Lima)*. Lima: USMP.
- Coila, O., & Ticona, W. (2021). *Análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de las fallas del pavimento flexible de la carretera Atuncolla - complejo arqueológico Sillustani – Puno, 2021*. Universidad Cesar Vallejo.
- Condori, N., & Goyzueta, S. (19 de Junio de 2019). *Propuesta de estrategias de intervención del pavimento flexible, aplicando las metodologías PCI, VIZIR y PSI, en el tramo paradero grifo mobil–ciencias de la salud de la Universidad Andina de la prolongación Av. de la cultura – Av. Manco Capac-Prolong*. Obtenido de Repositorio de tesis. Universidad Andina del Cusco: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2857>
- Cordova, D., & Mechato, J. (2020). *Análisis comparativo de los métodos PCI y VIZIR aplicados en el mejoramiento del pavimento flexible de la avenida Circunvalación de Sullana - Piura*. Universidad Cesar Vallejo.
- Correa, M., & Del Carpio, L. (08 de Julio de 2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jiron los incas de piura*. Obtenido de Repositorio de tesis. Universidad de Piura: <https://pirhua.udep.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/ed5dcd14-047e-4049-b64d-afa7c5dace8d/content>
- Corros, M. (2009). *Manual de herramientas para la evaluación funcional y estructural de pavimentos flexibles (Manual)*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Cusi, E. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en la carretera: emp.pe–3s (puno)–vilque–mañazo-emp.pe-34a huataquita del Departamento de puno (km 0+00 al km 10+00)*. Universidad Andina Nestor Cáceres Velasquez.
- Esteban, W. (2016). *Comparación de las metodologías VIZIR y PCI con fines de intervención en la carretera PE - 18A tramo Km 15+100 - Km 25+306*. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.



- García, D., & Silvia, D. (2018). *Análisis comparativo de metodologías de evaluación VIZIR y PCI (parte b), aplicado a la estructura de pavimento de una vía urbana, en el barrio chicó nore (Localidad Chapinero)*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Gonza Ccopa, D. (2016). *Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca*. Juliaca: UPEU.
- Huilcapi, V., & Pucha, K. (2015). *Análisis comparativo de los métodos de evaluación funcional de pavimentos flexibles en las vías García Moreno y panamericana sur del cantón Colta – provincia de Chimborazo*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Ivellise, T. (2019). *Evaluación del estado del pavimento asfáltico aplicando los métodos PCI y VIZIR para proponer alternativas de mantenimiento Av. Canto Grande*. Universidad Ricardo Palma.
- Laboratorio Central de Puentes y Carreteras. (1991). *VIZIR: Método asistido por ordenador para estimar las necesidades de mantenimiento de una red viaria*. LPCP, Paris.
- Lanado, M., & Cabrera, J. (2022). *Análisis comparativo entre la evaluación superficial del pavimento mediante las metodologías PCI y VIZIR como método directo y el uso de RPA como método indirecto en la carretera PE3s, tramo Quiquijana – Cusipata, 2022*. Universidad Andina del Cusco.
- Leguía, P., & Pacheco, H. (2016). *Evaluación Superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arriales: Cincuentenario, colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)*. Lima: USMP.
- Limonés, P. (2021). *Evaluación de los pavimentos flexibles por los métodos PCI y VIZIR*. La libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Manual de la inspección visual de pavimentos flex. (2018). *Ministerio de transportes*. Bogotá: Colombia.
- Martínez, M. (2022). *Análisis comparativo de la evaluación de pavimento flexible utilizando los métodos PCI y VIZIR en la Avenida Cutervo, Ica*. Universidad Cesar Vallejo.
- Medina A., & De la Cruz , M. (2015). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible del Jr. Jose Galvez del Distrito de Lince Aplicando el Metodo del PCI*. Lima: Lumberas.



