



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO
MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION
INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO
DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO
MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION
INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO
DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. EFRAIN PARILO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

ASESOR DE TESIS

:


Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 440-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de setiembre de 2024.

VISTOS:

El **INFORME N° 097-2024-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°998-2023 de fecha 20 de setiembre de 2023 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en **Ingeniería Civil** y;

CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023**, 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** : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**
- * **Asesor** : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**

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: **ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : miércoles 18 de setiembre de 2024
- * **HORA** : 08:00
- * **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.

Cc.
Arch. 2024
Interesado
Escuela Profesional



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

[Handwritten Signature]

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

[Handwritten Signature]

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 95531



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 998-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 20 de setiembre de 2023

VISTOS:

El **INFORME N° 596-2023-D-UI-FICP-UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniero Civil, **INFORME N° 096-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniero Civil, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 163-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **27 de abril de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **12 de setiembre de 2023** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el tema titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

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 Ingeniero 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** : **Mgr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 773-2023, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

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: **ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

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 Ingeniero Civil.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniero Civil, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgr. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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 Ingeniero Civil, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
archivo 2023
interesado (s)



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

Mgr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARIO ACADÉMICO
CIP. 35931



RESOLUCIÓN DECANAL N° 163-2023-D-FICP-UANCV

Juliaca, 27 de abril 2023

VISTOS:

El, **INFORME N° 058-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 009-2023-UI-CI-EPIC-FICP-UANCV** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 015-2023-UANCV-FICP-UI-CI** 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 18 de abril de 2023, para optar el Título Profesional de Ingeniería Civil, con el tema titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bachiller: **ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023**, 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: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023**, 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: **ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023.**

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. MILTHON QUISPE HUANCA**.

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 C. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



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

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
SECRETARÍA ACADÉMICO
CIP. 95531



EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	9%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1%




Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	Erick Vilcapaza Zeballos
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71042961
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-9019-8931
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Milthon Quispe Huanca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4219-1007
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: San Román Distrito: Juliaca Latitud: S 15° 29' 27" Longitud: O 70° 07' 37"</p>  <p>https://maps.app.goo.gl/PAEvsH2rCuSSncP6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Abril 2023 - Setiembre 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> <p>Ingeniería estructural y municipal https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.04</p>



Dr. Efraim Patilla Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS, identificado con DNI Nro. 71042961, en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

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

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023

Asesorado por: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 23 de octubre del 2024

Firma del Asesor (obligatoria)

Firma del Estudiante (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Esta tesis de investigación está dedicada en primer lugar a la entidad divina, que me guía y me salvaguarda, y a mis padres, que me han proporcionado constantemente un apoyo inquebrantable y han establecido en mí principios esenciales. Por encima de todo, me han transmitido el significado de la vida, el amor, el trabajo y el desinterés.

Quisiera expresar mi gratitud a mis hermanos, que siempre me han prestado su apoyo moral, así como a mis amigos y a todos los que han contribuido con su ayuda a que esta empresa se lleve a cabo con éxito.



AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi gratitud al creador por concederme la oportunidad de embarcarme en esta importante empresa, a mis padres por su inquebrantable apoyo y a mi extensa familia por su inestimable contribución a la culminación con éxito de este proyecto. Me gustaría expresar mi más sincera gratitud a todos los estimados educadores de nuestro distinguido programa de ingeniería civil. Las personas que difundieron sus conocimientos y experiencias profesionales.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTOii

ÍNDICE GENERALiii

ÍNDICE DE TABLAS.....vii

ÍNDICE DE FIGURAS.....viii

RESUMEN..... x

ABSTRACTxi

INTRODUCCIÓN.....xii

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática..... 1

1.2 Planteamiento del problema..... 2

 1.2.1 Problema general..... 2

 1.2.2 Problemas específicos 2

1.3 Objetivos de la Investigación..... 3

 1.3.1 Objetivo general 3

 1.3.2 Objetivos específicos 3

1.4 Justificación del estudio 3

 1.4.1 Justificación técnica 3

 1.4.2 Justificación económica 4

 1.4.3 Justificación social 5

 1.4.4 Justificación ambiental 6

1.5 Hipótesis de la Investigación 7

 1.5.1 Hipótesis general 7

 1.5.2 Hipótesis específicas..... 7

1.6 Variables e Indicadores..... 8

 1.6.1 Variable Independiente 8

 1.6.2 Variable dependiente 8

1.7 Operacionalización de Variables 9

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación..... 10



2.1.1	Antecedente Local	10
2.1.2	Antecedentes nacionales	11
2.1.3	Antecedentes internacionales	12
2.2	Bases Teóricas	13
2.2.1	Definición de Pavimento.....	13
2.2.2	Clasificación de pavimentos.....	16
2.2.2.1	Pavimento flexible	17
2.2.2.2	Pavimento semi-rígido	19
2.2.2.3	Pavimento rígido	21
2.2.2.4	Pavimentos articulados	25
2.2.3	Serviciabilidad de pavimentos	27
2.2.4	Tipos de fallas de pavimentos	30
2.2.4.1	Fallas de superficie	30
2.2.4.2	Fallas estructurales.....	33
2.2.5	Fallas superficiales en el pavimento rígido.....	35
2.2.5.1	Blowup buckding.....	35
2.2.5.2	Grieta de esquina.....	37
2.2.5.3	Losa dividida	40
2.2.5.4	Grieta de durabilidad "D"	42
2.2.5.5	Escala (dislocamiento).....	45
2.2.5.6	Daño del sello de la junta.....	47
2.2.5.7	Desnivel carril/berma	50
2.2.5.8	Grietas lineales	52
2.2.5.9	Parche y acometidas de servicios públicos	55
2.2.5.10	Pulimento de agregados	58
2.2.5.11	Popouts (desprendimiento)	60
2.2.5.12	Bombeo	63
2.2.5.13	Punzonamiento	65
2.2.5.14	Cruce de vía férrea	65
2.2.5.15	Desconchamiento, mapa de grietas craquelado.....	66
2.2.5.16	Grietas de retracción.....	66
2.2.5.17	Descascaramiento de esquina	67
2.2.5.18	Descascaramiento de junta.....	67
2.2.6	Evaluación superficial de pavimentos.....	68
2.2.7	Índice de condición de un pavimento (PCI)	68
2.2.8	Procedimiento de evaluación de condición.....	69
2.2.9	Cálculo de PCI	70



2.2.10 Resistencia a la compresión del concreto	71
2.3 Marco conceptual.....	71
2.3.1 Pavimento.....	71
2.3.2 Grieta de esquina.....	72
2.3.3 Pulimento de agregados	72
2.3.4 El bombeo.....	72
2.3.5 Losa	73
2.3.6 Concreto	73
2.3.7 Resistencia a la compresión.....	74
2.3.8 Agrietamiento.....	74
2.3.9 Esclerómetro.....	75
2.3.10 Durabilidad.....	75

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método de investigación.....	77
3.2 Diseño de investigación	77
3.3 Población y Muestra.....	78
3.3.1 Población	78
3.3.2 Muestra.....	79
3.4 Técnicas, Instrumentos	79
3.4.1 Técnicas.....	79
3.4.2 Instrumentos	79
3.5 Procedimiento	81
3.6 Método de análisis	84

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de resultados obtenidos	86
4.1.1 Resultados del flujo de tránsito vehicular	86
4.1.1.1 Flujo del tránsito vehicular diario.....	86
4.1.1.2 Flujo del tránsito vehicular horario.....	87
4.1.2 Resultados de tipos de fallas superficiales y niveles de severidad del pavimento rígido	88
4.1.3 Resultados de determinación de valor PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido	103
4.2 Discusión	106



CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES.....	109
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110
ANEXOS.....	112



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	9
Tabla 2 Escala de calificación de serviciabilidad del pavimento	28
Tabla 3 Índice de condición del pavimento y rating de condición del pavimento.....	69
Tabla 4 Clasificación por el método de PCI	85
Tabla 5 Cuantificación total y porcentual de fallas segmento de falla 21-30	98
Tabla 6 Cuantificación total y porcentual de fallas segmento de falla 31-39	99
Tabla 7 Cantidad y porcentaje de fallas identificadas	100
Tabla 8 Cantidad de losas afectadas según fallas.....	100
Tabla 9 Cuantificación de Niveles de Severidad-Falla Grieta de esquina	101
Tabla 10 Cuantificación de Niveles de Severidad-Falla Grieta Lineal	102
Tabla 11 Cuantificación de Niveles de Severidad – Falla: Retracción	102
Tabla 12 Niveles de Severidad porcentual – retracción	103
Tabla 13 PCI de los unidades de muestreo evaluadas	104



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Paquete estructural	15
Figura 2 Sección típica Transversal pavimento flexible	19
Figura 3 Sección típica transversal pavimento rígido	24
Figura 4 Sección típica transversal pavimento articulado	27
Figura 5 Esclerómetro	75
Figura 6 Curvas para pavimentos de concreto (Ábacos)	84
Figura 7 Grafico de valores deducidos corregidos para pavimentos de concreto.	85
Figura 8 Flujo del tránsito en la semana.....	87
Figura 9 Flujo del tránsito por hora del día	87
Figura 10 Fallas identificadas en unidad de muestreo 01	89
Figura 11 Fallas identificadas en unidad de muestreo 02.....	89
Figura 12 Fallas identificadas en unidad de muestreo 03.....	90
Figura 13 Fallas identificadas en unidad de muestreo 04.....	90
Figura 14 Fallas identificadas en unidad de muestreo 05.....	91
Figura 15 Fallas identificadas en unidad de muestreo 06.....	91
Figura 16 Fallas identificadas en unidad de muestreo 07.....	92
Figura 17 Fallas identificadas en unidad de muestreo 08.....	92
Figura 18 Fallas identificadas en unidad de muestreo 09.....	93
Figura 19 Fallas identificadas en unidad de muestreo 10.....	93
Figura 20 Fallas identificadas en unidad de muestreo 11	94
Figura 21 Fallas identificadas en unidad de muestreo 12.....	94
Figura 22 Fallas identificadas en unidad de muestreo 13.....	95
Figura 23 Fallas identificadas en unidad de muestreo 14.....	95
Figura 24 Fallas identificadas en unidad de muestreo 15.....	96
Figura 25 Fallas identificadas en unidad de muestreo 16.....	96
Figura 26 Fallas identificadas en unidad de muestreo 17.....	97
Figura 27 Fallas identificadas en unidad de muestreo 18.....	97
Figura 28 Niveles de Severidad porcentual - Falla Grieta de Esquina.....	101
Figura 29 Niveles de Severidad porcentual - Falla Grieta Lineal	102



Figura 30 Estados porcentual Condición del Pavimento	105
Figura 31 Estados de Condición de unidades de Muestreo según clasificación de estado	105
Figura 32 Clasificación PCI: Jirón Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. Jose Domingo Choquehuanca	106



RESUMEN

La presente investigación que se denominada "Evaluación superficial del pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index del Jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023", en el que se tiene como objetivo fundamental el de evaluar el estado operativo actual del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro, específicamente entre las calles Circunvalación y José Domingo Choquehuanca. Los hallazgos derivados de las muestras recolectadas revelan la presencia de fallas identificadas a lo largo de la carretera, específicamente en las localizaciones numeradas N° 22, 23, 28, 29, 31, 34, 38 y 39. Entre estas fallas, las más prevalentes son las fallas por grietas lineales, que representan el 43,40% del total, seguidas por las fallas por losas partidas con el 27,31%, las fallas por parches grandes con el 17,82%, las fallas por grietas en esquinas con el 7,87% y las fallas por pulido de agregados con el 30,21% en términos de niveles de severidad. Según los datos, el 38,37% de los fallos se clasifican como de gravedad alta (nivel H), el 41,04% como de gravedad media (nivel M) y el 20,62% como de gravedad baja (nivel L). Esta distribución sugiere que la mayoría de los fallos se producen en distintos niveles de gravedad, a saber, bajo, medio y alto. En cuanto al Índice de Condición del Pavimento (ICP) de la carretera Jirón Francisco Pizarro de nuestra ciudad, se mide en 40,7. Este valor categoriza a la vía en una condición de calidad regular. En consecuencia, es necesario intervenir oportunamente a través del mantenimiento rutinario y periódico a fin de mejorar la serviciabilidad de la vía para la población que depende de ella.

Palabras Claves: Pavimento Rígido, Índice de Condición de Pavimento, Alternativa de Intervención.



ABSTRACT

The present investigation is called "Surface evaluation of the rigid pavement using the Pavement Condition Index method of Jirón Francisco Pizarro in the city of Juliaca, year 2023", in which the fundamental objective is to evaluate the current operational state of the rigid pavement of Jirón Francisco Pizarro, specifically between Circunvalación and José Domingo Choquehuanca streets. Findings from the collected samples reveal the presence of failures identified along the road, specifically at locations numbered No. 22, 23, 28, 29, 31, 34, 38 and 39. Among these failures, the most prevalent are linear crack failures, accounting for 43.40% of the total, followed by split slab failures with 27.31%, large patch failures with 17.82%, corner crack failures with 7.87% and aggregate polishing failures with 30.21% in terms of severity levels. According to the data, 38.37% of the failures are classified as high severity (level H), 41.04% as medium severity (level M) and 20.62% as low severity (level L). This distribution suggests that most failures occur at different levels of severity, namely, low, medium and high. As for the Pavement Condition Index (ICP) of the Jirón Francisco Pizarro highway in our city, it is measured at 40.7. This value categorizes the road in a regular quality condition. Consequently, it is necessary to intervene promptly through routine and periodic maintenance in order to improve the serviceability of the road for the population that depends on it.

Key words: Rigid Pavement, Pavement Condition Index, Intervention Alternative.



INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación denominado: "EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL METODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023", tiene el propósito de realizar una evaluación estructural y superficial del pavimento rígido, mediante las recomendaciones del método AASHTO 1993 y método PCI 1984, los mismo que son métodos recomendados por la norma técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, como una solución para el desarrollo de la ciudad de Juliaca.

El trabajo se justificó debido a que la zona en mención ante las evidencias de fisuras longitudinales y transversales de la vía en estudio del jr. Francisco Pizarro.

Este estudio incorpora aspectos metodológicos y procedimientos inherentes al proceso de investigación científica. Se prevé el cumplimiento de las normas señaladas por la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, específicamente las pertenecientes a la Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil.

Capítulo I: El tema de investigación se analiza dentro de un marco teórico, en el que se plantea una pregunta en el proceso de elaboración del problema de investigación. A continuación, se definen los objetivos y se justifica la importancia técnica y económica del estudio. La combinación de estos diversos elementos contribuye colectivamente a la formulación de una hipótesis.

Capítulo II: Este capítulo abarcará el marco teórico, que comprende los conocimientos fundamentales que constituyen la base de la presente investigación. Incorporará un marco teórico exhaustivo que englobe todas las teorías pertinentes relativas al tema de interés. Además, proporcionará una comprensión del estudio y presentará un marco conceptual que es crucial para una comprensión adecuada de la terminología empleada en la investigación.



Capítulo III: La secuencia del estudio se delineó exhaustivamente, incluyendo una clasificación de su tipo de investigación, junto con una relación detallada de las pruebas y/o ensayos realizados. La investigación se llevó a cabo con el propósito de alcanzar los objetivos predeterminados.

Capítulo IV: El presente capítulo, titulado "Análisis de los resultados", acomete el examen y la evaluación tanto de los resultados obtenidos visualmente como de los que han sido validados mediante análisis de laboratorio. En la sección de conclusiones se recomienda la inclusión de apéndices, ideas y referencias que se han examinado a lo largo del estudio.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Análisis de la situación problemática

En el año 2023, se realiza un examen y análisis integral del estado existente de los pavimentos de la ciudad de Juliaca, ubicada en la Provincia de San Román dentro de la Región Puno. Esta evaluación tiene como objetivo realizar una evaluación exhaustiva de la integridad estructural de los pavimentos presentes en la mencionada ciudad. El presente estudio tiene como objetivo realizar una evaluación estructural de los pavimentos de la ciudad de Juliaca, enfocándose específicamente en la identificación de los pavimentos más adecuados y eficientes que puedan contribuir al logro de su vida útil proyectada. Adicionalmente, el estudio evaluará la adecuación de las prácticas de mantenimiento implementadas para estos pavimentos, en base a observaciones de obras de pavimentación en Juliaca. El objetivo específico de este proyecto es realizar una evaluación superficial y estructural del pavimento rígido de la calle Francisco Pizarro, utilizando el método del Índice de Condición de Pavimentos (ICP) en Juliaca. La población en general experimenta los efectos negativos de las condiciones de deterioro que se encuentran en diversas zonas urbanas pavimentadas, que con el paso del tiempo son cada vez más comunes en las calles y barrios de Juliaca. Esto genera incomodidad y molestia en la población al transitar por estas calles y barrios. Los pobladores que residen en el



distrito de Puno de la ciudad de Juliaca se encuentran profundamente preocupados por la prematura degradación de su actual pavimento. Este deterioro está empeorando progresivamente con el paso del tiempo, lo que hace temer que el pavimento existente no alcance la vida útil prevista en su diseño original.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo evaluar superficialmente el pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Cuál es el flujo del tránsito vehicular que presenta el pavimento rígido del Jr. Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. José Domingo Choquehuanca de la ciudad de Juliaca?
2. ¿Cuáles son los tipos de falla superficiales y niveles de severidad que presenta el pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca; año 2023 empleado la metodología PCI?
3. ¿Cuál es el índice de condición de pavimento PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, empleado la metodología PCI?



1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar superficialmente el pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index del Jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023 y estructuralmente el pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca.

1.3.2 *Objetivos específicos*

1. Determinar el flujo del tránsito vehicular que presenta el pavimento rígido del Jr. Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. José Domingo Choquehuanca de la ciudad de Juliaca.
2. Identificar los tipos de falla superficiales y niveles de severidad que presenta el pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023 empleando la metodología PCI.
3. Determinar el índice de condición de pavimento PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, empleado la metodología PCI.

1.4 Justificación del estudio

1.4.1 *Justificación técnica*

El presente estudio proporciona una justificación tecnológica, principalmente. Dada la evaluación preliminar y estructural de la calzada, que abarca la recopilación de datos técnicos derivados de mediciones in situ, cuyo objetivo es identificar y documentar las características y el estado de la carretera, se recomienda proponer un curso de acción alternativo de acuerdo con las directrices de conservación del pavimento descritas en el mencionado Manual.

El índice de estado de los firmes (PCI) es una metodología ampliamente utilizada para evaluar y clasificar el estado de los firmes, incluidos los firmes rígidos y sus diversas



variantes. La metodología PCI implica realizar una evaluación manual de la superficie del pavimento, que posteriormente se utiliza para calcular un índice numérico que representa el estado general de la sección de pavimento en particular. La Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM) ha llevado a cabo la normalización de la metodología del Índice de Estado del Pavimento (PCI) para la evaluación tanto de carreteras como de pavimentos aeroportuarios. Esta normalización ha dado lugar al establecimiento de un enfoque objetivo y coherente para evaluar el estado de los firmes. El enfoque PCI se emplea para facilitar la toma de decisiones sobre las actividades de mantenimiento y rehabilitación. La utilización de esta metodología ha sido documentada en muchas investigaciones que evalúan el estado de pavimentos inflexibles en diferentes áreas geográficas, tales como el distrito de Jesús Nazareno en Huamanga, Ayacucho, y el Anillo Vial tramo Chaupimarca-Yanacancha-Pasco. Se ha implementado la utilización de la metodología del Índice de Estado del Pavimento (ICP) para evaluar el grado de deterioro y severidad del estado de los pavimentos en la región metropolitana de Huaraz. La utilización de la técnica del Índice de Estado del Pavimento (ICP) en pavimentos rígidos se justifica principalmente por su capacidad de proporcionar una evaluación y categorización objetiva y consistente del estado del pavimento. Dicha evaluación puede ser empleada posteriormente para tomar decisiones bien informadas sobre las tácticas de mantenimiento y restauración.

1.4.2 Justificación económica

Este estudio enfatiza su importancia. Además, el objetivo es concienciar a las autoridades competentes, a los profesionales y al público en general sobre la necesidad de realizar estudios exhaustivos y adecuados antes de emprender proyectos de construcción dentro de la jurisdicción de la Municipalidad Provincial de San Román. Además, es crucial buscar orientación técnica durante todo el proceso de ejecución.

La aplicación de la metodología del Índice de Estado del Pavimento (PCI) en la evaluación de pavimentos rígidos se justifica por su capacidad para proporcionar una



evaluación objetiva y coherente del estado del pavimento, facilitando así una toma de decisiones bien informada sobre las estrategias de mantenimiento y rehabilitación. La aplicación del enfoque del Índice de Estado del Pavimento (PCI) permite a las autoridades de transporte asignar eficientemente los recursos hacia los esfuerzos de mantenimiento y rehabilitación, teniendo en cuenta el estado del pavimento. Esta metodología posee la capacidad de producir importantes beneficios económicos a largo plazo. En un estudio de investigación realizado en Canadá se ofreció un marco global de gestión de firmes con consideraciones económicas. El marco se desarrolló específicamente para hacer frente a las dificultades a las que se enfrentan las organizaciones que operan con presupuestos limitados y restricciones de recursos. El marco empleaba el enfoque del índice de estado de los firmes (PCI) para establecer una jerarquía de trabajos de mantenimiento basada en el estado del firme. Además, el uso de la metodología del Índice de Estado del Pavimento (PCI) tiene el potencial de mejorar significativamente la durabilidad de la infraestructura del pavimento. Esto se consigue mediante la identificación oportuna y la mitigación de los problemas del pavimento antes de que empeoren y requieran intervenciones de reparación más costosas. Por lo tanto, la utilización de la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para pavimentos rígidos se justifica por su capacidad para proporcionar un ahorro de costes durante un largo período de tiempo. La vida operativa del pavimento puede prolongarse priorizando los esfuerzos de mantenimiento y rehabilitación, que dependen del estado del pavimento.

1.4.3 Justificación social

La lógica social de este fenómeno facilita la interacción interpersonal y la comunicación entre los individuos, fomentando así el crecimiento y el progreso de la comunidad local. Además, el estado favorable de este fenómeno engendra una influencia social tanto en los residentes como en los visitantes.

El uso de la metodología del Índice de Estado del Pavimento (PCI) para pavimentos rígidos se justifica por su capacidad para aumentar la seguridad, optimizar la movilidad y

mejorar la satisfacción del público. La utilización del sistema de Índice de Estado del Pavimento (ICP) puede redundar en una mejora de la seguridad y la comodidad de los desplazamientos de los usuarios de la carretera, ya que garantiza el mantenimiento de las condiciones del pavimento en buen estado. Esta estrategia reduce con éxito la probabilidad de accidentes, las dificultades relacionadas con los vehículos y los casos de lesiones. Este esfuerzo promueve un entorno de transporte más seguro para la población local y mejora la experiencia general de conducción, lo que conduce a una mayor satisfacción pública y a una percepción positiva de la infraestructura de transporte. Además, el mantenimiento concienzudo de los pavimentos tiene la capacidad de mejorar la movilidad general y reducir los tiempos de viaje, lo que redundará en beneficios para la sociedad y apoya las actividades económicas. Las autoridades de transporte tienen el potencial de mejorar la movilidad adoptando la metodología del Índice de Estado del Pavimento (PCI) para priorizar los esfuerzos de mantenimiento y rehabilitación. Esta metodología garantiza a los conductores un viaje más ágil y fiable. La aplicación de la tecnología PCI a los firmes rígidos suele estar respaldada por motivos sociales, ya que tiene la capacidad de promover la seguridad, optimizar la movilidad y aumentar la satisfacción de los ciudadanos. Los beneficios mencionados influyen favorablemente en la sociedad y contribuyen a los esfuerzos económicos.

1.4.4 Justificación ambiental

La justificación medioambiental se deriva de la evaluación del estado actual de la carretera, que permite identificar posibles opciones de mejora. La aplicación de estas opciones en la carretera tiene el potencial de mejorar el flujo de vehículos, lo que se traduce en una reducción de la contaminación ambiental causada por los vehículos.

La justificación del empleo de la metodología del Índice de Estado del Pavimento (ICP) para evaluar el estado de los pavimentos rígidos puede apoyarse desde una perspectiva medioambiental, ya que posee la capacidad de paliar las repercusiones medioambientales vinculadas a las infraestructuras de transporte. Las autoridades de



transporte pueden aplicar la metodología del Índice de Estado del Pavimento (ICP) para limitar de forma eficaz la necesidad de reparaciones frecuentes y significativas. Este enfoque contribuye a minimizar la creación de residuos y el consumo de recursos, al tiempo que mantiene unas condiciones deseables de los pavimentos. Además, la incorporación de pavimentos en buen estado puede tener un impacto sustancial en la reducción del consumo de combustible y de las emisiones al permitir un flujo de tráfico más fluido y eficiente. Este fenómeno posee la capacidad de inducir una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, produciendo así un impacto favorable en la mejora de las circunstancias medioambientales generales dentro de la comunidad. Por lo tanto, el uso de la tecnología PCI para pavimentos rígidos puede estar justificado desde una perspectiva medioambiental, ya que tiene el potencial de aliviar los impactos medioambientales ligados a las infraestructuras de transporte. Esto incluye la mitigación de la creación de residuos, la optimización del consumo de recursos y la minimización de las emisiones.

1.5 Hipótesis de la Investigación

1.5.1 Hipótesis general

La evaluación superficial del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, presentar un grado de deterioro regular debido a una mala concepción estructural del pavimento rígido.

1.5.2 Hipótesis específicas

1. El flujo de tránsito vehicular del pavimento del Jr. Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. José Domingo Choquehuanca de la ciudad de Juliaca es de un flujo vehicular mediano, siendo los vehículos particulares quienes tienen un mayor flujo vehicular.



2. El índice de condición de pavimento PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, empleado la metodología PCI, tiene un índice de condición regular.
3. Las características que presenta la composición estructural de pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca según la escala de calificación del manual de carreteras mantenimiento o conservación vial, se integra por una capa (losa) de concreto de cemento portland de 4m con un espesor de 18cm que se apoya en una capa de base, constituida por grava, esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.

1.6 Variables e Indicadores

1.6.1 Variable Independiente

Evaluación del pavimento rígido

Indicadores

- Daños del pavimento
- Niveles de condición del pavimento rígido
- Características del pavimento rígido

1.6.2 Variable dependiente

Falla estructural del pavimento rígido

Indicadores

- Propiedades mecánicas del pavimento rígido
- Propiedades físicas del pavimento rígido
- Tipos de falla del tipo de pavimento rígido

1.7 Operacionalización de Variables

Se presenta el siguiente cuadro de operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
FALLAS SUPERFICIALES EN EL PAVIMENTO	Conjunto de daños que presenta un pavimento y que disminuye la serviciabilidad y funcionalidad del mismo debido a mal diseño o procesos constrictivos	Tipos de fallas	Descascaramiento Grietas Parcheo Losas divididas escala	Estudio de observación directa formato de registro y evaluación
Variable Dependiente	Definición	Dimensión	Indicadores	Instrumentos de Medición
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO	Condición de un pavimento por medio de inspecciones visuales, identificando la clase de severidad y cantidad de fallas encontradas	Nivel de severidad Parámetros de cálculo de PCI Escala de clasificación PCI	Blow up Grietas de esquina Losa dividida Grieta de duración Escala Sello de juntas Desnivel carril/berma Grieta lineal Parcheo Bombeo Punzonamiento Cruce de vía férrea Desconchamiento retracción Valor PCI	Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento mejor conocido como metodología PCI



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 *Antecedente Local*

En su tesis denominado MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN LOS JIRONES 4 DE ABRIL Y HUAYNA CAPAC DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN – PUNO, El objetivo de este estudio es realizar un análisis del diseño de carreteras. La investigación se centra en el análisis de la demanda de tráfico, el diseño geométrico de la carretera y el diseño del firme. Empleando la metodología de diseño descrita en las directrices para pavimentos rígidos de la Asociación Americana de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte (AASTHO) de 1993, se determina un espesor de 6,00 pulgadas o aproximadamente 16,00 centímetros. Además, utilizando la metodología de la Asociación de Cemento Portland (PCA), se obtiene un espesor de 190 mm o aproximadamente 19,00 centímetros. Sobre la base de estos resultados, se concluye que debe adoptarse un espesor final del pavimento de hormigón de 20,00 cm.” Según Suaña Quispe, (2013):

(Rojas P. & Tarqui C., 2014), en su trabajo de investigación titulado “Evaluación integral de la carretera panamericana sur tramo Puno – Desaguadero” afirman lo siguiente:



El grado de deterioro de la Carretera Panamericana Sur se evalúa en este estudio utilizando inspecciones visuales y la técnica del Índice de Condición del Pavimento (PCI) descrita en la norma ASTM D 6433-07. Debido a su intrínseca objetividad, esta práctica es altamente recomendable. Un tramo de 268 kilómetros de la Carretera Panamericana Sur en la zona de Puno fue sometido a una evaluación exhaustiva. Esta evaluación incluyó un total de 9 kilómetros, desde Ayaviri hasta Desaguadero. Durante esta inspección se determinó el estado de la carretera utilizando el estándar del Índice de Estado del Pavimento (PCI). La severidad de las fallas identificadas oscila entre baja, media y alta. Para evaluar con más detalle el estado del pavimento, se aplicó el Índice de Estado del Pavimento (PCI). Este análisis sirvió para seleccionar los métodos de rehabilitación y mantenimiento adecuados, como la aplicación de una capa de sellado mediante lechada asfáltica o riego por aspersion. El objetivo último era garantizar unas condiciones ideales de la carretera para el tráfico rodado y mejorar la seguridad y comodidad de los usuarios públicos, por lo que al tomar esta decisión se tuvieron en cuenta consideraciones como la rentabilidad y la longevidad.

2.1.2 Antecedentes nacionales

(Vasquez Moreno, 2016), en su tesis "Evaluación de la condición operacional del pavimento rígido, aplicando el método del pavement condition index (PCI), en las pistas del barrio Yanachaca, distrito de Caraz, provincia de Huaylas, región Ancash"; Los investigadores se propusieron evaluar el estado de las carreteras de la zona de Yanachaca, en Caraz, provincia de Huaylas, región de Ancash. Se seleccionaron cinco calles al azar para realizar una inspección visual y un análisis utilizando el enfoque del índice de estado del pavimento (ICP). La investigación encontró que en el área de Yanachaca, las grietas en las esquinas ocurren en una tasa de 12.54 por ciento, el pulido de agregados ocurre en una tasa de 35.21 por ciento, y las grietas lineales ocurren en una tasa de 61.2 por ciento en el pavimento rígido. La solución de estos problemas hará que la región sea más segura para los conductores.



(Neira Jaramillo, 2015), en su tesis titulada "Determinación y Evaluación del nivel de incidencia de las patologías del concreto en los pavimentos Rígidos de la provincia de Huancabamba, departamento de Piura", Según el autor, las carreteras de esta provincia poseen un índice de estado promedio del pavimento de 50%, lo que indica un grado de estado regular. Asimismo, la tesis del autor revela que los pavimentos hidráulicos de la provincia de Huancabamba presentan las siguientes ocurrencias patológicas: grietas lineales en un 40,87%, pulido de agregados en un 26,87%, grietas en esquinas en un 22,68% y escamación en un 7,08%. Adicionalmente, se puede inferir que los pavimentos rígidos son susceptibles de presentar deficiencias como consecuencia de la inadecuada ejecución, la mala calidad de los agregados y las condiciones climáticas imperantes en la región.

(Fuentes Ramos, 2015), en su tesis, El autor identifica las calles específicas dentro del distrito de Paucarpata que serán examinadas con el propósito de analizar las fallas prevalentes en el pavimento rígido. El objetivo de este análisis es proponer posibles soluciones que puedan mejorar la fluidez del tráfico y evitar un mayor deterioro de los tramos afectados. Las patologías identificadas en estas calles incluyen losas divididas (9,25%), grietas en esquinas (10,55%), grietas lineales (12,33%) y descascaramiento de esquinas (1,62%).

2.1.3 Antecedentes internacionales

(SÁNCHEZ DIAZ LUIS ENRIQUE & MACHUCA OLIVEROS JOHAN, 2015), desarrollaron el estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del Municipio de Tamalameque Cesar", Se realizó una inspección in situ para recabar información sobre el estado de la carretera objeto de estudio. Esta inspección incluyó descripciones de diversos fallos observados, así como un examen de las causas potenciales. A continuación, se analizaron y procesaron los datos

recogidos para elaborar planes de mantenimiento y rehabilitación, que posteriormente dieron lugar a propuestas de solución.

(Cote Sosa Gina & Villalba Oyola Lina, 2017) Se realizó el estudio titulado "Índice de Condición del Pavimento Rígido en Cartagena de Indias y Medidas de Conservación". El objetivo de este estudio es evaluar el estado del firme de la carretera anteriormente descrita, situada en la zona de Bocagrande, mediante la técnica del Índice de Estado del Pavimento (ICP). El objetivo de este estudio es aportar soluciones tecnológicas y económicas a partir de los datos obtenidos. La evaluación dio como resultado un Índice de Condición del Pavimento (ICP) promedio de 44,4%, indicando una condición clasificada como "Regular". Las deficiencias identificadas incluían diversos problemas estructurales, como desconchados, cartografía de grietas, agrietamientos, pinchazos, losas partidas, agrietamientos lineales y problemas relacionados.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Definición de Pavimento

(Pulecio Diaz, 2015), El pavimento puede definirse como una estructura construida que se apoya en una cimentación adecuada y está diseñada para servir de superficie a los vehículos, permitiéndoles circular con seguridad y comodidad a distintas velocidades y en cualquier condición meteorológica.

Existen potencialmente dos perspectivas válidas para definir el concepto de puede definirse como un componente estructural que descansa sobre la subrasante, que es el suelo de cimentación. La subrasante es responsable de proporcionar soporte a las distintas capas conocidas como paquete estructural. Estas capas se construyen específicamente para soportar cargas externas durante un tiempo determinado. (AASHTO, 2016)

El término "pavimento" hace referencia a una capa de material resistente y robusto que se coloca estratégicamente en la superficie superior de diversas infraestructuras de



transporte, como carreteras, autopistas, calles, aceras y zonas similares. El objetivo principal de esta infraestructura es proporcionar una plataforma segura y cómoda para la circulación tanto de automóviles como de peatones, con la intención de garantizar su seguridad y comodidad. El objetivo primordial de esta obra es garantizar la resistencia duradera del edificio frente al tráfico continuo y las cargas impuestas, salvaguardando al mismo tiempo la integridad de la estructura subterránea del suelo y mejorando la eficacia de la circulación y la seguridad del tráfico.

El pavimento se compone de muchas capas organizadas verticalmente, cada una de las cuales cumple una función específica.

La palabra "subrasante" se refiere a la capa subyacente de suelo natural que funciona como base para la construcción de una estructura de pavimento. La consecución del grado necesario de estabilidad y capacidad portante puede requerir una planificación suficiente.

La capa de base se encuentra muy cerca de la subrasante. El objetivo principal de este componente de la infraestructura es garantizar la distribución equitativa de la carga de tráfico y ofrecer un refuerzo suplementario para el pavimento. Puede consistir en partículas discretas, como grava o áridos triturados.

La presencia de una capa de subbase es evidente en ciertos trazados de firmes, en particular en los que se encuentran en autopistas caracterizadas por importantes niveles de tráfico de automóviles. El estrato considerado se sitúa en un punto intermedio entre la cimentación y la capa de suelo subyacente. El objetivo principal de este sistema es mejorar la capacidad de carga y drenaje del pavimento.

El término "capa de rodadura" se refiere a la capa superior del pavimento, que está específicamente diseñada para soportar el peso de los vehículos y ofrecer una superficie de conducción segura y cómoda. La composición estructural de la capa de rodadura puede estar formada por varios materiales, entre ellos el asfalto (en forma de mezcla bituminosa) o el hormigón.

En ocasiones se utilizan sellantes y revestimientos para proteger la capa de rodadura de los efectos perjudiciales de las condiciones meteorológicas, los contaminantes y el desgaste provocado por el tráfico.

El diseño y la construcción del pavimento dependen de varios elementos, como la carga de tráfico prevista, las condiciones climáticas predominantes en la región, la composición del suelo subyacente y otras consideraciones pertinentes. En el contexto de la infraestructura de transporte, el objetivo principal del diseño del pavimento es proporcionar un funcionamiento duradero y minimizar la necesidad de actividades de mantenimiento.

El pavimento debe presentar una integridad estructural suficiente para soportar las presiones dinámicas ejercidas por los automóviles y las fluctuantes condiciones meteorológicas, ofreciendo al mismo tiempo una superficie de conducción fluida y segura para los automovilistas. La aplicación de protocolos de mantenimiento rutinario, como el relleno de grietas y la repavimentación periódica, es de suma importancia para prolongar la longevidad del pavimento y garantizar su seguridad y utilidad continuas durante un periodo prolongado.

Figura 1

Paquete estructural



Nota. Rodriguez Velasquez (2009)

Desde la perspectiva del usuario, es imperativo que el sistema de transporte ofrezca unas circunstancias ideales en términos de seguridad, comodidad y facilidad de servicio. Además, debe tener un impacto favorable en la calidad de vida de las personas. (AASHTO, 1993)

2.2.2 Clasificación de pavimentos

Existen cuatro variedades básicas de superficies pavimentadas.

Firme adaptable, Asfalto sólo parcialmente duro o flexible, Pavimento sólido, Pavimento con articulaciones.

El concepto de clasificación de pavimentos se refiere a la categorización organizada de los diferentes tipos de pavimentos utilizados en la disciplina de la ingeniería civil. La siguiente exposición proporciona una explicación exhaustiva de las numerosas categorizaciones de los pavimentos.

Los pavimentos flexibles se distinguen por su composición, que comprende muchas capas de materiales flexibles, como el asfalto o las mezclas asfálticas. Los pavimentos tienen la capacidad de soportar cargas distribuyendo eficazmente las tensiones entre las capas superiores. Esta característica los dota de la adaptabilidad y capacidad necesarias para aceptar distorsiones tanto en la topografía como en el movimiento de los vehículos.

El pavimento semirrígido es un tipo de pavimento que combina características tanto de los pavimentos flexibles como de los rígidos. La estructura del pavimento comprende una capa de hormigón asfáltico o una mezcla de hormigón hidráulico, que proporciona una mayor rigidez en comparación con los pavimentos flexibles. No obstante, mantiene un cierto nivel de adaptabilidad para aceptar distorsiones.

Los pavimentos rígidos se caracterizan porque su composición incluye en gran medida losas de hormigón hidráulico. El objetivo principal de estas losas es distribuir uniformemente las cargas impuestas por los automóviles sobre las capas subyacentes del pavimento. Estas losas tienen una alta capacidad de carga y demuestran una resistencia



eficaz contra las deformaciones. Los pavimentos rígidos son más duraderos y requieren menos mantenimiento que los flexibles.

El pavimento articulado, que se utiliza predominantemente en zonas destinadas a los peatones o al tráfico de baja velocidad, es un tipo importante de pavimento. La construcción se compone de bloques de hormigón o adoquines que se organizan de manera que permiten una mayor flexibilidad y reactividad a los movimientos del terreno.

La clasificación de los pavimentos se basa principalmente en sus características de construcción y en los materiales que los componen, que incluyen pavimentos flexibles, semirrígidos, rígidos y articulados. Las distintas variedades de pavimento ofrecen ventajas únicas y se adaptan especialmente a diversas aplicaciones, dependiendo de las necesidades específicas del proyecto y de las circunstancias imperantes.

2.2.2.1 Pavimento flexible

Los pavimentos flexibles se componen de tres capas: una capa bituminosa, que a menudo se apoya en una capa de base y una capa de subbase. En función de los requisitos específicos del usuario, es posible omitir alguna de las capas. (Montejo Fonseca, 2002).

Esta variante concreta de pavimento presenta una mayor rentabilidad durante la primera fase de construcción, con una vida útil que oscila entre 10 y 15 años. Sin embargo, requiere un mantenimiento regular para alcanzar su ciclo de vida funcional completo. (Leguia Loarte & Pacheco Risco, 2016).

Los pavimentos flexibles son un tipo distinto de pavimento utilizado a menudo en carreteras y calles. Se caracterizan por su capacidad para distribuir uniformemente las cargas de tráfico por toda su superficie y por su capacidad para sufrir deformaciones cuando se ven sometidos a las fuerzas aplicadas. Han sido cuidadosamente diseñados para soportar cargas dinámicas y movimientos del terreno, lo que los hace muy adecuados para zonas con tráfico rodado variable y suelos susceptibles de dilatarse y contraerse.

Las características fundamentales de los pavimentos flexibles abarcan:



La noción de muchas capas se refiere a la existencia de numerosos niveles o aspectos dentro de un entorno o sistema determinado. Al igual que otros tipos de pavimento, los pavimentos flexibles constan de muchas capas de recubrimiento, cada una de las cuales cumple una función específica. La construcción de esta estructura implica muchas capas, incluyendo la capa de rodadura, la base y, en algunos casos, una subbase. La flexibilidad se consigue mediante la integración de diversos materiales y espesores variables dentro de estas capas.

Los pavimentos flexibles emplean una gama de materiales, incluyendo mezclas de asfalto (en caliente o en frío) para la capa de rodadura, además de bases granulares compuestas de guijarros como grava y arena.

La distribución de las cargas es una ventaja destacada asociada a los pavimentos flexibles, ya que presentan la capacidad de distribuir eficazmente las cargas del tráfico por toda la estructura. Este atributo facilita la mitigación de la concentración de tensiones y la minimización de los efectos perjudiciales derivados del impacto del tráfico.

La evaluación de las opciones de pavimento requiere una evaluación cuidadosa de su adaptación a las diferentes condiciones topográficas. Los pavimentos flexibles son muy adecuados para terrenos que presentan variaciones y desplazamientos, ya que poseen la capacidad intrínseca de deformarse y flexionarse en respuesta a las contracciones y expansiones del suelo.

Cuando se comparan los pavimentos flexibles con los rígidos, como el hormigón, se observa que los pavimentos flexibles pueden requerir un mantenimiento más frecuente debido a la posibilidad de que se formen fracturas y deformaciones en su superficie con el paso del tiempo. Sin embargo, el mantenimiento de los pavimentos flexibles se considera a menudo más conveniente y económicamente ventajoso en comparación con los pavimentos rígidos.

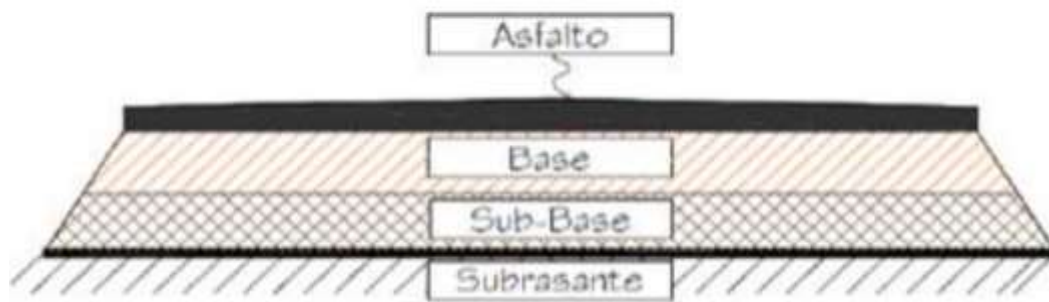
El fenómeno de la absorción de energía en los pavimentos flexibles es el resultado de su capacidad intrínseca para flexionarse y deformarse, lo que les permite dispersar eficazmente una parte de la energía generada por la actividad del automóvil. Este atributo

particular posee la capacidad de mejorar la calidad de la conducción facilitando un encuentro más suave y agradable para los individuos que utilizan la carretera.

Los pavimentos flexibles se emplean habitualmente en autopistas y vías públicas que registran un tráfico importante, debido a su vulnerabilidad a la inestabilidad de la superficie resultante de las diferencias en las condiciones del terreno o de las oscilaciones estacionales. La evaluación completa de las condiciones locales, los patrones de tráfico previstos y otros factores relevantes es esencial para garantizar la durabilidad y eficacia a largo plazo del diseño y la construcción de pavimentos flexibles.

Figura 2

Sección típica Transversal pavimento flexible



Nota. Armijos (2009)

2.2.2.2 Pavimento semi-rígido

El pavimento semi rígido presenta una estructura similar a la del pavimento flexible, con la notable diferencia de que una de sus capas se refuerza artificialmente mediante la incorporación de aditivos como cal, emulsión, asfalto, cemento o productos químicos. Este proceso deliberado de rigidización sirve para aumentar la capacidad de carga del suelo subyacente. (Armijos Salinas, 2009).

Los pavimentos semirrígidos se distinguen por la presencia de una superficie asfáltica construida por encima de un pavimento rígido. (Leguia Loarte & Pacheco Risco, 2016).



Un pavimento semirrígido es un tipo de construcción de carreteras que combina características tanto de los pavimentos flexibles como de los rígidos. El objetivo principal del diseño de este sistema es maximizar el aprovechamiento de ambas categorías, alcanzando al mismo tiempo un equilibrio equilibrado entre flexibilidad y resistencia. En consecuencia, surge como una alternativa viable para determinadas condiciones de tráfico y situaciones diversas.

Las características más destacadas de los pavimentos semirrígidos son las siguientes:

Composición híbrida: La creación de estos pavimentos supone la incorporación de una amalgama compuesta de elementos, que engloba capas de asfalto (formadas por mezclas asfálticas) y capas de hormigón. En general, la capa más externa de un pavimento de carretera está compuesta predominantemente por asfalto, mientras que las capas inferiores pueden estar construidas con hormigón u otros materiales alternativos.

Flexibilidad controlada: En contraste con sus homólogos flexibles, los pavimentos semirrígidos se caracterizan por la inclusión de una capa superior de asfalto que proporciona un nivel moderado de flexibilidad para facilitar la distribución de cargas y la absorción de esfuerzos. Sin embargo, hay que señalar que esta flexibilidad no es tan pronunciada como la observada en los pavimentos totalmente flexibles.

El empleo de una capa inferior de hormigón u otros materiales rígidos proporciona una mayor resistencia estructural en comparación con los pavimentos flexibles. Esta característica permite a los pavimentos semirrígidos demostrar una mayor durabilidad frente a cargas de tráfico pesadas y prolongadas.

Los pavimentos semirrígidos son muy adecuados para terrenos con una variedad moderada debido a su flexibilidad inherente, ya que pueden soportar ciertos movimientos del terreno sin experimentar daños estructurales significativos. Este atributo particular presenta ventajas en zonas que presentan fluctuaciones estacionales en las condiciones del suelo.