- Melo, R. (28 de setiembre de 2015). *Manual de diseño geometrico de carreteras INVIAS*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/282985645/Manual-de-Diseno-Geometrico-de-Carreteras-INVIAS-2008-1-pdf>
- Ministerio de transporte, I. d. (2006). *Manual para la Inspección visual de pavimentos flexibles*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras del Perú, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en su sección suelos y pavimentos*.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). *Actualización del inventario de arácter básico de la red vial departamental o regional*. Lima: Los angeles.
- Morales, M. (2019). *Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca*. Universidad Peruana Unión.
- Murga, C., & Zerpa, R. (2019). *Determinación del estado de conservación superficial del pavimento flexible aplicando los métodos del PCI y VIZIR en la avenida Costa Rica y prolongación Cesar Vallejo, Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Ruda, Y., & Diaz, A. (2022). *Análisis comparatiivo de las metodologías PCI-VIZIR aplcada en pavimento flexible de la Av. Metropolitana - Ate Vitarte*. Lima: Universidad Tecnológica del Perú.
- Sanchez, J., & Vibuenta, H. (2017). *Análisis comparativo entre metodologías "VIZIR" y "PCI" para la auscultación visual de pavimento flexible en la ciudad de Bogotá*. Universidad Santo Tomas.
- Soto, G. (18 de setiembre de 2018). *Grado de deterioro de los pavimentos flexibles en la Ciudad de Puno con fines de aplicación de un Programa de mantenimiento y Reparación Sostenible*. Obtenido de Repositorio de tesis, Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1473>
- Varela, L. (2002). . *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfalticos y de concreto en carreteras*. Manizales: Publicaciones estructurales.



Yangali, W. (2021). *Evaluación de la condición actual del pavimento flexible del jirón José Pardo en el distrito de Chilca y pronicia Huancayo - Junín*.
Universidad Peruana Los Andes.



PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	UNIDAD DE ANÁLISIS	
E S P E C I F I C O S	pavimento flexible por el método VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno?	pavimento flexible por el método VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno.	de la vía llave – Ancasaya; según el método VIZIR tendrá una calificación marginal y de acuerdo al método PCI será regular.		flexible	<ul style="list-style-type: none"> Índice de deterioro superficial (Is). Calificación de daño 		ENFOQUE: Cuantitativo TIPO: Aplicativo NIVEL: Descriptivo. DISEÑO: No experimental.
	¿Se podrá evaluar e identificar las patologías del pavimento flexible por los métodos VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno?	-Evaluar e Identificar las patologías del pavimento flexible por el método VIZIR y PCI de la vía llave – Ancasaya de la región Puno.	Mediante las metodologías VIZIR y PCI se podrá evaluar e identificar las patologías superficiales del pavimento flexible.	Variable Independiente: Evaluación de las patologías por los métodos VIZIR y PCI	Grado de Severidad de las patologías.	Indicadores: <ul style="list-style-type: none"> Nivel de severidad. Calificación de daño. 	Ficha de recolección de datos	
	¿Cuál de las metodologías propone una mejor alternativa de solución, a partir del diagnóstico y la condición superficial?	- Comparar los resultados de ambas metodologías para proponer una alternativa de solución viable.	Comparando los resultados obtenidos entre ambas metodologías en la evaluación de la condición del pavimento flexible, el método que mejor alternativa propone será el PCI.		Comparar metodologías	Valor Cualitativo Valor Cuantitativo	Ficha de recolección de datos	



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 26-08-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: DULIO MAMANI HUANACUNI

Dirección: AV. ENRIQUE GALLEGOS N° 1031

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46972577

Teléfono: 961878277 email: duliompm@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERIA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS SUPERFICIALES

EN LA EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO

FLEXIBLE DE LA VÍA ILAVE- ANCASAYA DE LA REGIÓN PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): PAVIMENTO FLEXIBLE, PATOLOGÍAS, CONDICIÓN, DAÑOS

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

2

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

Firma de Autor



huella digital

26-08-2024

Fecha