La combinación de una capa superior de asfalto y una capa inferior de hormigón contribuye a la durabilidad general del pavimento semirrígido. La aplicación de esta metodología tiene la capacidad de reducir la necesidad de mantenimiento en comparación con los pavimentos que presentan una flexibilidad total.

Los pavimentos semirrígidos ofrecen características favorables para las carreteras que experimentan volúmenes de tráfico considerables, en particular las sometidas a cargas pesadas, como las autopistas y las rutas comerciales de mercancías. Este fenómeno puede relacionarse con la naturaleza híbrida de su creación.

El análisis exhaustivo de diversos criterios, como las características del tráfico, las cualidades locales del suelo, las condiciones climáticas y otras variables pertinentes, es vital en el diseño y la investigación de los pavimentos semirrígidos. Se utilizan enfoques de ingeniería para determinar el espesor y los materiales óptimos para cada capa individual.

Un pavimento semirrígido puede considerarse una opción intermedia situada entre los pavimentos flexibles y los rígidos, diseñada con la intención de proporcionar una combinación de flexibilidad y durabilidad. Este tipo específico de pavimento se considera adecuado para zonas con niveles significativos de tráfico de automóviles y diversas condiciones del suelo. La creación del sistema se basa en un análisis exhaustivo de las variables medioambientales particulares para garantizar la durabilidad y un rendimiento óptimo.

2.2.2.3 Pavimento rígido

Según (Leguia Loarte & Pacheco Risco, 2016), Esta categoría particular de pavimento se conoce comúnmente como pavimento hidráulico, caracterizado por su composición de losas de hormigón. Cabe señalar que algunas variantes de este pavimento pueden tener acero de refuerzo dentro de las losas. Además, estas losas se colocan sobre una base granular, que a su vez descansa sobre la subrasante.

Las capas inferiores de esta variante de pavimento presentan una notable resistencia a las deformaciones que pueden provocar daños en el pavimento. Además, su vida útil oscila entre 20 y 40 años y su mantenimiento es mínimo, a diferencia de los pavimentos flexibles.

Según Montejo Fonseca (2002), los pavimentos rígidos se componen principalmente de una losa de hormigón hidráulico que se apoya directamente sobre la subrasante o sobre una capa de material específicamente elegido denominada subbase.

La distribución de las armaduras se extiende a lo largo de una gran superficie debido a la importante rigidez y al elevado coeficiente de elasticidad que presenta el hormigón hidráulico.

Además, dado que el hormigón posee un nivel específico de resistencia a la tracción del refuerzo, el comportamiento de un pavimento rígido sigue siendo adecuadamente satisfactorio, incluso en presencia de secciones débiles de la subrasante. El diseño de un pavimento rígido se ve influido principalmente por la resistencia de las losas, desempeñando el soporte proporcionado por las capas subyacentes un papel muy secundario en la determinación del espesor del pavimento.

El pavimento rígido es un tipo de construcción de carreteras que utiliza principalmente componentes de hormigón. Su objetivo fundamental es proporcionar una superficie de conducción duradera, resistente y fácilmente sostenible. En comparación con los pavimentos flexibles, que demuestran capacidad de flexión, los pavimentos rígidos tienen una mayor rigidez y están especialmente diseñados para distribuir cargas de tráfico significativas aprovechando su resistencia estructural inherente. El texto siguiente proporciona un análisis exhaustivo.

Las características esenciales de los pavimentos rígidos son las siguientes:

El hormigón, un material compuesto que incluye cemento, áridos (como arena y grava) y agua, es el componente principal del pavimento rígido. La composición del



hormigón empleado en los pavimentos rígidos está diseñada a propósito para soportar las diversas tensiones y presiones que se observan en los entornos de carreteras y calles.

El término "portante" se refiere a la capacidad de un edificio o sustancia para proporcionar apoyo y soportar el peso o la carga que se le impone. La capacidad del pavimento rígido para soportar cargas de tráfico significativas y continuas sin sufrir deformaciones importantes es atribuible a su rigidez inherente. Esta característica específica lo hace muy apropiado para carreteras con volúmenes de tráfico significativos y sitios que esperan una utilización extensiva.

La distribución de la carga en los pavimentos rígidos es distinta a la de los pavimentos flexibles debido a la transmisión directa de las cargas a través del hormigón, en contraposición a la dispersión de las cargas a través de muchas capas. Esto sugiere que las cargas se transfieren rápidamente a la subrasante y al suelo subyacente.

El atributo de la durabilidad es una característica destacada de los pavimentos rígidos, ya que son bien conocidos por su capacidad para durar largos periodos. Los pavimentos flexibles tienen una vida útil relativamente más corta en comparación con los pavimentos rígidos, lo que conlleva una mayor necesidad de mantenimiento y sustitución frecuentes.

Los bajos requisitos de mantenimiento de los pavimentos rígidos pueden atribuirse a su excepcional resistencia y naturaleza duradera, que la diferencia de otras formas de pavimento. Sin embargo, los esfuerzos de mantenimiento pueden implicar la curación específica de juntas y grietas.

Los pavimentos rígidos se caracterizan por un nivel superior de consistencia y suavidad en su superficie de rodadura en comparación con algunos pavimentos flexibles. Como resultado, contribuyen a mejorar el nivel de confort durante la conducción.

Construcción y Juntas de Expansión en Pavimentos Rígidos: Para hacer frente a la expansión y contracción térmica del hormigón resultante de las variaciones de temperatura, se integran juntas de construcción y juntas de dilatación en los pavimentos

rígidos. Estas juntas cumplen la función de permitir la expansión regulada y minimizar la incidencia de fisuración no deseada.

El proceso de diseño y construcción de pavimentos rígidos implica cálculos rigurosos para determinar el espesor óptimo del hormigón, la colocación de las juntas y otros parámetros. El proceso de construcción implica el vertido secuencial y el posterior curado del hormigón en secciones discretas, lo que en última instancia conduce a la formación de una superficie de conducción continua.

Los pavimentos rígidos se utilizan ampliamente en muchas situaciones, como autopistas, aeropuertos, calles muy transitadas y zonas industriales. Se utilizan en escenarios en los que la robustez y la resistencia son de suma importancia, debido a la prevalencia de un tráfico peatonal significativo y a las severas demandas de soporte de carga.

En resumen, el pavimento rígido se refiere a una infraestructura de transporte construida con componentes de hormigón, especialmente diseñados para soportar cargas vehiculares significativas y proporcionar una superficie de conducción duradera que requiere un mantenimiento mínimo. La rigidez intrínseca de este material lo convierte en una opción adecuada para zonas con un importante flujo de tráfico y para situaciones que requieren una durabilidad prolongada.

Figura 3

Sección típica transversal pavimento rígido



Nota. Armijos (2009)



2.2.2.4 Pavimentos articulados

Según Armijos Salinas (2009), los pavimentos articulados se caracterizan por una capa de rodadura compuesta por bloques prefabricados de hormigón conocidos como adoquines. Estos adoquines se colocan sobre una fina capa de arena, que a su vez descansa sobre una capa granular o subrasante (p. 5). (Pág. 5)

Según Montejo Fonseca (2002), los pavimentos articulados se componen de una capa de rodadura formada por bloques prefabricados de hormigón denominados adoquines. Estos adoquines poseen un espesor consistente y son uniformes en tamaño. La colocación de este material puede hacerse sobre una capa poco profunda de arena, que luego es soportada por una capa de base granular o directamente sobre la subrasante. La elección entre estas opciones depende de la calidad de la subrasante y del tamaño y frecuencia de las cargas que se aplicarán al pavimento.

Los pavimentos articulados representan una clasificación distinta dentro del ámbito de los pavimentos flexibles, específicamente diseñados para satisfacer las demandas impuestas por las cargas de tráfico, al tiempo que mitigan las consecuencias adversas asociadas a la deformación y el agrietamiento. Estas entidades tienen una arquitectura sofisticada que incluye muchas capas y emplean juntas articuladas para mejorar su flexibilidad y permitir un movimiento preciso. A continuación, se ofrece una explicación exhaustiva:

Los pavimentos articulados se refieren a los elementos estructurales que se encuentran en carreteras y calles, que se distinguen por una disposición en capas de materiales destinados a distribuir eficazmente la carga impuesta por los vehículos y mitigar la aparición de grietas y deformaciones indeseables. Dichas estructuras han sido diseñadas intencionadamente para demostrar un grado significativo de flexibilidad, lo que les permite acomodar y mitigar eficazmente los diversos movimientos y tensiones resultantes de las alteraciones en la composición del suelo y las circunstancias meteorológicas.



Las características principales:

Las juntas articuladas engloban una clasificación específica de articulaciones que se encuentran en varios organismos, incluido el ser humano, y que se caracterizan por su capacidad para permitir el movimiento y la flexibilidad. Una característica inherente a los pavimentos articulados es la integración de juntas especializadas que separan las distintas losas de hormigón. Dichas uniones permiten el movimiento y ligero ajuste de las losas, disminuyendo así la acumulación de tensiones y la aparición de fracturas.

Los pavimentos articulados suelen emplear materiales especializados a lo largo de su proceso de construcción. Estos materiales suelen consistir en mezclas de hormigón que presentan determinadas características, como una mayor resistencia a la fatiga y mayores cualidades de flexión. Esto permite que las losas de hormigón soporten las fuerzas ejercidas por los vehículos y los movimientos del suelo sin sufrir grietas o deformaciones sustanciales.

El cálculo meticuloso de las medidas de las losas de hormigón, la colocación de las juntas y la integridad estructural es crucial en el diseño holístico de los pavimentos articulados. El objetivo principal del diseño es maximizar la eficacia de la distribución de la carga y, al mismo tiempo, reducir la probabilidad de fallo.

Los pavimentos articulados se utilizan con frecuencia en regiones caracterizadas por suelos expansivos o contractivos, ya que estos tipos de suelos tienen la capacidad de infligir daños a los pavimentos rígidos tradicionales. Además, estos dispositivos se emplean en regiones caracterizadas por una importante congestión del tráfico, así como en vías urbanas y autopistas en las que es necesario aumentar la longevidad del pavimento de la carretera.

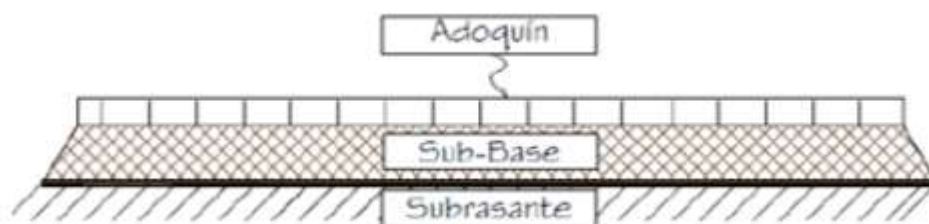
El tema que nos ocupa se refiere al ámbito del mantenimiento y la reparación. Aunque los pavimentos articulados están diseñados para reducir el agrietamiento y la distorsión, es posible que requieran mantenimiento y reparaciones a largo plazo. Las posibles actividades de mantenimiento de esta infraestructura podrían abarcar la aplicación de sellado de juntas, la sustitución de losas deterioradas y la reparación de grietas.

Los pavimentos articulados ofrecen varias ventajas, especialmente en términos de su mayor longevidad en comparación con los pavimentos rígidos convencionales en una serie de condiciones del suelo. Además, estos sistemas tienen la capacidad de mejorar la experiencia global de conducción a través de la mitigación efectiva del estrés inducido por las circunstancias del tráfico y la eliminación de las vibraciones.

En resumen, puede deducirse que los pavimentos articulados son un remedio viable y eficaz para regiones caracterizadas por condiciones de suelo difíciles y una importante congestión de vehículos. La meticulosa consideración prestada por los desarrolladores a los entresijos del desarrollo y ejecución de las juntas articuladas desempeña un papel significativo en el aumento de su longevidad y funcionalidad a largo plazo, reduciendo así la necesidad de un mantenimiento continuo.

Figura 4

Sección típica transversal pavimento articulado



Nota. Armijos (2009)

2.2.3 **Serviciabilidad de pavimentos**

La capacidad de servicio se refiere a la calidad del servicio proporcionado por un pavimento. La métrica inicial utilizada para evaluar la capacidad de servicio es el índice de capacidad de servicio actual (PSI), que va de 0 (que indica carreteras intransitables) a 5 (que representa carreteras en condiciones óptimas). El índice de superficie del pavimento (PSI) se determina cuantificando el nivel de rugosidad y el alcance de los daños, incluidos el agrietamiento, el parcheado y la deformación permanente, en un momento específico a lo largo de la vida útil del pavimento. De acuerdo con Minaya y Ordoñez (2006, p. 111), el principal determinante para determinar el PSI del pavimento es la rugosidad. El manual

AASHTO 1993 emplea la variación total del índice de servicio (ΔPSI) como criterio de diseño, el cual se define explícitamente como:

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

Donde:

P_0 : Índice de serviciabilidad inicial.

P_t : Índice de serviciabilidad final.

Tabla 2

Escala de calificación de serviciabilidad del pavimento

Clasificación	
Numérica	Verbal
5.0 - 4.0	Muy buena
4.0 - 3.0	Buena
3.0 - 2.0	Regular
2.0 - 1.0	Mala
1.0 - 0.0	Muy mala

Nota. Calo, Diego H. (2010) Diseño de pavimentos rígidos

El concepto de capacidad de servicio de los firmes engloba la capacidad de un firme, independientemente de su composición (por ejemplo, flexible o rígido), para proporcionar un nivel adecuado de funcionalidad, seguridad y comodidad a los usuarios a lo largo de su vida operativa. El procedimiento de evaluación incluye una serie de indicadores y métricas que tienen en cuenta aspectos como la calidad de la superficie, la integridad estructural, la seguridad vial y la satisfacción de los usuarios. En el texto siguiente se ofrece un análisis exhaustivo:

La evaluación de la capacidad de servicio de los firmes. El concepto de capacidad de servicio de los firmes comprende toda la capacidad de un firme para cumplir adecuadamente su finalidad prevista a lo largo de toda su vida útil, satisfaciendo las necesidades de los usuarios y manteniendo unos niveles de rendimiento aceptables. Este



concepto engloba varios atributos esenciales de los firmes y su comportamiento en diferentes contextos.

Las características principales:

El examen de la calidad superficial, especialmente en términos de capacidad de servicio, abarca la evaluación de la calidad global y la uniformidad de la superficie de rodadura. Estas características abarcan los atributos de suavidad, planitud y ausencia de defectos que posean el potencial de provocar molestias entre los usuarios.

El concepto de resistencia estructural se refiere a la capacidad de un pavimento para soportar las cargas de tráfico previstas sin sufrir deformaciones sustanciales ni daños estructurales. La capacidad de servicio es un término utilizado para describir la capacidad de un pavimento para mantener su resistencia y estabilidad a lo largo de su ciclo de vida.

La garantía de la seguridad del cliente es un aspecto esencial de la capacidad de servicio. Se refiere a la capacidad del pavimento para proporcionar suficiente tracción en diferentes condiciones meteorológicas y reducir la probabilidad de deslizamientos y accidentes.

La durabilidad se refiere a la capacidad del pavimento para mantener su nivel de prestaciones durante su vida útil prevista. Se refiere a la capacidad del material para soportar los efectos del tráfico de vehículos, las condiciones atmosféricas, el paso del tiempo y otros factores.

La evaluación de la capacidad de servicio incluye la consideración de la experiencia de conducción y la comodidad para una amplia gama de usuarios, incluidos tanto conductores como peatones, como determinantes fundamentales para evaluar la calidad general. Estas consideraciones abarcan aspectos como las vibraciones, los niveles de ruido y la comodidad percibida durante la conducción.

La evaluación y valoración de la capacidad de servicio en un entorno determinado requiere el uso de determinados indicadores y métricas, como el Índice Internacional de Capacidad de Servicio (IRI). El objetivo de este índice es proporcionar un medio

cuantitativo para evaluar la rugosidad de la superficie y la calidad general de las carreteras.

La evaluación de la capacidad de carga y la resistencia de los firmes puede realizarse mediante la aplicación de análisis estructurales y simulaciones.

No se puede exagerar la importancia de este tema.

La capacidad de servicio es una idea fundamental en el ámbito de la ingeniería de firmes, ya que garantiza que los firmes cumplan las normas predefinidas de rendimiento, seguridad y satisfacción de los usuarios. La evaluación y el mantenimiento de la capacidad de servicio son factores cruciales para prolongar la longevidad de los pavimentos, reducir los costes relacionados con el mantenimiento y mejorar la satisfacción de los usuarios.

En resumen, la noción de capacidad de servicio de los firmes incorpora un punto de vista holístico que tiene en cuenta varios aspectos del comportamiento de los firmes y de la satisfacción de los usuarios. La evaluación implica valorar la calidad de la superficie, la integridad estructural, las cuestiones de seguridad y la durabilidad a largo plazo para determinar en qué medida los pavimentos cumplen su finalidad prevista y satisfacen las expectativas de los usuarios.

2.2.4 Tipos de fallas de pavimentos

2.2.4.1 Fallas de superficie

La presencia de imperfecciones en la superficie de rodadura puede atribuirse a fallos de la capa de rodadura, que son independientes de la integridad estructural de la calzada. Estas imperfecciones pueden remediarse mediante el proceso de regularización superficial, que consiste en aumentar la impermeabilidad y la rugosidad para obtener el resultado deseado. Esto se consigue mediante la utilización de capas finas de asfalto que proporcionan un soporte estructural directo mínimo a la infraestructura de la carretera.

Las averías en la superficie del pavimento hacen referencia a los deterioros y defectos visibles que se producen en la capa superior del pavimento, afectando así a la calidad de la superficie de conducción y comprometiendo la eficacia, seguridad y durabilidad generales del pavimento. Estas averías pueden producirse como resultado de



varios factores, como la congestión del tráfico, condiciones meteorológicas desfavorables, diseño defectuoso, degradación gradual y mantenimiento insuficiente. En el texto siguiente se ofrece un análisis exhaustivo:

Los fallos superficiales de los firmes engloban muchas anomalías y deterioros que se hacen evidentes en la capa superior de un firme. Estas manifestaciones tienen un impacto perjudicial en la calidad general, el rendimiento y la seguridad de la superficie de conducción. Estos fallos pueden manifestarse como deformaciones, grietas, desconchados, baches y otros defectos visibles en la superficie del pavimento.

Las características principales:

Hay varios casos de fallos superficiales que incluyen una variedad de tipos.

Las grietas se definen como fisuras en el pavimento que muestran variaciones en tamaño y forma, incluyendo patrones de grietas longitudinales, transversales y en espiga.

Los baches se definen como hundimientos o depresiones que se desarrollan en la superficie, a menudo como consecuencia de daños estructurales en la capa subyacente.

El descascarillado es un fenómeno caracterizado por el desprendimiento de capas minúsculas de la superficie del pavimento, lo que da lugar al desarrollo de una textura gruesa.

Los agujeros, a veces conocidos como perforaciones, son casos de alteración del pavimento que pueden surgir como resultado de daños localizados o puntos débiles dentro de la capa.

Los elementos subyacentes que contribuyen a un determinado fenómeno o acontecimiento. Los fallos superficiales pueden producirse como resultado de varios factores, como la carga frecuente del tráfico, las condiciones meteorológicas definidas por ciclos de hielo-deshielo, la exposición a productos químicos, el diseño inadecuado del pavimento, el drenaje insuficiente y el proceso natural de envejecimiento.

Los defectos mencionados no sólo tienen ramificaciones visuales para el pavimento, sino que también imponen un impacto significativo en su rendimiento general.



Su uso tiene el potencial de aumentar la probabilidad de accidentes, reducir la comodidad de los usuarios, causar daños a los vehículos y acelerar el deterioro de la infraestructura del pavimento.

El mantenimiento es un requisito crucial que se desarrolla debido a la presencia de defectos superficiales, que a su vez implican intervenciones destinadas a prevenir la degradación futura y restaurar la funcionalidad adecuada del pavimento. Los procesos de mantenimiento requeridos dependen de las características individuales del fallo. Estos procedimientos incluyen actividades como el relleno de grietas, el parcheado de baches, el sellado de grietas y varias otras metodologías de restauración.

El tema que nos ocupa está relacionado con las técnicas de prevención y mitigación.

Para mitigar los fallos superficiales, es imprescindible emplear un diseño óptimo del firme, elegir los materiales adecuados y aplicar procesos de construcción y mantenimiento de calidad excepcional. La pronta detección y corrección de pequeños defectos puede dificultar considerablemente su propagación y paliar el deterioro general del firme.

El tema que nos ocupa tiene una relevancia considerable y justifica la necesidad de más investigación y análisis.

Los fallos superficiales tienen una influencia significativa en varias facetas, incluyendo la conducción, el bienestar del usuario y la durabilidad del pavimento. La rápida identificación y solución de los problemas son cruciales para preservar el estado y la funcionalidad de las carreteras y calles.

En resumen, Los fallos superficiales del pavimento engloban anomalías y deterioros observables en el estrato superior del pavimento, que poseen la capacidad de influir en la calidad de la superficie de conducción y en la seguridad de sus ocupantes. El reconocimiento, la comprensión y la corrección de estas deficiencias son esenciales para el mantenimiento de la durabilidad y la eficacia sostenida de los firmes.



2.2.4.2 Fallas estructurales

La presencia de fallas en la superficie de rodamiento puede atribuirse a fallas dentro de la estructura del pavimento, específicamente dentro de una o más de sus capas constituyentes. Estas capas están diseñadas para soportar la intrincada combinación de presiones causadas por el tráfico y las condiciones climáticas de la zona.

Al abordar esta forma particular de fallo, es imperativo mejorar la estructura actual del pavimento para garantizar que se adapte adecuadamente a los requisitos tanto del tráfico actual como del futuro. Por lo tanto, es imperativo desarrollar un marco novedoso que comprenda la subrasante y el refuerzo del pavimento preexistente.

Los fallos estructurales del pavimento se refieren a la aparición de defectos y degradación en las capas inferiores del pavimento, que se extienden más allá de la superficie. Como resultado, la integridad estructural del pavimento y su capacidad para soportar las cargas aplicadas se ven comprometidas. Los colapsos observados pueden atribuirse a una confluencia de variables, que abarcan la influencia de las cargas de tráfico, un diseño deficiente, materiales deficientes y condiciones desfavorables del suelo. La aparición de fallos estructurales puede dar lugar a deformaciones persistentes, daños en las capas internas y una disminución de la capacidad del pavimento para distribuir y soportar cargas de manera uniforme.

Los principales atributos.

Este estudio examina los numerosos síntomas del colapso estructural. Los colapsos estructurales tienen una variedad de manifestaciones distintas.

El fenómeno conocido como deformación permanente se refiere al proceso por el cual un material sufre un hundimiento o alteración que no muestra una recuperación completa a su forma original tras la aplicación de una fuerza externa.

La fatiga se define como la aparición de grietas y fracturas en las capas interiores de un material como resultado de la aplicación repetida de cargas de tráfico.



El asentamiento diferencial se refiere a la ocurrencia de hundimientos no uniformes en ciertas secciones de un pavimento, como resultado de variaciones en la capacidad de carga del suelo subyacente.

El fallo de la subcapa es un fenómeno que se distingue por la degradación o debilitamiento de las capas de base y subbase de un firme, lo que conduce a una disminución de la solidez estructural global del sistema de firmes.

Los factores fundamentales que conducen a un fenómeno o evento específico. Las fallas estructurales pueden surgir de varios factores, incluyendo las demandas excesivas de carga impuestas sobre el pavimento debido al tráfico vehicular continuo y la aplicación de pesos sustanciales.

Diseño insuficiente: Un diseño de pavimento que no tiene suficientemente en cuenta las cargas previstas y las propiedades del suelo.

La utilización de materiales deficientes o insuficientes en la construcción de pavimentos.

Los movimientos del suelo se refieren a alteraciones en el suelo subyacente, que se manifiestan ya sea como asentamientos o cambios de volumen resultantes de la expansión o contracción causada por variaciones en el contenido de humedad.

La ausencia de un mantenimiento adecuado: La ausencia de un mantenimiento rutinario podría dar lugar a la exacerbación de los problemas iniciales a lo largo de un período de tiempo.

La integridad estructural de un pavimento se ve significativamente afectada por los casos de fallo estructural, lo que resulta en el deterioro de la estructura del pavimento y su capacidad para soportar uniformemente el peso de las cargas de tráfico. Estas situaciones pueden provocar distorsiones duraderas, dañar los componentes internos y provocar hundimientos, con el consiguiente impacto negativo sobre el confort de conducción y la seguridad vial.

El proceso de reparación y rehabilitación implica la aplicación de metodologías más amplias para abordar eficazmente los defectos estructurales. Las metodologías utilizadas

pueden implicar el refuerzo de subcapas, la restauración parcial o total del pavimento y la aplicación de técnicas de rehabilitación especializadas con el objetivo de restaurar la capacidad de carga.

La prevención y la mitigación de los fallos estructurales abarcan varios componentes esenciales, incluida la aplicación de principios sólidos de diseño de firmes, la elección de materiales adecuados y la integración de técnicas de construcción que den prioridad a una calidad excepcional. La pronta detección de problemas y el mantenimiento frecuente son cruciales para mitigar de forma proactiva la progresión y la escalada de los fallos.

La importancia de los fallos estructurales radica en su potencial para afectar significativamente al funcionamiento, la longevidad y la seguridad de los pavimentos. La pronta identificación, comprensión y rectificación de estas deficiencias son cruciales para mantener la integridad y funcionalidad de las redes de carreteras y vías públicas.

En conclusión, es evidente que los fallos estructurales de los firmes plantean retos importantes para la integridad y la capacidad de carga de las capas de firme subyacentes. Para subsanar estas deficiencias, es necesario llevar a cabo intervenciones específicas y meticulosamente planificadas con el fin de restablecer el funcionamiento general y la integridad estructural del firme.

2.2.5 Fallas superficiales en el pavimento rígido

2.2.5.1 Blowup buckding

En regiones con altas temperaturas, pueden producirse sobreelevaciones o pandeos, que dan lugar a reventones o pandeos. Normalmente, estos sucesos se manifiestan en grietas estrechas o juntas transversales que carecen de anchura suficiente para acomodar la expansión de la losa. El principal factor que conduce a una anchura inadecuada es la infiltración de sustancias incompresibles en el espacio de la junta. Según Vásquez Varela (2002), si la expansión no es capaz de descargar una cantidad adecuada de presión, puede manifestarse pandeo o fragmentación en la región de la junta.

El término "pandeo por soplado" hace referencia a un fenómeno que se produce en los pavimentos de hormigón en condiciones climáticas cálidas y soleadas. Este proceso se denomina a veces "pandeo" o "expansión térmica" en la literatura académica. Este fenómeno se produce cuando las losas individuales de hormigón que componen la superficie del pavimento experimentan una expansión debido a la absorción del calor solar y la consiguiente expansión del material. La aparición de deformaciones y abombamientos en la superficie del pavimento puede tener consecuencias negativas tanto para el confort de la conducción como para la seguridad de la vía.

Características principales:

El abombamiento es un fenómeno que puede atribuirse al aumento de la temperatura solar, que provoca la elevación térmica de la superficie del pavimento. El hormigón, al ser una sustancia con capacidad para absorber energía térmica, experimenta dilatación térmica. Sin embargo, el proceso de expansión no siempre es uniforme, ya que está sujeto a las limitaciones impuestas por los límites de las losas de hormigón.

Deformación: El fenómeno de expansión del hormigón puede dar lugar a la generación de fuerzas internas, que posteriormente inducen deformaciones hacia arriba en la superficie del pavimento. Este fenómeno tiene la capacidad de inducir irregularidades y ondulaciones en el pavimento, creando así un paisaje irregular y peligroso para los vehículos de motor.

El impacto del pandeo por impacto es una preocupación notable para los conductores debido a su potencial para causar colisiones o dificultar la capacidad de mantener el control sobre los vehículos, ya que pueden surgir anomalías inesperadas en la superficie de la carretera. Además, este fenómeno tiene la capacidad de causar daños a los vehículos y de provocar problemas a las personas que utilizan la red de carreteras.

Prevención y mitigación: Se pueden emplear diversas técnicas para prevenir o mitigar la aparición del abombamiento. Estos procedimientos abarcan una serie de estrategias destinadas a evitar o paliar este fenómeno.

El diseño y la instalación de juntas de dilatación desempeñan un papel fundamental a la hora de favorecer la expansión del hormigón y reducir al mismo tiempo la creación de presiones perjudiciales.

El uso de revestimientos reflectantes en la superficie de los pavimentos se sugiere como estrategia para aliviar la absorción de calor.

Un enfoque plausible para aliviar el impacto de las elevadas temperaturas sobre las superficies de los pavimentos es la utilización de técnicas de irrigación, es decir, la aplicación de agua sobre el pavimento.

La importancia de este tema es notable.

La aparición del pandeo por reventón tiene la capacidad de afectar significativamente tanto a la seguridad de las personas que utilizan las carreteras como a la calidad general de su experiencia de viaje. Las ramificaciones potenciales abarcan colisiones de tráfico, daños a vehículos e interrupciones experimentadas por las personas que dependen de la infraestructura de transporte.

En conclusión:

El abombamiento es un fenómeno que se produce en los pavimentos de hormigón en condiciones climáticas cálidas y soleadas. La deformación y el pandeo de los firmes pueden producirse como consecuencia de la expansión térmica de las losas de hormigón provocada por la radiación solar. Para solucionar este problema, es crucial emplear procedimientos adecuados de diseño y mantenimiento que permitan controlar la expansión del hormigón y garantizar la seguridad de los conductores.

2.2.5.2 Grieta de esquina

El hueco se extiende desde una esquina hasta el borde adyacente de la losa, con una longitud máxima de 130 centímetros por lado. Una losa triangular se crea cuando las juntas transversales y longitudinales se cruzan, dando lugar a un ángulo de 50° con



respecto a la dirección del tráfico. Según Ruiz Brito (2011), las fisuras observadas en las esquinas de la losa exhiben una orientación vertical.

Las causas comunes de las fisuras en las esquinas incluyen altos volúmenes de tráfico, soporte reducido de la cimentación subyacente, variaciones en el espesor de la losa y transferencia de carga inadecuada en las juntas. Las soluciones de reparación, como el sellado de grietas de más de 3 mm o la aplicación de parches profundos, pueden estudiarse en función de la gravedad y el alcance del fallo (Vásquez Varela, 2002).

Una grieta angular, también conocida como "grieta en ángulo" o "grieta de esquina", es una irregularidad estructural que se produce en la intersección de dos superficies dentro de una estructura de pavimento, un edificio o cualquier otro tipo de construcción. La fractura que se observa tiene un patrón angular y puede atribuirse a muchos mecanismos, como el asentamiento diferencial, el desplazamiento del suelo y los impactos de los cambios climáticos que provocan expansión y contracción. A continuación, se presenta un análisis exhaustivo:

El fenómeno denominado "grieta angular" se refiere a la manifestación de una fisura o rotura en la región angular de una entidad, observada con frecuencia en muchos contextos. Una grieta de esquina es un tipo de fractura que se produce en la intersección de dos superficies, dando lugar a la creación de una estructura angular. El fenómeno examinado puede ocurrir tanto en construcciones de pavimentos como en estructuras, ya que surge de los efectos de tensiones y vibraciones en la unión de dos elementos estructurales.

Características principales:

Las grietas angulares se forman comúnmente en la unión de dos elementos estructurales, como muros y losas de hormigón, o en zonas donde se producen cambios en la dirección de la estructura, como las esquinas de edificios o las intersecciones de pavimentos.



El patrón angular es un patrón de diseño de software comúnmente empleado en el campo del desarrollo web. Se basa en las ideas de modularización y segregación de componentes. La disposición angular de la fractura de una esquina es su principal propiedad, resultado de la aplicación de fuerzas en dos direcciones distintas. El fenómeno observado tiene una trayectoria lineal que experimenta cambios bruscos de orientación.

Los factores que conducen a este fenómeno pueden atribuirse a varias causas. Las grietas de esquina pueden tener su origen en varios factores, como el asentamiento diferencial entre superficies, el desplazamiento del suelo causado por cambios en los niveles de humedad, la expansión y contracción debidas a fluctuaciones climáticas y las presiones internas derivadas de las operaciones de carga o construcción.

La existencia de grietas angulares en el interior de una estructura puede ejercer una influencia sustancial en su integridad estructural, ya que sus dimensiones y extensión tienen el potencial de comprometer su estabilidad global. Además, estas aberturas tienen la capacidad de favorecer la infiltración de agua y otras sustancias, acelerando así el proceso de deterioro de la estructura.

El tema de la prevención y mitigación es de gran importancia en varios campos y disciplinas. Implica estrategias y medidas destinadas a reducir la probabilidad y la gravedad de sucesos o resultados negativos. Para mitigar eficazmente la aparición de grietas en las esquinas, es aconsejable considerar la aplicación de los siguientes procedimientos:

Mediante la incorporación de conceptos adecuados de diseño estructural y la realización de evaluaciones exhaustivas de las cargas y movimientos previstos, la probabilidad de que se produzcan fracturas puede reducirse significativamente.

La mitigación de los movimientos del suelo puede lograrse mediante la aplicación de varias soluciones destinadas a regular los asentamientos diferenciales. Las estrategias englobadas en este contexto implican el desarrollo de una base bien compactada y la implantación de sistemas de drenaje adecuados.

Las juntas de control se utilizan con frecuencia en la construcción de hormigón para gestionar eficazmente el movimiento y mitigar la aparición de fracturas en esquinas o intersecciones.

Importancia: Las fracturas en las esquinas son indicativas de futuros problemas estructurales. La pronta detección y posterior resolución de estos problemas puede minimizar con éxito daños posteriores y garantizar la integridad estructural y la durabilidad del edificio.

En resumen, las grietas de esquina se definen como fracturas angulares que se producen en la intersección de dos superficies dentro de una estructura específica. La presencia de grietas en una estructura puede estar relacionada con muchos factores de tensión y movimientos, que requieren una reparación inmediata para mantener la integridad estructural y la seguridad general del edificio.

2.2.5.3 Losa dividida

El fenómeno que se describe es la fractura de una o varias partes de una losa de hormigón. Esto ocurre cuando las grietas longitudinales, transversales y diagonales convergen, dando lugar a la división de la losa en cuatro o más piezas distintas (Coronado, 2000).

Las causas de estos problemas pueden atribuirse a factores tales como un alto volumen de tráfico, un soporte de cimentación inadecuado o variaciones en el espesor de las losas de hormigón (Hamilton et al., 1999). Según Vásquez Varela (2002), las medidas correctoras de fracturas superiores a 3 mm o la sustitución de la losa pueden considerarse soluciones correctoras, en función de la gravedad y alcance del colapso.

Una losa partida, comúnmente conocida como "junta de construcción" o "junta de dilatación", es una discontinuidad deliberada incluida en un pavimento, hormigón u otra estructura arquitectónica. El objetivo principal de esta construcción es acomodar eficazmente los diversos movimientos y cambios dimensionales que se producen debido a las variaciones de temperatura, el asentamiento del suelo y otros elementos externos que

ejercen una influencia en la integridad general de la estructura. El uso de la separación regulada actúa como una estrategia proactiva para mitigar la aparición de la propagación incontrolada de fracturas y el deterioro prematuro de la estructura. A continuación, se ofrece una explicación exhaustiva:

Una losa partida es un vacío o abertura deliberada y meticulosamente planificada que se incluye dentro de un pavimento, hormigón o cualquier otro componente arquitectónico. La colocación deliberada de esta división está deliberadamente diseñada para facilitar la flexibilidad, contracción y adaptación de la estructura en respuesta a diferentes movimientos inducidos por variables como variaciones de temperatura, asentamientos en el suelo y otros tipos de esfuerzos.

Los principales atributos:

El objetivo principal de la implementación de losas partidas es proporcionar un movimiento controlado de la estructura, mitigando simultáneamente la ocurrencia de altas tensiones que potencialmente podrían resultar en agrietamiento incontrolado. El establecimiento de estas conexiones estructurales desempeña un papel importante en el mantenimiento de la integridad estructural de la estructura y garantiza su rendimiento sostenido durante un largo período de tiempo.

La colocación estratégica de las losas partidas se establece en función del movimiento previsto, especialmente en lugares cruciales como las conexiones entre diferentes segmentos de pavimento u hormigón, donde existen diferencias en la dirección estructural o en el espesor.

Formas y clasificaciones: Las losas partidas muestran una diversa gama de formas y dimensiones, abarcando tanto juntas longitudinales como transversales. Además, cabe destacar la presencia de otras clasificaciones de juntas de construcción, como juntas de dilatación, juntas de contracción y juntas de acomodación de asentamientos.

En ciertos casos, las juntas pueden utilizar materiales especializados para proporcionar un movimiento controlado y minimizar el daño potencial a la estructura general. Estos materiales pueden consistir en rellenos flexibles o agentes de sellado.

No se puede exagerar la importancia de este tema.

Las losas partidas desempeñan un papel vital en la mitigación del agrietamiento incontrolado y de los daños estructurales resultantes de los movimientos naturales progresivos. La aplicación de estas estrategias permite que las estructuras se adapten a las variaciones de los patrones climáticos y de las condiciones del suelo, preservando al mismo tiempo su integridad estructural.

El tema que nos ocupa se refiere a las técnicas de prevención y mitigación.

Garantizar la correcta instalación y mantenimiento de las losas partidas es crucial para asegurar su eficacia. En algunas circunstancias, puede ser imperativo aplicar regularmente sellado a las juntas con el fin de reducir la infiltración de agua y escombros, lo que potencialmente podría tener efectos perjudiciales sobre su eficacia operativa.

Sobre la base de las pruebas presentadas, puede deducirse que

Una losa partida es una partición intencionada dentro de un pavimento, hormigón u otra estructura arquitectónica, diseñada a propósito para permitir un movimiento controlado y variaciones dimensionales, mitigando así la aparición de grietas incontroladas. La incorporación de juntas en las construcciones arquitectónicas es de suma importancia para garantizar su longevidad sostenida y su eficacia operativa, ya que facilitan la capacidad de los edificios para adaptarse a condiciones cambiantes al tiempo que mantienen su solidez estructural.

2.2.5.4 Grieta de durabilidad "D"

La formación de fracturas en una junta, de naturaleza paralela o lineal, se produce debido a la expansión de grandes agregados durante el proceso de congelación y descongelación. Estas grietas conducen finalmente a la fractura de los paneles de la losa. La aparición de depósitos negros en la zona de grietas "D" debido a la saturación del hormigón alrededor de las juntas y fracturas es un fenómeno frecuentemente observado. Según Vásquez Varela (2002), esta forma de daño tiene el potencial de inutilizar toda la losa.



La expresión "grieta de durabilidad" se refiere a una forma distinta de fractura que surge en estructuras de pavimento, hormigón u otras construcciones debido a factores relacionados con la durabilidad del material. Se cree que las fracturas observadas en estos materiales son el resultado de su exposición a condiciones climáticas severas, degradación química, ciclos repetitivos de congelación y descongelación, y otros mecanismos que debilitan la integridad estructural del material y su capacidad para soportar las tensiones ambientales. El discurso que sigue ofrece un análisis exhaustivo.

Se observa la aparición de la grieta de durabilidad "D". Una grieta de durabilidad se refiere a una rotura o interrupción en la capacidad de un material u objeto para soportar el desgaste, la tensión o los daños a lo largo del tiempo. Una "D" es una grieta que surge en un componente estructural, como una carretera o un pavimento de hormigón, debido a la exposición a condiciones climáticas severas y a mecanismos que comprometen la estabilidad estructural y la durabilidad del material. Se cree que las fracturas observadas en el material son el resultado de muchos procesos que deterioran gradualmente su integridad estructural, reduciendo así su capacidad para soportar los factores ambientales.

Los atributos primarios se refieren a las características o cualidades esenciales que intervienen en la aparición o el desarrollo de un determinado fenómeno o acontecimiento. Las fracturas de durabilidad, indicadas con el símbolo "D", pueden surgir como resultado de muchos mecanismos de degradación, entre los que se incluyen:

Ataque químico se refiere al proceso de encontrarse con sustancias corrosivas o altamente reactivas presentes en las inmediaciones.

Los ciclos de congelación y descongelación se refieren al fenómeno iterativo de congelación y descongelación, que puede conducir a la degradación de los materiales debido a los cambios volumétricos del agua causados por su expansión y contracción.

El deterioro de los materiales con el paso del tiempo puede atribuirse a su exposición a una serie de condiciones perjudiciales, como la humedad, la sal y otros agentes erosivos.



Las fracturas de durabilidad, denominadas "D", tienen el potencial de surgir en varios puntos del interior de una estructura y mostrar patrones erráticos o estocásticos, que dependen de los puntos vulnerables del material.

La existencia de estas fisuras ejerce una influencia sustancial en la durabilidad y solidez de la estructura, ya que debilitan el material estructural y reducen su capacidad para soportar cargas y resistir diversas variables ambientales.

Este tema gira en torno a los principios fundamentales de prevención y mitigación.

Los procedimientos englobados en las técnicas de prevención y mitigación de las grietas de durabilidad, generalmente conocidas como grietas "D", son los siguientes:

La priorización de los materiales adecuados debe basarse en su capacidad para mostrar resistencia frente a las sustancias adversas presentes en el entorno circundante.

El uso de sellantes y revestimientos protectores ayuda a reducir la susceptibilidad del material a interacciones químicas perjudiciales, aumentando así su eficacia en el sellado y la protección.

El mantenimiento periódico incluye la realización sistemática de inspecciones y la ejecución de las reparaciones necesarias para detectar y solucionar rápidamente cualquier daño o deterioro.

El tema que nos ocupa reviste una gran importancia y merece una atenta consideración. La existencia de grietas de durabilidad, también conocidas como grietas "D", puede influir significativamente en la vida útil total, la solidez estructural y la seguridad de muchos proyectos de construcción. La existencia de estas entidades puede indicar un posible problema en relación con la sostenibilidad a largo plazo del tema considerado, por lo que requiere la adopción de medidas adecuadas para evitar un mayor deterioro.

En resumen, el término grietas de durabilidad "D" se refiere al desarrollo de fracturas en las estructuras debido a la influencia de diversos factores externos que comprometen la integridad y resiliencia del material de construcción. La existencia de estas fracturas actúa como señal de posibles problemas de durabilidad, requiriendo el despliegue



de medidas preventivas y de mantenimiento para sostener a largo plazo la integridad estructural de los edificios.

2.2.5.5 Escala (dislocamiento)

La manifestación del fallo se produce cuando hay una disparidad notable en la elevación de una losa de pavimento a un lado de una junta en comparación con una losa adyacente (Altamirano Kauffmann, 2007).

Un componente desencadenante tiene que ver con el desplazamiento hacia arriba de material suelto desde debajo de la losa precedente a través de una grieta o fractura, junto con el hundimiento del extremo de la losa posterior debido a la degradación de la estabilidad de los cimientos. Pueden observarse indicadores de bombeo bajo la losa, transmisibilidad de cargas en las juntas y estructura inadecuada de la capa. Según el Departamento de Gestión y Evaluación de Pavimentos (2016),

La evaluación de una intervención depende de su intensidad y alcance. Por ejemplo, el fresado ha sido discutido por Vásquez Varela (2002).

La descamación, también conocida como dislocación, es un fenómeno caracterizado por el deterioro o desprendimiento que se produce en las superficies de edificios, pavimentos u otros materiales de hormigón. Este fenómeno conlleva la separación de minúsculas escamas o trozos de materia de una superficie determinada, lo que da lugar a la creación de manchas irregulares y gruesas. La descamación puede producirse como resultado de varios factores, entre ellos la exposición prolongada a condiciones climáticas adversas, ciclos repetidos de congelación y descongelación, reacciones químicas y otros tipos de deterioro. A continuación, se presenta un análisis exhaustivo:

La consideración del tamaño, especialmente en el contexto de la dislocación, tiene una importancia sustancial dentro del discurso académico. La descamación es un suceso observable que se distingue por la separación gradual de fragmentos o segmentos diminutos del exterior de una construcción, como hormigón, pavimento u otras sustancias.



Este procedimiento da lugar a la formación de una textura irregular y gruesa. El deterioro puede ser el resultado de una combinación de factores, como las condiciones del aire, los niveles de humedad, las reacciones químicas y las tensiones internas.

Las características principales:

Los elementos que contribuyen a este fenómeno son los siguientes: La descamación puede producirse como resultado de varias razones, que abarcan:

La ocurrencia de ciclos de congelación y descongelación tiene el potencial de causar desprendimientos superficiales como resultado de la expansión del agua durante la congelación y la posterior contracción durante la descongelación.

El deterioro de los materiales puede atribuirse al impacto de productos químicos corrosivos, como sales, ácidos y agentes de descongelación.

La posibilidad de deterioro superficial y posterior descamación existe debido a las interacciones químicas entre los constituyentes del material y el entorno circundante.

La posibilidad de descamación de la superficie puede surgir de los efectos combinados de las tensiones térmicas y mecánicas, que pueden atribuirse a las fluctuaciones de temperatura y a las fuerzas mecánicas aplicadas.

La incidencia de la descamación se distingue por la presencia de pequeñas zonas en la superficie que han experimentado descamación, lo que da lugar a una textura desigual y un aspecto visual irregular. La detección de fragmentos o partículas minúsculos puede ser perceptible.

La influencia del tamaño en una estructura puede tener ramificaciones tanto en su atractivo visual como en su integridad estructural. Además, es concebible que este hecho pueda intensificar potencialmente el proceso de deterioro acelerado en las zonas afectadas.

El tema de la prevención y la mitigación reviste una importancia considerable en varias disciplinas.

Para mitigar y reducir la aparición de incrustaciones, se pueden contemplar muchas soluciones, entre las que se incluyen:

La aplicación de materiales resistentes implica la elección cuidadosa de compuestos que demuestren una menor vulnerabilidad a las reacciones químicas y a las duras condiciones ambientales.

Es aconsejable emplear selladores y revestimientos protectores para mitigar el grado de exposición de la superficie a productos químicos potencialmente nocivos.

Para mitigar la acumulación de agua en la superficie, es aconsejable adoptar métodos de drenaje eficaces.

La importancia de la escala reside en su capacidad para influir en la estética visual, la capacidad operativa y la durabilidad de las estructuras. Garantizar la conservación a largo plazo de la integridad y el rendimiento requiere la aplicación eficaz de medidas preventivas y correctoras del problema detectado.

En conclusión, puede deducirse que la descamación, también denominada dislocación, se refiere al desprendimiento gradual de pequeñas escamas o fragmentos de material de la superficie de una estructura. Este fenómeno se debe a una combinación de factores, como los ciclos repetidos de congelación y descongelación, la exposición a sustancias corrosivas y las tensiones mecánicas. Evitar y mitigar este problema es de suma importancia para mantener la integridad estructural y el atractivo estético de los edificios arquitectónicos.

2.2.5.6 Daño del sello de la junta

Esta condición se refiere a la permeabilidad del agua a través de las juntas o a la acumulación de sustancias en su interior. La existencia de fallos como el levantamiento y desconchamiento de juntas puede atribuirse a la restricción del movimiento de la losa causada por la acumulación de material no compresible (Coronado, 2000).

Según Hamilton, Dall'orto y Smith (1999), el deterioro del sellado de juntas puede producirse debido a muchos factores.

La expresión "daños en las juntas de estanqueidad" hace referencia a la rotura, degradación o deterioro de los materiales de estanqueidad utilizados en la construcción de



pavimentos, edificios de hormigón u otros elementos arquitectónicos, especialmente en las juntas de dilatación o contracción. El objetivo fundamental de estas juntas es impedir eficazmente la penetración de agua, productos químicos y partículas en las juntas, garantizando así la conservación de la integridad estructural del sistema. Cuando se daña la integridad de la junta, ésta se vuelve vulnerable a la entrada de productos químicos nocivos, lo que acelera el deterioro de la estructura y reduce su eficacia operativa. El discurso que sigue es una elucidación exhaustiva.

El fenómeno de la degradación de juntas se refiere al proceso de deterioro, erosión o fractura de los materiales de sellado utilizados en la creación de juntas de construcción, expansión o contracción en el interior de diferentes tipos de estructuras, como pavimentos, hormigón y otros componentes. El objetivo principal de estas juntas es impedir eficazmente la entrada de agua, productos químicos y partículas en las juntas. El deterioro de estas juntas tiene el potencial de socavar en gran medida la estabilidad estructural y la longevidad general del proyecto de construcción.

Características principales:

Hay varios factores que contribuyen a un resultado o fenómeno concreto. Estos factores pueden clasificarse en Factores que afectan a la magnitud del daño: La degradación de las juntas de estanqueidad puede atribuirse a diversos factores, entre los que se incluyen:

El deterioro de los materiales de estanqueidad puede deberse a su contacto con factores corrosivos, como productos químicos, sales, contaminantes o agentes meteorológicos severos.

Los ciclos de movimiento se refieren a las secuencias repetitivas de expansión y contracción que presentan las juntas. Las fluctuaciones de estos ciclos se deben principalmente a factores exógenos, como las oscilaciones de temperatura y el volumen de las cargas de tráfico. Como resultado, las juntas están expuestas a los efectos del deterioro y los daños, que en última instancia provocan el fallo de la junta.



El desgaste mecánico puede manifestarse debido a diversas variables, como el tráfico de automóviles, las operaciones de carga y descarga y otras tensiones mecánicas. Estos elementos tienen la capacidad de contribuir a la degradación de las juntas.

La integridad estructural de un sistema se ve dañada cuando se interrumpe el sellado de la junta, haciéndola vulnerable a la intrusión de agua, humedad y otros productos químicos nocivos. Los fenómenos anteriormente indicados tienen el potencial de acelerar el deterioro del material vecino, iniciar la corrosión y comprometer la estabilidad estructural.

La identificación de la degradación del sellado de la junta se consigue con frecuencia mediante inspecciones visuales, durante las cuales se observan signos de degradación como desgaste, desgarros o desconchados en el material de sellado.

El tema de la prevención y mitigación es de suma importancia en varios campos y disciplinas. Para mitigar o prevenir la degradación de las juntas de estanqueidad, se pueden considerar muchas soluciones potenciales, una de las cuales implica la selección de materiales que ofrezcan características duraderas. Emplee materiales de estanquidad que muestren resistencia a las variables químicas y meteorológicas.

Mantenimiento rutinario: Se recomienda realizar exámenes y mantenimientos periódicos de juntas y sellos para detectar rápidamente indicios de degradación y sustituir los materiales de sellado según sea necesario.

Aplicación correcta: El cumplimiento de las especificaciones del fabricante es de suma importancia para garantizar una aplicación precisa y adecuada de los materiales de sellado.

Importancia: La integridad comprometida del sellado de la junta puede tener consecuencias adversas en la eficacia de la junta para impedir la entrada de sustancias nocivas. El mantenimiento y la restauración de las estructuras desempeñan un papel vital para salvaguardar la integridad y durabilidad de estos edificios.

En resumen, los daños en las juntas se refieren al deterioro o la rotura de los materiales de sellado empleados en las juntas de construcción o dilatación. Los daños



mencionados tienen la capacidad de permitir la entrada de sustancias nocivas y acelerar el proceso de deterioro estructural. La eficacia de las juntas y la longevidad de las estructuras dependen en gran medida de la detección a tiempo, las medidas proactivas y el mantenimiento rutinario.

2.2.5.7 Desnivel carril/berma

La presencia de erosión o asentamiento puede provocar variaciones en la berma y el borde del pavimento, dando lugar a diferencias perceptibles. La presencia de desniveles puede potencialmente dar lugar a un riesgo. Además, es plausible que el fenómeno observado pueda atribuirse a una mayor infiltración de agua, como sugiere Vásquez Varela (2002).

Según Vásquez Varela (2002), si la discrepancia en la elevación supera los 25 mm, puede ser imperativo reajustar las bermas para alinearlas con el nivel del carril.

El concepto de "desnivel entre el carril y la berma" se refiere a una discrepancia en la elevación o nivel de la superficie entre el carril de tráfico de una carretera y la berma vecina, que es una zona no pavimentada o menos utilizada situada junto al carril. La aparición de irregularidades en las superficies de las carreteras puede atribuirse a varios factores, como el hundimiento del suelo, procedimientos de mantenimiento insuficientes, erosión y otras variables que contribuyen a la falta de continuidad de la infraestructura viaria. En el texto siguiente se ofrece un análisis y una interpretación exhaustivos:

La pendiente entre la calzada y la berma. El término "pendiente entre el carril y la berma" denota una disparidad de altura entre la superficie de un carril de circulación en una carretera y la zona vecina conocida como berma. La aparición de irregularidades en las superficies de las carreteras puede atribuirse a varios factores, por lo que puede afectar a la comodidad de la conducción, la seguridad de las carreteras y el rendimiento general de la red de carreteras.

Las características principales:

Hay varios factores que contribuyen a un determinado resultado o fenómeno. Estos factores pueden definirse Factores que contribuyen a la desigualdad socioeconómica Los factores que contribuyen a la disparidad entre el carril y la berma pueden variar y abarcar:

Los asentamientos del suelo se refieren a los desplazamientos no uniformes del suelo que afectan tanto a la calzada como a su terraplén adyacente.

La ocurrencia de erosión del suelo en la berma posee la capacidad de iniciar hundimientos, llevando a una separación espacial entre la berma y el carril adyacente.

La formación progresiva de taludes puede atribuirse a procedimientos de mantenimiento inadecuados.

Las condiciones meteorológicas, en particular los fenómenos meteorológicos extremos como las inundaciones, tienen la capacidad de iniciar procesos de erosión y asentamiento que, en última instancia, pueden conducir a la creación de taludes.

El impacto de un fenómeno o acontecimiento concreto se refiere a los efectos o consecuencias que tiene sobre diversos La existencia de una disparidad significativa de altitud entre el carril y la berma puede dar lugar a varios resultados, uno de los cuales es la incomodidad al conducir. Se refiere a la sensación de vibraciones y sacudidas desagradables que pueden sufrir los conductores.

El potencial de accidentes: Un análisis de los factores de riesgo y sus implicaciones Las caídas pronunciadas suponen un riesgo sustancial, especialmente en condiciones meteorológicas adversas o en escenarios caracterizados por una visibilidad reducida.

Degradación continuada: En caso de no intervención, la falta de uniformidad posee la capacidad de intensificarse y posteriormente socavar la integridad estructural de la calzada.

El tema de debate se refiere a las estrategias de prevención y mitigación. Se pueden considerar varios remedios potenciales para mitigar el problema de la disparidad entre el carril y la berma.

La importancia del mantenimiento rutinario en diversos contextos Deben realizarse inspecciones y mantenimientos frecuentes para detectar y solucionar rápidamente cualquier desnivel.

El objetivo en cuestión implica el uso de metodologías de corrección del suelo y el siguiente procedimiento de relleno para conseguir una alineación uniforme de la superficie entre la berma y el carril contiguo.

Es aconsejable contemplar la utilización de estrategias de diseño y construcción que aborden eficazmente la posibilidad de asentamientos diferenciales.

Importancia: La existencia de una desviación en la alineación del carril y la berma puede conducir a resultados negativos tanto para la calidad de las condiciones de conducción como para el nivel general de seguridad vial. Garantizar el confort y la seguridad de los usuarios de la carretera requiere la identificación crítica y la resolución de estas desigualdades.

En conclusión, puede deducirse que la expresión "desnivel entre carril y cuneta" se refiere a una discrepancia vertical entre la elevación de un carril de tráfico y la sección no pavimentada adyacente de una calzada. La existencia de irregularidades en las superficies de las carreteras puede atribuirse a diversas circunstancias, por lo que pueden degradar la calidad general de la experiencia de conducción y suponer un peligro para la seguridad vial. El éxito de la gestión de los taludes y la funcionalidad sostenida de las carreteras requieren la instalación de medidas preventivas adecuadas y la ejecución frecuente de operaciones de mantenimiento.

2.2.5.8 Grietas lineales

Cuando un panel de losa experimenta un fallo estructural, a menudo a lo largo del eje de la autopista o desde una unión transversal hasta el borde de la losa, el resultado es una fractura longitudinal, que da lugar a la separación de la losa en dos planos diferentes. Las fracturas de losa ocurren típicamente en direcciones perpendiculares u oblicuas, dividiendo la losa en dos planos separados conocidos como fracturas transversales y diagonales (Ruiz Brito, C. A., 2011).



La existencia de grietas en una edificación puede ser un indicio de mala estanqueidad. Según investigaciones publicadas por Vásquez Varela en 2002, la amplitud de estas grietas al momento de la falla puede oscilar entre 12 milímetros y 51 milímetros.

Las grietas lineales, también conocidas como fisuras lineales, son fracturas que se producen en el interior de estructuras de hormigón, pavimentos u otros materiales, y que aparecen en forma de líneas rectas o curvas. Las fracturas detectadas muestran una dirección discernible y pueden ser el resultado de diversas presiones externas y fuerzas internas ejercidas sobre el material. Las grietas lineales muestran cambios tanto en su longitud como en su profundidad, por lo que sirven como posibles indicios de diversas variables, como cargas de tráfico, movimiento del suelo, oscilaciones de temperatura y otros impactos negativos. En el texto siguiente se ofrece un análisis exhaustivo:

Las grietas lineales son un tipo de fracturas que se manifiestan en las superficies de diferentes construcciones, como hormigón, pavimento y otros materiales. La presencia de grietas se manifiesta en forma de líneas rectas, curvas o angulares. Las fracturas observadas muestran una dirección clara y presentan diferencias en cuanto a su anchura y profundidad. Es posible que la aparición de estas entidades se produzca como resultado de diversas tensiones y fuerzas aplicadas al material.

Las características fundamentales:

Forma y orientación: Las fracturas lineales pueden manifestarse en diversas formas, como disposiciones rectas, curvas o angulares. La orientación estructural puede manifestar patrones discernibles en su reacción a las tensiones y fuerzas externas.

Causas: Las fracturas lineales pueden producirse como resultado de varios factores, entre ellos:

Las grietas lineales pueden ser inducidas por factores de estrés mecánicos, incluyendo cargas de tráfico, cargas estáticas o dinámicas y tensiones internas.

Los movimientos del suelo, incluidos el asentamiento, la expansión y la contracción inducidos por las fluctuaciones climáticas, junto con otros tipos de movimientos, pueden provocar la formación de estas fisuras.



Las fluctuaciones de temperatura pueden provocar dilataciones y contracciones térmicas en los materiales, dando lugar al desarrollo de fracturas.

El fenómeno de la variabilidad en longitud y profundidad. Las fracturas lineales presentan una gran variedad de longitudes, que van desde pequeñas fisuras hasta grietas más grandes que se extienden a lo largo de distancias significativas. El grado de estas variaciones puede ir de trivial a sustancial en relación con el tema de que se trate.

Impacto: La presencia de fracturas lineales puede tener varias repercusiones:

El campo de la estética posee la capacidad de ejercer un impacto sobre las características visuales de una estructura.

La manipulación incorrecta de un material puede reducir su integridad, facilitando así la entrada de agua y productos químicos corrosivos. La infiltración puede acelerar el proceso de deterioro del material.

El tema central de este discurso gira en torno a las nociones de prevención y mitigación.

Se pueden emplear diversas estrategias para prevenir o mitigar la incidencia de las fracturas lineales.

La aplicación de principios adecuados de diseño estructural y la evaluación meticulosa de los niveles de tensión previstos pueden minimizar eficazmente la incidencia de la formación de grietas.

La utilización de diversas metodologías es imperativa en la administración de los asentamientos del suelo y las diferentes manifestaciones de los movimientos del suelo.

Las juntas de control se utilizan para facilitar los movimientos estructurales y minimizar la incidencia de fracturas.

El tema que nos ocupa tiene una relevancia considerable y merece una investigación adicional.

Las grietas lineales son indicativas de tensiones estructurales y deterioro de la movilidad. La pronta y eficaz identificación y gestión de estos problemas son cruciales para el mantenimiento de la solidez estructural y la longevidad sostenida de los edificios.

En conclusión, puede deducirse que:

Las fracturas lineales, a veces denominadas grietas, son imperfecciones estructurales que se propagan en forma de líneas alargadas. La presencia de daños estructurales puede atribuirse a muchas tensiones y movimientos, lo que subraya la importancia de dar prioridad a su prevención y gestión para garantizar la integridad estructural duradera de los edificios.

2.2.5.9 Parche y acometidas de servicios públicos

Sección de pavimento que se ha excavado como parte del mantenimiento rutinario para dejar paso a la instalación o sustitución de algún tipo de servicio público o componente de infraestructura. La funcionalidad del pavimento se ve afectada negativamente por las reparaciones mal realizadas, lo que puede indicar la necesidad de un mantenimiento más regular y de reforzar la estructura de la carretera. Un diseño deficiente o una construcción chapucera pueden dar lugar a más problemas una vez realizadas las reparaciones. La División de Evaluación y Gestión de Pavimentos (2016) afirma que

La gravedad y el alcance de la falla determinarán el mejor curso de acción para reparar grietas mayores de 3 mm o reemplazar el parche. Parafraseando lo que dice Vásquez Varela (2002).

El término "reparación de infraestructuras" hace referencia a una medida o intervención correctiva específica aplicada a diversas estructuras, como carreteras, aceras, paseos, edificios u otros componentes arquitectónicos. El término "reparación puntual" se utiliza para denotar el procedimiento de abordar un área específica de daño, deterioro o defecto en una superficie o estructura mayor. El parcheado es un método comúnmente utilizado que se lleva a cabo para hacer frente a una variedad de dificultades, incluyendo, pero no limitado a la reparación de grietas, baches, degradación y daños localizados.



Los principales atributos:

La noción de reparación localizada se refiere al proceso de rectificar o atender fallos o daños específicos dentro de una zona o ubicación designada, en contraposición a un ámbito más amplio. El término "parche" denota una acción correctiva centrada en una sección específica de un proyecto de construcción. En lugar de hacer una reconstrucción integral de toda la estructura, el problema se aborda dentro de un área restringida y delimitada.

La elección de los materiales de parcheado depende de los atributos particulares del daño y de la composición estructural. Los posibles componentes abarcan mezclas de asfalto, hormigón, mortero, selladores y otros productos químicos.

El proceso de parcheado implica una serie de procedimientos consecutivos, que incluyen el lavado, la preparación y la reparación de la zona afectada. Posteriormente, el material de parcheo se administra y comprime adecuadamente para restablecer los aspectos operativos y estéticos de la estructura.

Las conexiones de servicios públicos se refieren a las numerosas conexiones o extensiones que se originan a partir de la red principal de servicios públicos, como agua, gas, electricidad o telecomunicaciones. Estas conexiones facilitan el suministro de estos servicios a edificios residenciales o comerciales individuales. Estas conexiones permiten la distribución de los servicios desde la fuente original hasta los lugares donde se utilizan. Las conexiones de servicios pueden clasificarse en dos categorías principales: subterráneas y aéreas. La construcción de estas conexiones está sujeta a regulación y debe cumplir unos requisitos establecidos.

Los atributos fundamentales:

El estudio de las relaciones interpersonales examina la dinámica y las interacciones entre individuos en diversos contextos sociales. Este campo de investigación se centra en la comprensión de los factores Las conexiones de servicios públicos incluyen los vínculos tangibles que permiten el transporte de diversos servicios desde las redes de distribución



primaria hasta los consumidores individuales, incluidas las viviendas residenciales, las empresas comerciales y otros edificios.

La categorización de los servicios: Las conexiones de servicio se emplean para facilitar la prestación de varios servicios vitales, como agua potable, suministro de gas, electricidad, teléfono, internet y cable.

El procedimiento de instalación abarca el establecimiento de conexiones de servicios, que pueden clasificarse como subterráneas, en referencia a las conexiones que están enterradas bajo tierra, o aéreas, en referencia a las conexiones que están tendidas en postes. La elección depende de las características del servicio y de las condiciones existentes en la zona.

Las conexiones de servicios están sujetas a normativas tanto locales como nacionales, que sirven para garantizar el cumplimiento de los requisitos de seguridad, mantener altos niveles de calidad y fomentar la compatibilidad con la red eléctrica.

No se puede exagerar la importancia de este tema.

La conservación y mejora de las infraestructuras y el funcionamiento de la comunidad dependen en gran medida de la realización de arreglos y conexiones de servicios. Los parches se diseñan específicamente para solucionar casos de daños localizados, mientras que las conexiones de servicios desempeñan un papel fundamental a la hora de garantizar la prestación de servicios vitales a los clientes.

En conclusión, puede deducirse que los parches de infraestructura se refieren a reparaciones específicas realizadas en segmentos deteriorados de las instalaciones, con el objetivo de restablecer su capacidad operativa y su solidez estructural. En cambio, las conexiones de servicios públicos se refieren a los vínculos tangibles creados entre los proveedores de servicios clave y los consumidores individuales, que permiten la prestación de servicios vitales. Ambos componentes desempeñan un papel vital en el funcionamiento y la funcionalidad de una comunidad y sus infraestructuras.

2.2.5.10 Pulimento de agregados

La superficie de rodamiento presenta una textura inusualmente lisa como resultado de la actividad pulidora de los áridos. La presencia de textura superficial es esencial para garantizar el contacto adecuado entre el neumático y el pavimento (Ruiz Brito, C. A., 2011).

El pulimento de los agregados se atribuye principalmente a los efectos abrasivos del tráfico vehicular, lo que resulta en la erosión gradual de la superficie de los agregados, particularmente cuando la calidad de los mismos es deficiente. Además, es importante destacar los diversos elementos que contribuyen a la ocurrencia de la falla mencionada.

La dosificación inadecuada del hormigón, en proporción al contenido de agua en el diseño, junto con un acabado superficial deficiente o la utilización de áridos reciclados, son variables potenciales que pueden contribuir a la disminución de la calidad del pavimento. Según el Departamento de Gestión y Evaluación de Pavimentos (2016),

Según el Departamento de Gestión y Evaluación de Pavimentos (2016), las posibles opciones de reparación, como el ranurado o el recubrimiento de la superficie, pueden considerarse soluciones viables, dependiendo del grado y el alcance del fallo.

El proceso conocido como pulido de áridos, también denominado "pulido de áridos vistos" o "áridos vistos", consiste en la manipulación mecánica de la superficie de una losa o pavimento de hormigón para mostrar los áridos presentes en la mezcla de hormigón, que pueden incluir piedras, grava u otros materiales similares. La metodología mencionada produce una superficie estéticamente atractiva y duradera que muestra de forma prominente los áridos. El pulido de áridos es un método comúnmente utilizado para mejorar el atractivo estético y la calidad general de pavimentos, caminos y superficies decorativas. A continuación, encontrará una explicación exhaustiva:

El término "pulido de áridos" es una técnica utilizada en la mejora de superficies de hormigón o pavimento, mediante la cual se elimina una fina capa de hormigón para revelar



los áridos incorporados en la mezcla. El resultado es una textura gruesa duradera y estéticamente atractiva que muestra vívidamente los guijarros.

Los principales atributos:

El proceso mecánico de pulido de áridos implica la aplicación de equipos de pulido equipados con discos abrasivos. Los discos abrasivos se emplean para eliminar eficazmente la capa superior del hormigón, dejando al descubierto las partículas subyacentes y consiguiendo una superficie uniforme y brillante.

Los agregados expuestos abarcan una gama diversa de agregados, que varían en tamaño y composición, que son visualmente discernibles en la superficie. Estos agregados pueden incluir piedras, grava o trozos de vidrio vibrante. Los agregados desempeñan un papel crucial a la hora de establecer la textura única y los atributos ópticos de la superficie pulida.

La práctica del pulido con agregados se emplea para aumentar el atractivo visual y la resistencia estructural de diversas superficies. La aplicación de esta técnica no sólo aumenta el aspecto estético, sino que también mejora la resistencia de la superficie a la abrasión y su longevidad general.

El pulido de áridos es una técnica ampliamente utilizada en diversos contextos, como pavimentos, pasarelas, suelos industriales y superficies estéticas tanto interiores como exteriores.

La metodología empleada en este estudio:

Preparación: Antes de iniciar el procedimiento, la superficie de hormigón se somete a una limpieza y un examen exhaustivos para determinar su compatibilidad con el tratamiento posterior.

El proceso de esmerilado implica el empleo de equipos de pulido equipados con discos abrasivos de diferentes tamaños de grano. Estas máquinas se utilizan para eliminar la capa superior de la superficie de hormigón y dejar al descubierto las partículas subyacentes.

Lograr una superficie nivelada y visualmente uniforme es un objetivo importante en el proceso de refinamiento, a veces denominado nivelación.

La etapa final del procedimiento implica el uso de una capa protectora para preservar la superficie y aumentar el atractivo estético de los áridos descubiertos resaltando sus matices y texturas.

La relevancia del tema tiene gran importancia.

El procedimiento de pulido de áridos ofrece una combinación de atractivo estético y funcionalidad duradera. Además de su atractivo visual, esta característica tiene la capacidad de mejorar la resistencia a los daños y el deterioro, así como de agilizar los procedimientos de mantenimiento.

A partir de las pruebas presentadas, puede deducirse que

El pulido de áridos es una técnica empleada en el proceso de refinado de superficies de hormigón, mediante la cual se elimina meticulosamente la capa superior para dejar al descubierto las partículas incrustadas en el interior de la mezcla. La metodología mencionada produce una fachada duradera y estéticamente atractiva que resulta muy adecuada para muchas aplicaciones arquitectónicas y de construcción.

2.2.5.11 Popouts (desprendimiento)

Un desprendimiento se refiere a un pequeño segmento de pavimento que se desprende del pavimento circundante. El fenómeno puede atribuirse a la desintegración y erosión de partículas delicadas o fragmentos de madera debido a la congestión vehicular. Según Vásquez Varela (2002), el ancho del objeto varía entre 25,0 mm y 102,0 mm, mientras que su espesor va de 13,0 mm a 51,0 mm. En caso de daños múltiples en el pavimento, no es imperativo actuar hasta que la evaluación determine que la falla es una consecuencia secundaria con repercusiones significativas. Según Vásquez Varela (2002).

Los salientes, también conocidos como "desconchados del hormigón", incluyen la separación de fragmentos cónicos o cóncavos de la superficie exterior de una estructura



de hormigón, lo que provoca la creación de huecos o hendiduras poco profundas en la superficie. El desarrollo de estas protuberancias se atribuye a la expansión volumétrica del agua en el interior de los poros del hormigón resultante del ciclo repetitivo de congelación y descongelación. El proceso de expansión da lugar a fuerzas y tensiones internas, que finalmente provocan el desprendimiento de fragmentos de la superficie del hormigón. Los elementos salientes tienen la capacidad de influir tanto en el atractivo estético como en la integridad estructural de un edificio. A continuación, se presenta un análisis exhaustivo:

El desconchamiento del hormigón, a veces denominado desprendimiento, es un proceso caracterizado por el desprendimiento de fragmentos diminutos de la superficie del hormigón. Los desprendimientos son anomalías estructurales que se producen en los edificios de hormigón cuando las secciones cónicas o cóncavas se desprenden de la superficie debido a la expansión del agua de los poros durante los ciclos de congelación y descongelación. El aspecto y la integridad estructural del edificio pueden verse afectados por la formación de estas protuberancias, que pueden crear huecos o depresiones poco profundas en la superficie del hormigón.

Las características principales:

Los factores que contribuyen a la aparición o desarrollo de un fenómeno concreto. Las protuberancias son un fenómeno que surge debido a la cristalización del hielo dentro de los minúsculos poros del hormigón cuando el agua se congela. Los cristales que se generan como consecuencia de este proceso experimentan una expansión, por lo que ejercen presión sobre la pasta de hormigón circundante, dando lugar a la separación de fragmentos de la superficie.

Los atributos o características físicas de un objeto o entidad. Las protuberancias muestran una sorprendente similitud con minúsculos cráteres o depresiones cóncavas en la superficie del hormigón. Sus dimensiones pueden variar desde unos pocos milímetros hasta varios centímetros de diámetro.

La aparición de protuberancias puede observarse en diversas áreas de las superficies de hormigón, incluidos pavimentos, aceras, muros y estructuras verticales.



Impacto: Los resaltes pueden tener varios efectos:

La estética comprende la influencia visual sobre la superficie, pudiendo dar lugar a la formación de una textura irregular.

La durabilidad de una superficie puede verse comprometida por los resaltes, que son propensos a debilitar su integridad estructural y reducir su resistencia a la abrasión y otros tipos de deterioro. El tema de debate se refiere a las estrategias de prevención y mitigación. Para mitigar o minimizar la incidencia de los reventones, se pueden tener en cuenta muchas medidas, como:

La aplicación de áridos de alta calidad: Utilización de áridos adecuados de alta calidad para reducir la probabilidad de reventones.

Gestión del agua: Minimizar la interacción entre el agua y el hormigón a lo largo de las etapas de fraguado y curado.

Es aconsejable emplear selladores adecuados para proteger la superficie contra la penetración de agua y mitigar los efectos perjudiciales de los ciclos de hielo-deshielo.

Importancia: La inclusión de salientes en una estructura de hormigón puede afectar negativamente a su atractivo estético y a su integridad estructural general durante un periodo prolongado. Para garantizar la calidad general y la vida útil de una estructura es necesario evitar y resolver rápidamente los problemas de construcción.

En resumen, los desprendimientos se definen como partículas cónicas o cóncavas que se desprenden de la superficie de una estructura de hormigón debido a la expansión del agua durante los ciclos de congelación y descongelación. La existencia de estos elementos puede influir tanto en la estética visual como en la durabilidad a largo plazo de la estructura arquitectónica. La mitigación de estos impactos requiere una cuidadosa deliberación en la selección de materiales y métodos de construcción, con el fin de minimizar los riesgos asociados a este fenómeno.

2.2.5.12 Bombeo

Procedimiento de extracción de partículas que han quedado atrapadas en juntas o fisuras debido a la deformación de una losa como consecuencia de la imposición de cargas externas. Cuando el agua se vierte, con frecuencia transporta partículas compuestas de grava, arena, arcilla o limo. Este fenómeno puede provocar la desestabilización y pérdida de soporte de las losas de hormigón. La presencia de material que se forma dentro de las juntas y fracturas de la losa, así como en la superficie del pavimento, sirve como indicio de la ocurrencia de bombeo. Según la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Nacional de Vías (2006).

Factores como la aplicación de cargas fuertes y frecuentes, el agua entre la losa y la mala constitución de la estructura, o una subrasante erosionable pueden contribuir al mencionado colapso. Dependiendo del grado y la localización de los daños, las posibles estrategias de reparación incluyen no hacer nada, sellar las fracturas mayores de 3 mm o restablecer la transmisión de cargas (Vásquez Varela, 2002).

El fenómeno del bombeo es comúnmente observado en pavimentos flexibles, concretamente en carreteras y calles. Consiste en el desplazamiento vertical de agua o lechada desde las capas inferiores del pavimento hasta la superficie, que se produce como consecuencia del impacto de las cargas del tráfico. El acto de bombeo tiene la capacidad de causar la erosión del suelo bajo el pavimento, dando lugar a la formación de huecos o depresiones en la superficie de la carretera. A continuación, se presenta un análisis exhaustivo:

La ocurrencia de bombeo en pavimentos. El bombeo es un fenómeno que se produce en pavimentos flexibles, concretamente en carreteras y calles, en el que se produce el movimiento vertical de agua, lechada u otros materiales desde las capas inferiores del pavimento hacia la parte superior debido a la aplicación de cargas de tráfico. Este fenómeno puede provocar la erosión y el desplazamiento de los materiales que se



encuentran debajo del pavimento, con la consiguiente formación de huecos, depresiones y deformaciones en la superficie de la carretera.

Características principales:

La aparición del bombeo en los pavimentos flexibles se atribuye predominantemente a la imposición recurrente de tensiones inducidas por el tráfico. La aplicación repetitiva de fuerzas externas conduce a la entrada de agua y materiales subterráneos en la capa superior del pavimento.

Los impactos o consecuencias. El proceso de bombeo puede tener varios resultados:

La producción de depresiones incluye procesos erosivos que se producen bajo el pavimento, dando lugar a la aparición de huecos o depresiones en la superficie.

La acumulación de material deteriorado puede dar lugar a la aparición de deformaciones observables en la superficie de la carretera.

El tema central de este discurso gira en torno a las nociones de prevención y mitigación. Se pueden aplicar diversas técnicas para mitigar o reducir la aparición de bombeos en el pavimento.

Drenaje adecuado: Un sistema de drenaje eficaz desempeña un papel crucial en la reducción de la acumulación de agua en las capas del pavimento, minimizando así la necesidad de bombeo.

Utilización de materiales adecuados. Seleccione materiales de cimentación y subbase adecuados que presenten una gran resistencia a la erosión y al desplazamiento.

El mantenimiento rutinario es de suma importancia para la conservación adecuada del pavimento. Implica el examen y la reparación periódicos del pavimento para detectar y abordar rápidamente cualquier posible problema de bombeo en sus fases iniciales.

La importancia del bombeo reside en su capacidad para tener un impacto negativo en la calidad y longevidad del pavimento. La resolución inadecuada de este asunto puede tener consecuencias negativas tanto para la seguridad de los usuarios de la carretera como



para la comodidad general de la conducción, además de acarrear costes sustanciales de reparación.

En esencia, el término "bombeo" se refiere al desplazamiento vertical de agua y materiales desde las capas inferiores hasta la superficie en el interior de los pavimentos flexibles, principalmente como consecuencia de las cargas del tráfico. El fenómeno descrito anteriormente puede dar lugar a la formación de depresiones e irregularidades en la superficie del pavimento. La aplicación eficaz de medidas preventivas adecuadas y un mantenimiento constante son esenciales para minimizar los resultados negativos relacionados con la práctica del bombeo en carreteras y vías públicas.

2.2.5.13 Punzonamiento

Al descender la losa, una zona localizada ha sufrido una fragmentación. Este lugar concreto se caracteriza por la presencia de una grieta y una junta, o dos grietas muy próximas que suelen tener una distancia de separación de 1,52 m. El daño observado en este caso puede atribuirse a diversos factores, como la aplicación de cargas severas durante un periodo prolongado, el grosor inadecuado de la losa, un soporte estructural comprometido o deficiencias en el diseño de la losa de hormigón (Vásquez Varela, 2002). Las posibles estrategias de reparación de los fallos en las infraestructuras pueden consistir en el sellado de grietas o el parcheado en profundidad, y el enfoque específico que se elija dependerá del grado y el alcance del deterioro (Vásquez Varela, 2002).

2.2.5.14 Cruce de vía férrea

Los signos de daños en un paso a nivel incluyen depresiones o salientes cerca de las vías (Vásquez, 2002). Dependiendo de la cuantía de los daños, son posibles muchas formas de intervención, como un parcheado total o parcial o la restauración del puente (Vásquez Varela, 2002).

2.2.5.15 Desconchamiento, mapa de grietas craquelado

El desconchamiento del hormigón se refiere al proceso por el cual pequeños fragmentos de hormigón se desprenden de la superficie de una losa, penetrando hasta una profundidad que oscila entre 6 y 13 mm. La formación de grietas se produce como resultado de la presencia de diminutas fisuras capilares que penetran únicamente en la capa exterior del hormigón. El desconchado y el desconchado progresivo son el resultado de fracturas que se conectan en ángulos de 120° , y su gravedad depende del nivel de actividad del tráfico (Hamilton, Dall'orto, & Smith, 1999). Una de las causas del deterioro del hormigón es el impacto del tráfico, que puede conducir a la formación de grietas finas y al desconchado final. Además, otros factores como un acabado excesivo del mortero, un uso excesivo de agua durante la construcción o una armadura colocada demasiado cerca de la superficie también pueden contribuir a este fenómeno (Hamilton, B. A., Dall'orto, B., & Smith, W, 1999), Dall'orto, B., & Smith, W, 1999). La reparación es un tipo de intervención que engloba varios métodos, como el parcheado parcial, el parcheado profundo o la sustitución completa de la losa o el recubrimiento. El enfoque específico elegido depende de la gravedad y el alcance del fallo (Vásquez Varela, 2002).

2.2.5.16 Grietas de retracción

Se trata de fisuras que se manifiestan en el exterior del hormigón recién vertido debido a la contracción de la sustancia durante su fase maleable.

Normalmente, estas fisuras se manifiestan como fracturas capilares discretas que se propagan de forma aleatoria por superficies limitadas. Sin embargo, en algunos casos, pueden dar lugar a un grupo de grietas diminutas interconectadas. En todos los casos, su impacto se limita únicamente a la superficie superior de las losas. Según el Departamento de Gestión y Evaluación de Pavimentos (2016),

Curado temprano inadecuado en presencia de circunstancias desfavorables. La retracción del hormigón puede atribuirse a variables como la debilidad de la capa de

rodadura superficial o la inadecuada composición del hormigón después de su colocación (Departamento de Gestión y Evaluación de Pavimentos, 2016).

Según Vásquez Varela (2002), la consideración de medidas de reparación puede no ser esencial debido a su mínima influencia en la calidad del tráfico.

2.2.5.17 Descascaramiento de esquina

La incidencia observada es una fractura dentro de la losa de hormigón, situada aproximadamente a 0,6 metros de la esquina. Se puede distinguir entre un desprendimiento de esquina y una grieta de esquina en función de sus características respectivas. A diferencia de una grieta de esquina, que a menudo se extiende verticalmente a lo largo de la esquina de la losa, un desprendimiento de esquina suele mostrar una pendiente descendente a medida que se cruza con la junta. Según Vásquez Varela (2002), se observó una grieta de menos de 127 mm a ambos lados de la esquina.

El deterioro de las superficies de pavimento puede atribuirse a los efectos combinados del tráfico y la intemperie. Los métodos de construcción deficientes y la baja calidad de los materiales son responsables de los fallos observables, según afirma el Departamento de Gestión y Evaluación de Pavimentos (2016). La opción de reparación de no intervención o parcheo parcial puede considerarse apropiada en función de la extensión de la gravedad del problema (Vásquez Varela, 2002).

2.2.5.18 Descascaramiento de junta

Cuando una junta o esquina se encuentra a una distancia inferior a 0,60 m, los bordes de la losa pueden fracturarse o desintegrarse. Según Hamilton, Dall'orto y Smith (1999), el paso vertical a través de la losa es poco frecuente.

Los daños observados pueden atribuirse a diversos factores, como la presencia de tensiones elevadas en el interior de las juntas debido a las presiones aplicadas, la intrusión de materiales densos en las juntas, la fragilidad del hormigón adyacente a las juntas, las

prácticas inadecuadas de diseño y construcción que conducen a una transferencia inapropiada de la carga dentro del sistema y la acumulación de agua dentro de las juntas. Varias causas pueden contribuir potencialmente a la aparición de fallos en las juntas.

Se puede considerar la posibilidad de utilizar parches parciales o la reconstrucción de las juntas como posibles opciones de reparación, dependiendo de la gravedad y el alcance del fallo (Vásquez Varela, 2002).

2.2.6 Evaluación superficial de pavimentos

La evaluación de pavimentos implica la generación de un informe exhaustivo que presenta el estado actual de la superficie del pavimento. Este informe sirve de base para determinar las estrategias de reparación y mantenimiento adecuadas, con el objetivo de prolongar la vida útil del firme. Por lo tanto, es crucial seleccionar y realizar una evaluación que sea imparcial y se ajuste a las condiciones ambientales específicas en las que se encuentra el pavimento (Vásquez V. Luis R. 2002).

2.2.7 Índice de condición de un pavimento (PCI)

El índice de estado de los firmes (PCI) está ampliamente considerado como la metodología más completa para la evaluación objetiva y la certificación de los firmes tanto flexibles como rígidos. Se considera un componente crucial dentro de los modelos existentes de gestión del tráfico. La aplicación del enfoque es sencilla y no requiere el uso de herramientas especializadas más allá de las que son inherentes al sistema, como se indica en la siguiente sección. La formulación original del PCI incluye todos los perjuicios, aunque es importante señalar que algunas enfermedades deben excluirse debido a que su origen o naturaleza no guardan relación con las condiciones locales. El usuario de este libro poseerá la capacidad de identificar rápidamente estas circunstancias con una comprensión exhaustiva. El Índice de Condición del Pavimento (PCI) es una medida cuantitativa que va de cero (0) a cien (100) y que representa la condición de un pavimento.

Una puntuación de cero indica un pavimento en mal estado, mientras que una puntuación de cien significa un pavimento en buen estado. La Tabla 2 muestra los rangos del Índice de Estado del Pavimento (ICP) junto con sus descripciones cualitativas relacionadas, tal y como documenta Vázquez (2002, p. 2).

Tabla 3

Índice de condición del pavimento y rating de condición del pavimento

Índice de condición del pavimento	Rating de condición del pavimento
0<PCI<10	Fallado
10<PCI<25	Muy pobre
25<PCI<40	Pobre
40<PCI<55	Regular
55<PCI<70	Bueno
70<PCI<85	Muy bueno
85<PCI<100	Excelente

Nota. Vasquez V. Luis R. (2002) Pavement Condition (PCI)

2.2.8 Procedimiento de evaluación de condición

- Equipo

Según Vázquez (2002), el autor analiza el equipo esencial necesario para evaluar la calidad del pavimento. El equipo incluye lo siguiente:

El propósito principal del odómetro es cuantificar la extensión del daño longitudinal y área. Posteriormente, se emplean la regla y la cinta métrica para determinar la profundidad de las roderas o depresiones. Estas mediciones se complementan con el manual de daños de la PCI, que proporciona los formatos apropiados y una cantidad adecuada de información necesaria para llevar a cabo la actividad.

➤ **Procedimiento de evaluación**

La inspección de una unidad representativa se lleva a cabo con el fin de evaluar la naturaleza, el alcance y la intensidad de los daños de acuerdo con las directrices



descritas en el manual de daños. A continuación, se documentan los datos pertinentes utilizando el formato adecuado. Es imperativo poseer una comprensión completa de los criterios de daños y adherirse rigurosamente a las metodologías de medición establecidas. Según Vásquez (2002), para cada unidad de muestreo se utiliza un formulario u hoja de información de exploración del estado. En este formato, cada línea es utilizada para documentar la presencia de daños, su extensión y el nivel de severidad. (p. 6)

2.2.9 Cálculo de PCI

Una sección de firme consta de varias unidades de muestreo. En caso de que todas las unidades de muestreo sean inevitables, el índice de estado del firme (ICP) de la sección se determinará tomando la media de los ICP calculados para cada unidad de muestreo individual. Si se utiliza la técnica de muestreo, se aplicará un procedimiento adicional. Si el proceso de selección de las unidades de muestreo para la inspección se ha realizado mediante la técnica aleatoria sistemática o basándose en la representatividad de la sección, el ICP (Probabilidad de Inspección Correcta) se calculará como la media de los ICP de las unidades de muestreo examinadas. Según Vásquez (2002, p. 8), en el caso de emplear unidades de muestreo adicionales, se calcula una media ponderada utilizando el siguiente método.

De acuerdo con Vásquez (2002), el número máximo de fallas permitido puede ser determinado utilizando la siguiente ecuación.

Ecuación N°01. Determinación del Máximo Número de Fallas Permitidas

$$M=1(9/95)*(100-VAR).....Ec. N°01$$

Donde:

m: Numero permitido de VRs incluyendo fracciones.

VAR: Valor individual más alto de VR.



2.2.10 Resistencia a la compresión del concreto

Al examinar los protocolos de dosificación de las mezclas de hormigón, es aconsejable crear mezclas de prueba para determinar las proporciones de hormigón que satisfacen los atributos deseados adecuados para la construcción. No obstante, debe tenerse en cuenta que el hormigón producido in situ o en una planta de fabricación puede no poseer una resistencia consistente que se alinee con precisión con los valores derivados de las mezclas de prueba. La resistencia a la compresión del hormigón muestra a menudo una correlación positiva con el paso del tiempo. El ritmo de aumento es inicialmente rápido en los primeros días tras la colocación, pero posteriormente se vuelve más moderado. Sin embargo, seguirá aumentando a un ritmo decreciente indefinidamente.

La resistencia a la compresión del hormigón después de 28 días, evaluada mediante ensayos normalizados y bajo el supuesto de un curado adecuado, se emplea comúnmente como medida de la excelencia del hormigón. Según Rivera (s.f.), las consideraciones estadísticas sugieren que el enfoque más eficaz para establecer un estándar de calidad, dada la variabilidad de los resultados, es mediante la utilización de un método específico. (p. 121).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Pavimento

Un pavimento es una superficie construida diseñada específicamente para soportar y distribuir las tensiones generadas por el tráfico de vehículos a lo largo de su vida útil prevista. El deterioro de los pavimentos suele deberse a un aumento del volumen de tráfico o a la superación del período de diseño del pavimento. Este deterioro se manifiesta de varias formas y se atribuye principalmente a la degradación de la elasticidad del pavimento. Por lo tanto, es imperativo poseer una comprensión integral de la noción de pavimento (Calo, Diego H., 2010).

2.3.2 Grieta de esquina

Una grieta de esquina es una fractura que atraviesa una junta en una losa que se extiende menos de o igual a la mitad de la longitud de la losa a cada lado desde la esquina. Una losa de 3,70 por 6,10 con una fractura que se extiende 1,50 por 3,70 metros es un ejemplo. Esta rotura es una fractura diagonal, no una fractura de esquina. Por otro lado, una grieta de esquina se define por tener una longitud de 2,40 m y una anchura de 1,20 m. Una grieta de esquina es diferente de un desconchón de esquina debido a sus propiedades únicas. Una grieta de esquina es una unión que cruza en ángulo, mientras que una grieta de esquina tiene una extensión vertical que abarca todo el espesor de la losa. Vásquez (2002) afirma que las fracturas de esquina suelen estar causadas por la interacción de cargas repetitivas, pérdida de apoyo y tensiones de alabeo (p. 48).

2.3.3 Pulimento de agregados

La aparición de cargas de tráfico este año puede atribuirse a sus aplicaciones recurrentes. La reducción de la adherencia de los neumáticos es grave cuando las partículas de la superficie tienen una textura blanda al tacto. Cuando la cantidad de árido utilizado en la superficie es mínima, la rugosidad del pavimento no tiene un papel sustancial en la disminución de la velocidad de los vehículos. El pulido general que cubre la superficie de hormigón es mínimo y presenta una textura suave al tacto. Según Vásquez (2002), esta forma de daño se documenta cuando el resultado de una evaluación de la resistencia al deslizamiento es deficiente o ha experimentado una disminución sustancial en comparación con evaluaciones anteriores (p. 66).

2.3.4 El bombeo

El término "bombeo" se refiere a la pendiente transversal presente en calzadas y aeropistas, que facilita el drenaje del agua que cae inmediatamente sobre ellas hacia sus respectivos arcenes. En el contexto de una calzada de dos carriles, se recomienda que el bombeo, que se refiere a la pendiente de la superficie de la calzada, tenga una pendiente



del 2% desde el eje de la calzada hasta el arcén respectivo en las partes tangentes. En los tramos curvos, la pendiente transversal debe pasar de forma suave y continua del arcén más alto al más bajo. El fenómeno de bombeo en carreteras con pavimento rígido puede presentar una reducción marginal, de aproximadamente un 1,5% de magnitud. Según Montejo (2002), el bombeo en las aeropistas se dirige típicamente desde el eje hacia los arcones, con una pendiente del 1,5%.

2.3.5 Losa

La losa se compone de hormigón de cemento Portland. La determinación del factor mínimo de cemento debe basarse en experimentos de laboratorio y en conocimientos previos sobre resistencia y durabilidad. Según la Guía AASHTO93 (1993), se recomienda la utilización de hormigón con aire en situaciones en las que sea necesario aumentar la resistencia de la superficie frente al deterioro causado por los ciclos de congelación-descongelación, las sales, o para mejorar la trabajabilidad de la mezcla de hormigón.

2.3.6 Concreto

El hormigón es una sustancia ampliamente utilizada y tradicional que se crea mediante la combinación de tres constituyentes fundamentales: cemento, agua y áridos. Además, posteriormente se incorpora a la mezcla un cuarto constituyente, generalmente conocido como aditivo. Cuando se produce la combinación de estos constituyentes, que da lugar a la formación de una sustancia comúnmente denominada hormigón, se incorpora al mismo tiempo un quinto elemento, simbolizado por el aire. La combinación de los constituyentes en el hormigón tradicional da lugar a una sustancia maleable que puede moldearse y comprimirse con relativa facilidad. Sin embargo, con el tiempo, esta flexibilidad disminuye y, al cabo de unas horas, el material se solidifica y adquiere las características y propiedades de un cuerpo sólido. Finalmente, se transforma en hormigón endurecido, que posee resistencia mecánica. En su fase inicial, el hormigón convencional puede describirse como una composición de áridos, que son trozos de roca, esparcidos en el



interior de una matriz viscosa. Esta matriz está compuesta por una pasta de cemento que exhibe una naturaleza maleable. Esto implica que dentro de dicho compuesto existe una interacción mínima o despreciable entre las partículas constituyentes, rasgo que tiende a persistir en el estado solidificado del hormigón. Según Torre (2004), las propiedades físicas y químicas de esta sustancia vienen determinadas por las propiedades de sus componentes constituyentes (p. 74).

2.3.7 Resistencia a la compresión

Tras 28 días de curado, se comprueba la resistencia a la compresión de una probeta cilíndrica de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. El procedimiento se lleva a cabo de acuerdo con las normas establecidas en AASHTO T-22 y ASTM C-39 para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón. El ensayo de resistencia a la compresión es una alternativa más práctica y directa al criterio de resistencia designado, módulo de rotura, para su uso en el diseño estructural de pavimentos rígidos. Por lo tanto, en algunas circunstancias, la resistencia a la compresión se utiliza como criterio de aceptabilidad. Es menos probable que los ensayos de resistencia a la compresión se vean afectados por variables experimentales, como afirma Menéndez (2009) (p. 36).

2.3.8 Agrietamiento

La fisuración en los pavimentos de hormigón puede surgir como resultado de elevadas cargas estáticas o de deformaciones causadas por fatiga o tensiones de deformación. La aparición de fisuras en estructuras puede atribuirse a tensiones significativas, que pueden surgir de varios factores. Estas variables abarcan el desarrollo de fuerzas de contracción resultantes de cambios en la temperatura y/o en el volumen de humedad, que conducen al pandeo y a la deflexión. Además, la aplicación de cargas de tráfico también puede contribuir a la generación de estas tensiones sustanciales (Menéndez, 2009, p. 56).

2.3.9 Esclerómetro

Según Gonzales y Emilio (2014), el esclerómetro es un dispositivo utilizado para evaluar la resistencia a la compresión del hormigón. Dicha metodología consiste en golpear la probeta de hormigón con una masa y posteriormente cuantificar su rebote. Existe una correlación positiva entre la dureza del hormigón y su rebote, por lo que un aumento de la dureza se traduce en un aumento del rebote y una disminución de la capacidad del material para absorber impactos.

Figura 5

Esclerómetro



Nota. Gonzales G., Emilio y Farro E., Ana, (2014)

2.3.10 Durabilidad

Esta noción engloba las características relativas a la capacidad de soportar la intemperie, la erosión o la abrasión causadas por el tráfico. En consecuencia, los problemas relacionados con la durabilidad de las carreteras suelen estar vinculados a los suelos situados en las proximidades de la superficie de apoyo. Desde un punto de vista técnico, es importante señalar que estos problemas pueden afectar tanto a los suelos naturales como a los estabilizados. Sin embargo, típicamente se observa que las manifestaciones más severas ocurren en estos últimos, principalmente debido a elecciones de diseño subóptimas, tales como la selección de un agente estabilizador inadecuado o la



aplicación incorrecta del mismo. Un ejemplo de ello sería la falta de reconocimiento de la vulnerabilidad ampliamente reconocida de los suelos arcillosos estabilizados con cemento en presencia de sulfatos (Montejo, 2002, p. 80).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Método de investigación

Para lograr los objetivos descritos en el Capítulo I, es imprescindible realizar una visita in situ de la carretera y llevar a cabo una serie de inspecciones de las distintas losas que la componen. Estas inspecciones deben tener en cuenta la naturaleza del fallo, la extensión del daño y, en última instancia, determinar el estado general de la superficie de la carretera investigada. El método INDUCTIVO se empleará como forma cuantitativa de evaluar la extensión de los daños en el pavimento rígido, en conjunción con la metodología elegida para la medición.

3.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación empleado en este estudio es transversal, ya que implica la recopilación de datos dentro de un período de tiempo específico para examinar las variables de interés y evaluar sus interrelaciones y ocurrencias. El análisis de los resultados se limita al periodo designado de 2016.

La evaluación se llevará a cabo utilizando la metodología del Índice de Estado del Pavimento (PCI) para evaluar la capacidad estructural del pavimento. La metodología



utilizada en este estudio abarca el análisis de los datos del esclerómetro y la aplicación de técnicas de perforación con diamante.

La evaluación que se llevará a cabo consiste en observaciones visuales, que abarcan tanto el trabajo de campo en el área de investigación designada como el análisis de laboratorio. El tratamiento de los datos abarca metodologías tanto manuales como digitales.

La investigación se llevó a cabo de acuerdo con una metodología metodológica sistemática:

- Se realizó una síntesis de las investigaciones académicas previas, que abarcó el estudio sistemático, la recuperación, la verificación y la organización de los datos preexistentes.
- El presente estudio consiste en realizar un análisis de diagnóstico y observación del enfoque PCI (índice de estado del firme) aplicado a los firmes rígidos. Este análisis incluye la utilización del análisis esclerométrico y la extracción de muestras utilizando un probador de diamante.

El diseño que se empleó en la investigación es el siguiente:

M-----O-----A-----E

Donde:

M: Viene a ser la muestra.

O: Este dado por la observación.

A: Es el análisis preliminar.

E: La evaluación a realizarse.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

El presente estudio tiene como objetivo conocer la denotación poblacional a partir de la presencia de vías de pavimento rígido dentro del área urbana de Juliaca.

3.3.2 Muestra

La muestra comprenderá todas las losas de hormigón situadas a lo largo de la ruta de investigación, Jirón Francisco Pizarro, con una longitud normalizada de 1000,00m. Estas losas se organizarán en unidades de muestreo para facilitar un análisis y evaluación más eficientes.

- Semejanza con el universo.
- Implicación de toda la calle a evaluar.
- Participación de la progresivas del jirón Francisco Pizarro.

El proceso de selección se diseñó para garantizar la representación de toda la calle de Francisco Pizarro, al tiempo que se mantenía el orden correcto de los datos y se incluía toda la información relevante para la evaluación. Además, se empleó un método de muestreo verdaderamente aleatorio.

- Muestreo : El pavimento evaluado es de tipo rígido.
- Unidad de muestra: El pavimento tiene una longitud de 1000.00m.
- Ancho de pista : El ancho del pavimento es de 6.50m

3.4 Técnicas, Instrumentos

3.4.1 Técnicas

La metodología de recogida de datos estará sujeta a variaciones debidas a la identificación de defectos superficiales en el firme rígido, que sirve de impulso para realizar la evaluación. La interpretación precisa del fallo del manual es crucial para obtener el PCI de forma fiable.

3.4.2 Instrumentos

El instrumento utilizado en este estudio será la hoja de datos de campo de 2004 de la American Society for Testing and Materials (ASTM). El documento debe incluir sólo los detalles esenciales, como la fecha y el lugar específicos. El informe debe incluir detalles

esenciales, como la fecha y el lugar específicos de la recogida de datos, las distintas partes incluidas en el informe, los tipos de fallos observados, los niveles de gravedad asignados a cada fallo, la cantidad de muestras recogidas y los nombres de las personas responsables de llevar a cabo el proceso de recogida de datos. Esta metodología permite recoger datos relativos a la gravedad, la cantidad y la naturaleza de los defectos de la carretera, facilitando así una evaluación preliminar del estado del firme rígido.

- Se propone la aplicación de un sistema wincha para cuantificar las dimensiones y la extensión del deterioro de las carreteras.
- Se utilizan una regla y un flexómetro para medir y evaluar con precisión las profundidades, pendientes y otras características relevantes de las fallas analizadas.
- Una guía en la que se detallan los daños causados por la PCI en proporciones adecuadas para llevar a cabo una investigación.

Esta investigación requiere el uso de guías de observación o fichas de observación, así como la evaluación de procesos y medidas de tendencia central, y el registro de los datos resultantes.

Incorpore los siguientes componentes para la utilización del análisis esclerométrico y la perforación con diamante en aplicaciones prácticas.

EQUIPO

- El esclerómetro se utiliza para medir el índice de rebote.
- La piedra abrasiva se utiliza para alisar las irregularidades del pavimento.
- Documento técnico diseñado para registrar sistemáticamente los datos adquiridos durante el trabajo de campo y los experimentos de laboratorio.
- La utilización de un equipo de extracción de testigos, es decir, un equipo de perforación equipado con una broca de diamante, con el fin de extraer muestras de testigos.
- Para medir los testigos extraídos se utilizaron la regla y el flexómetro.
- Utilización de una prensa hidráulica para determinar la resistencia a la compresión.

- La resistencia a la compresión se refiere a la capacidad de un material para soportar fuerzas de compresión sin sufrir deformaciones o fallos.

3.5 Procedimiento

A. La etapa inicial consiste en identificar el número global de patologías observadas en el pavimento rígido, teniendo en cuenta la clasificación, la gravedad y la cantidad de dimensiones asociadas al tipo específico de fallo. Los datos anteriores se documentarán dentro de las guías de observación para su posterior análisis.

El manual del índice de condición de pavimentos PCI ofrece detalles sobre los umbrales a partir de los cuales se producen fallos en el pavimento. Estos umbrales se determinan en función de las características específicas de cada tipo de fallo, como la extensión del área de extensión, la longitud o la profundidad. La representación de la jerarquía de gravedad es evidente en el contexto dado:

- Low: Bajo (L)
- Medium: Medio (M)
- High: Alto (H)

B. La segunda fase consiste en determinar el número mínimo de unidades de muestreo necesarias para la evaluación. Este número puede obtenerse mediante la ecuación 01, que proporciona una aproximación del índice de estado del firme (ICP) dentro de un margen de ± 5 respecto al valor real, con un nivel de confianza del 95%.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N + 1) + \sigma^2}$$

Donde:

n: Numero de las calles a evaluar. (mínimo).

e: (e=5%), error admisible.



σ : Desviación estándar del P.C.I.

N: Numero de las calles en total.

El proceso de selección de las unidades de muestreo para la inspección.

Basándose en los criterios existentes que rigen este estudio, se estipula que la selección de las unidades debe atenerse al principio de representación equitativa dentro de la sección del firme. La unidad inicial a elegir debe determinarse aleatoriamente, empleando la ecuación 02 según se especifica:

$$i = \frac{N}{n}$$

N: Total de calles de muestreo apto.

n: Número total de las calles para inspeccionar.

i: Intervalo de muestreo, redondear al número entero inferior.

En este estudio, se omitirá la utilización de ecuaciones, ya que la atención se centra en un conjunto específico de calles, a saber, Jirón Francisco Pizarro, que se examinarán directamente.

C. La tercera etapa consiste en el cálculo del estado del índice del pavimento, que incorpora la evaluación de las patologías o fallos existentes observados en la superficie del pavimento dentro de la zona de estudio designada.

El ábaco en cuestión contiene la densidad inicial de fallos que conectan con el nivel de gravedad identificado durante la inspección visual realizada en el lugar de trabajo. Posteriormente, este ábaco nos proporciona el valor derivado del fallo estudiado.

Los valores correspondientes a la deducción de defectos se ordenarán de forma descendente. En este contexto, el número máximo admisible de deducciones se limita a



10, sirviendo de base para determinar la cantidad precisa de deducciones. Se utilizará la ecuación 03.

$$mi = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDVi) \leq 10$$

Donde:

La cantidad máxima permitida de "valores deducidos" se denota como m_i , que engloba el componente fraccionario para la unidad de muestreo denotada como "i".

El $HDVi$ representa la deducción de valor más significativa para una determinada unidad de muestreo i .

La variable "m" representa el valor entero obtenido de la ecuación. Si hay menos valores que el "m" especificado, se utilizarán todos los valores disponibles. Por el contrario, si hay un exceso de valores de "m", las deducciones se harán empezando por los primeros.

Posteriormente, iniciamos el proceso de diferenciación con el objetivo de determinar con precisión la deducción óptima de puntos. En cuanto a la deducción inicial, los valores de deducción se agregarán y calcularán basándose en el diagrama que se muestra a continuación, lo que dará lugar a la obtención de la Deducción Máxima Corregida (DMC). La DMC se obtiene realizando cálculos empleando el valor de "q" = "m".

D. En la cuarta fase del proceso, el valor mínimo identificado se sustituye por el valor añadido del 2% y, a continuación, se determina la cifra máxima de deducción revisada. A continuación, se repite este procedimiento DMC; para lo cual $q=m-1$.

El valor de $q = 1$ la consecución del resultado deseado sólo puede lograrse mediante la aplicación iterativa de la metodología establecida. El PCI se determinará a partir del valor más alto del DMC. El presente trabajo de estudio utiliza la ecuación 04 para determinar el PCI, como se representa a continuación:

$$PCI = 100 - DMC$$

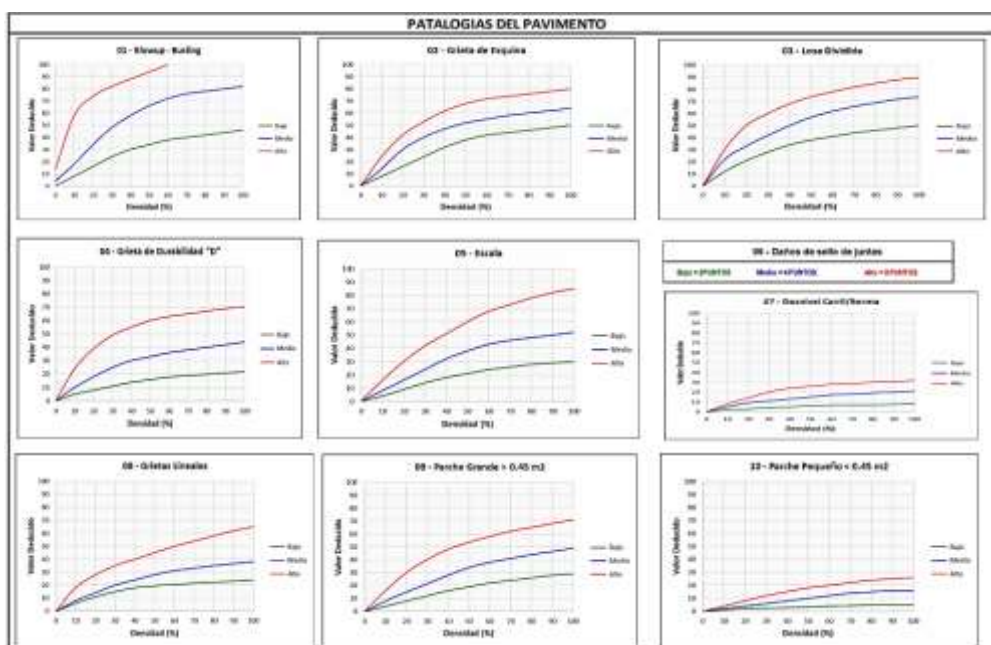
DMC = Deducción máxima corregida.

3.6 Método de análisis

El presente proyecto emplea una metodología que se adhiere a la norma del manual PCI. El objetivo de esta metodología es evaluar el estado superficial, el nivel de servicio y la integridad estructural del firme. Utilizando esta metodología, se hace posible comparar el índice de criterios de una manera precisa, evaluando así el comportamiento y condición del pavimento. Se empleará estadística descriptiva, utilizando los ábacos de varias fallas para determinar valores reducidos. Adicionalmente, se considerará la determinación del número permisible de fallas y la tabla de rangos de calificación para la evaluación de aceras, con el fin de conocer el estado del pavimento rígido.

Figura 6

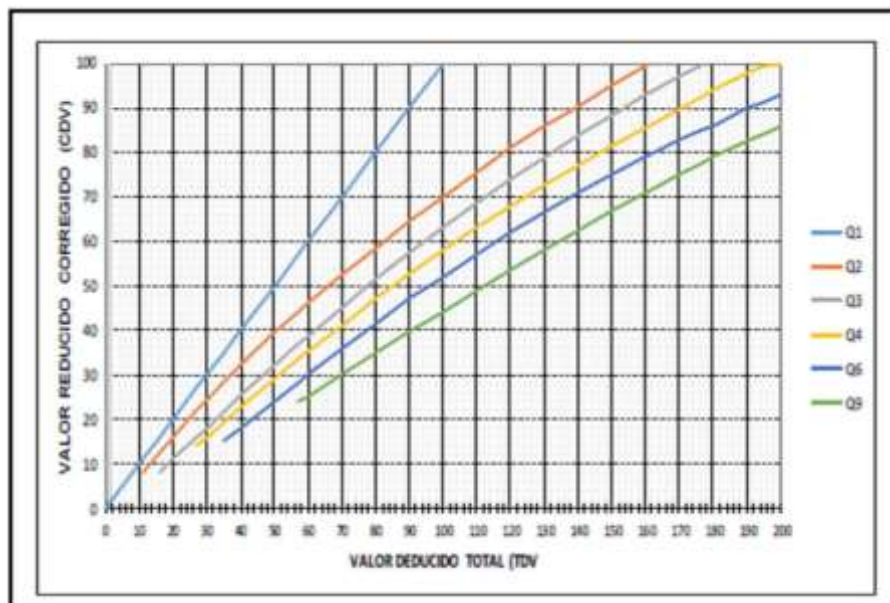
Curvas para pavimentos de concreto (Ábacos)



Nota. (Vásquez, 2002)

Figura 7

Grafico de valores deducidos corregidos para pavimentos de concreto.



Nota. (Manual del PCI para pavimentos rígidos).

Tabla 4

Clasificación por el método de PCI

Rango	Clasificación
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Nota. Manual ASTM-6433, Método de evaluación PCI.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de resultados obtenidos

En este estudio, hemos generado conclusiones relativas a los resultados que se han derivado a través de una serie de metodologías y enfoques empleados para cumplir los objetivos de investigación establecidos. En concreto, en primer lugar, analizaremos los resultados relacionados con el primer objetivo, que se centra en el flujo del tráfico de vehículos. La investigación se centró en el análisis de los resultados de la evaluación del firme mediante la técnica del índice de estado del firme (PCI). Esto supuso categorizar los diferentes tipos de fallos y evaluar su gravedad, así como determinar el nivel de estado general de la carretera objeto de estudio. Por lo tanto, como se deduce de los hallazgos adquiridos, se presenta una propuesta de actuación que engloba diferentes medidas para la citada carretera. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

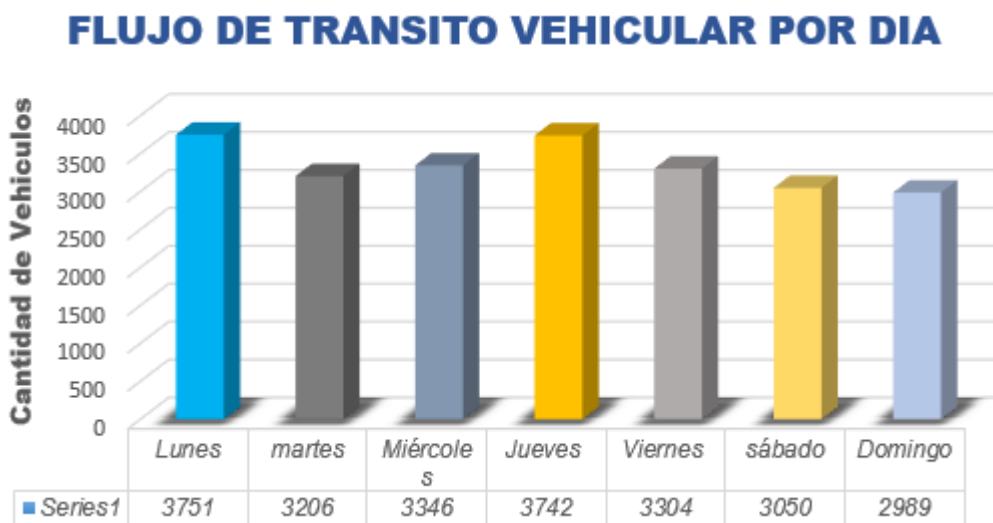
4.1.1 *Resultados del flujo de tránsito vehicular*

4.1.1.1 Flujo del tránsito vehicular diario

Como se ha indicado en el capítulo anterior, los resultados se representan en la ilustración siguiente.

Figura 8

Flujo del tránsito en la semana

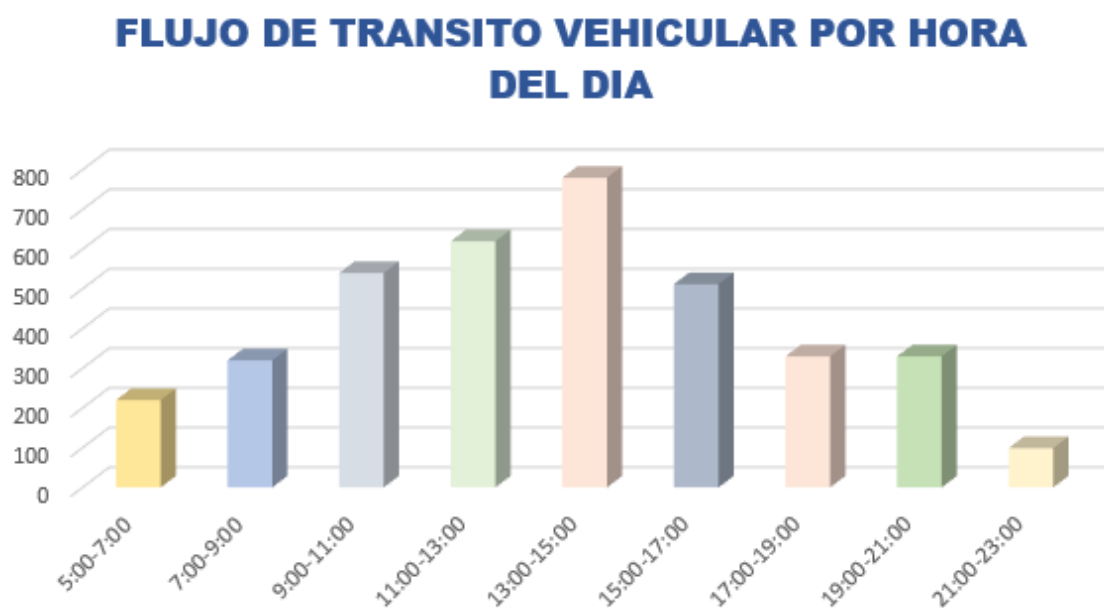


4.1.1.2 Flujo del tránsito vehicular horario

Del proceso de aforo vehicular realizado se desprende el siguiente cuadro resumen.

Figura 9

Flujo del tránsito por hora del día





De acuerdo a los datos presentados en la Figura 09, el flujo de tránsito vehicular en el Jr. Francisco Pizarro, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Circunvalación y Jr. José Domingo Choquehuanca, presenta mayores volúmenes los días lunes y jueves, con 3751 y 3742 vehículos respectivamente. Por el contrario, el día domingo experimenta el menor flujo vehicular. Adicionalmente, el cuadro de la Figura 09 revela que las horas pico de tráfico vehicular se presentan entre las 7:00 a 9:00 am y de 11:00 am a 1:00 pm, durante las cuales se observa el mayor número de vehículos.

4.1.2 Resultados de tipos de fallas superficiales y niveles de severidad del pavimento rígido

La evaluación realizada en las 18 unidades de muestreo de la carretera en estudio, Jr. Francisco Pizarro, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Circunvalación y Jr. José Domingo Choquehuanca, tuvo como objetivo identificar los diversos tipos de daños superficiales observados en el pavimento rígido. Empleando el método PCI, se determinó que las fallas de mayor ocurrencia fueron categorizadas como N° 22, 23, 28, 37 y 38. Estas fallas mostraron diferentes grados de severidad, a saber, bajo, medio y alto, respectivamente, dando lugar a una diversa gama de incidencia de daños a lo largo de la carretera evaluada.

Para mejorar la comprensión del análisis de los resultados obtenidos, mostramos en primer lugar los resultados relativos a la detección de defectos superficiales en la carretera en cuestión.

A. Tipos de fallas identificadas

Los cuadros siguientes ofrecen un resumen de los numerosos tipos de problemas detectados por la unidad de muestreo.

Figura 10

Fallas identificadas en unidad de muestreo 01

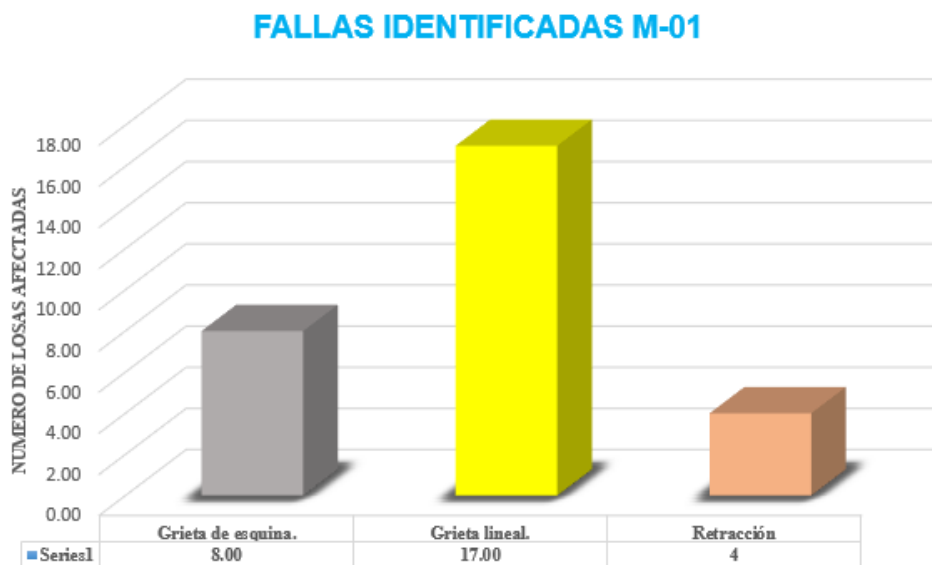


Figura 11

Fallas identificadas en unidad de muestreo 02

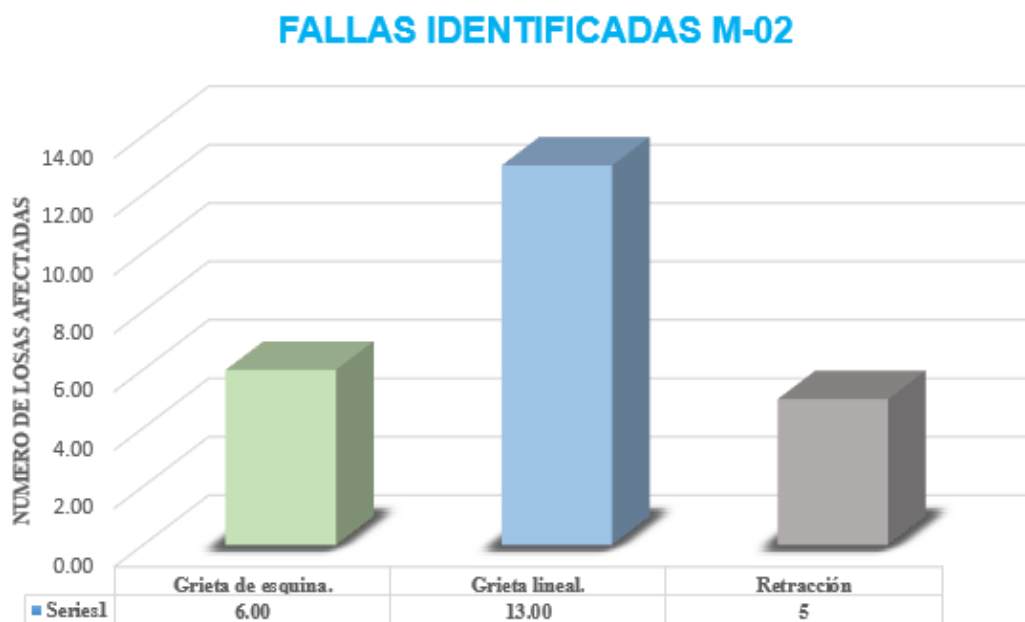


Figura 12

Fallas identificadas en unidad de muestreo 03

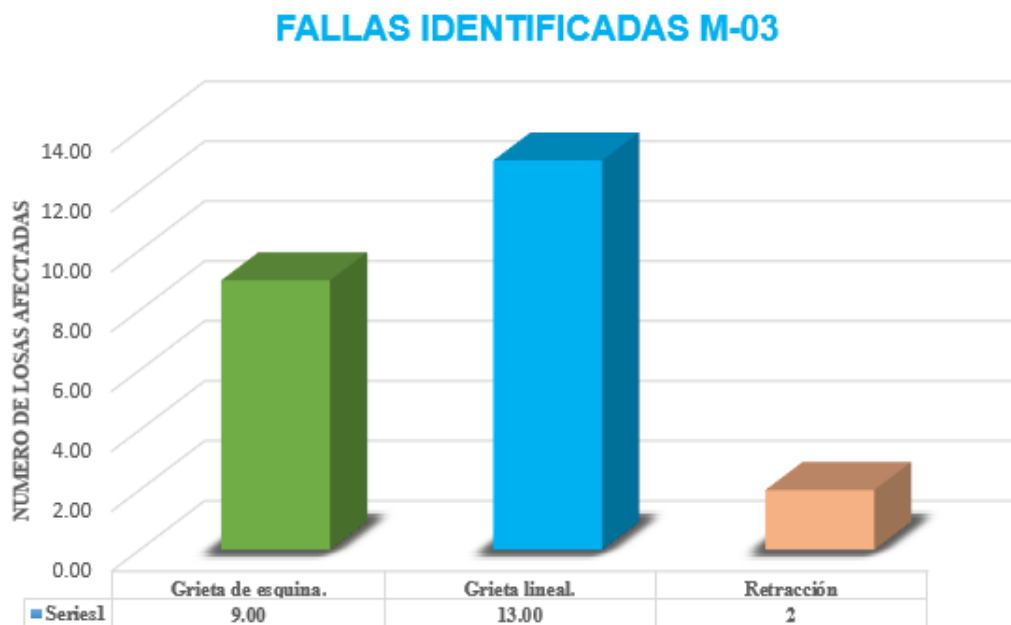


Figura 13

Fallas identificadas en unidad de muestreo 04

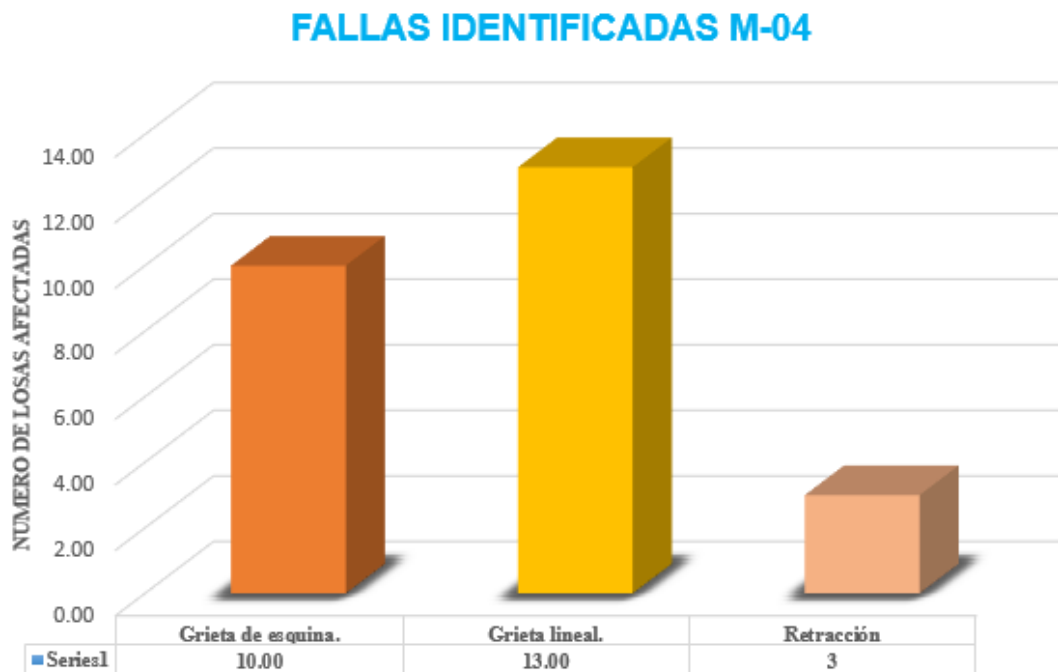


Figura 14

Fallas identificadas en unidad de muestreo 05

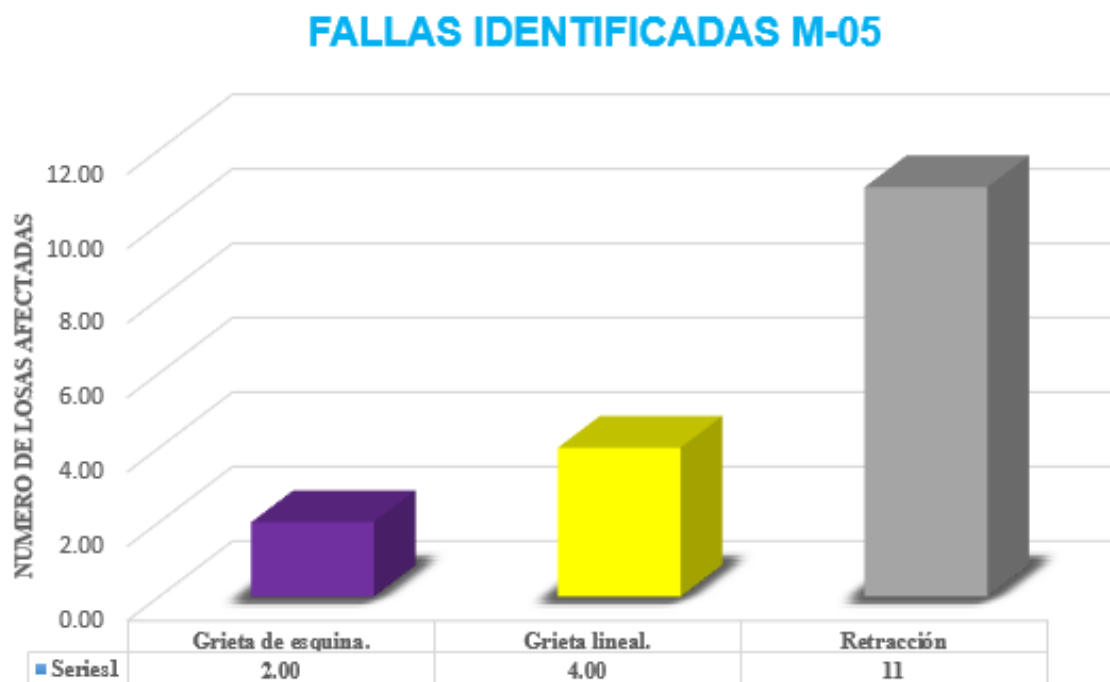


Figura 15

Fallas identificadas en unidad de muestreo 06

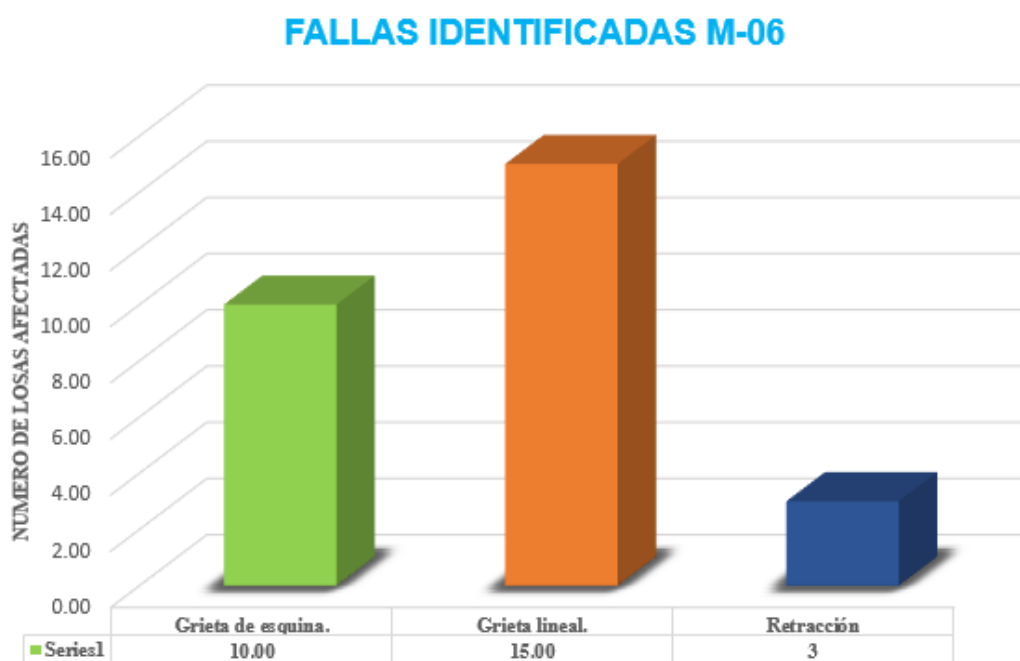


Figura 16

Fallas identificadas en unidad de muestreo 07

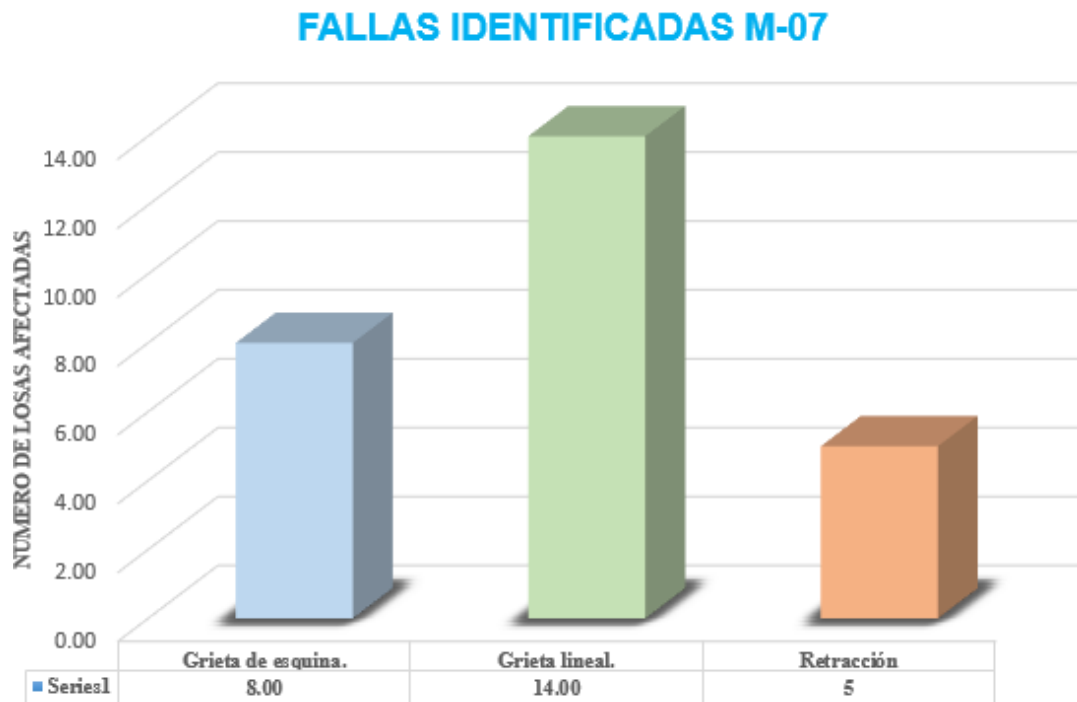


Figura 17

Fallas identificadas en unidad de muestreo 08

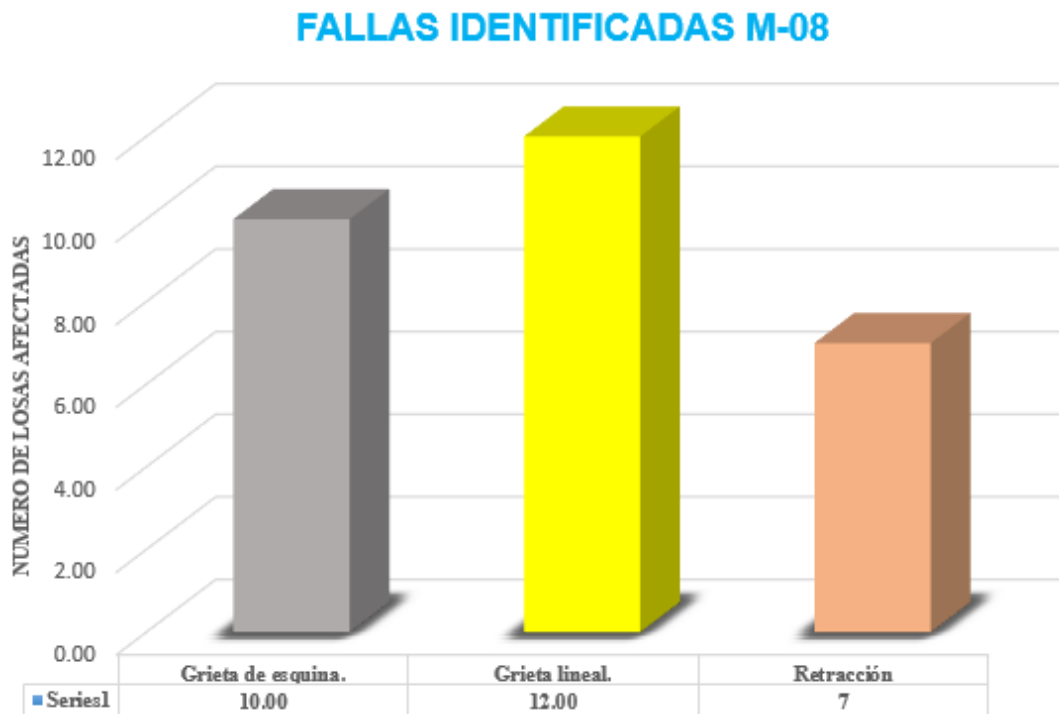


Figura 18

Fallas identificadas en unidad de muestreo 09

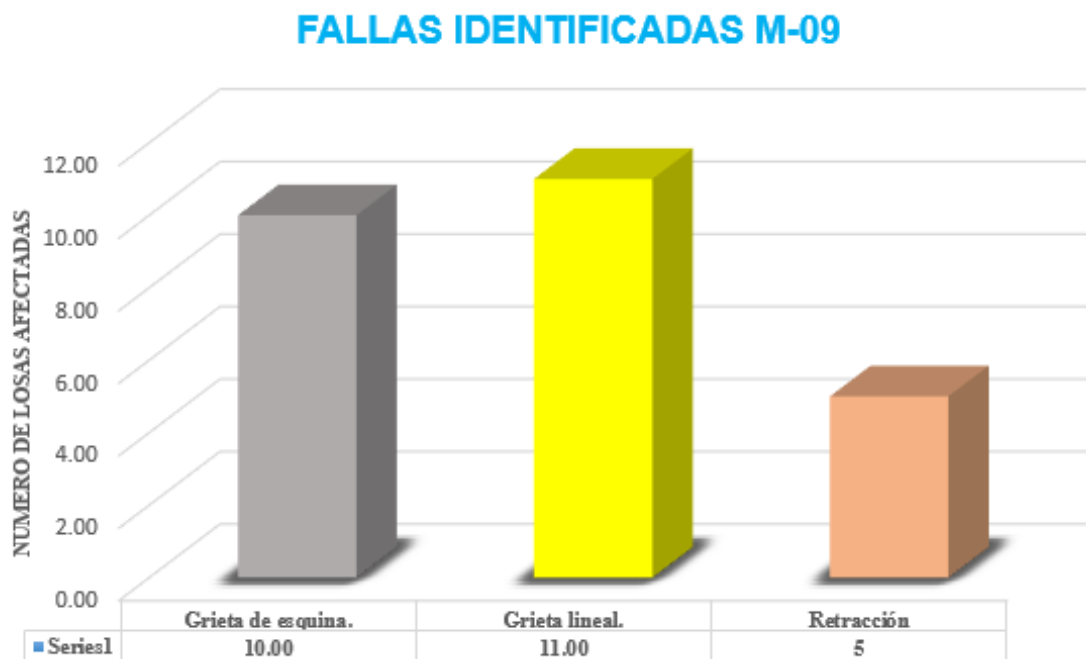


Figura 19

Fallas identificadas en unidad de muestreo 10

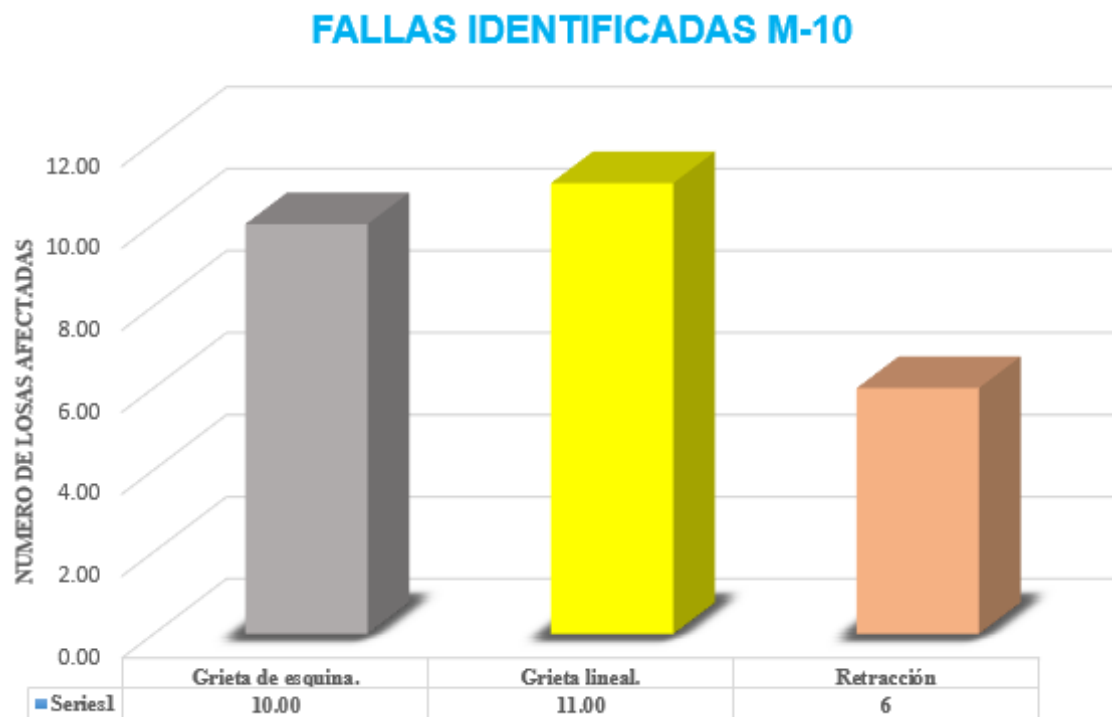


Figura 20

Fallas identificadas en unidad de muestreo 11

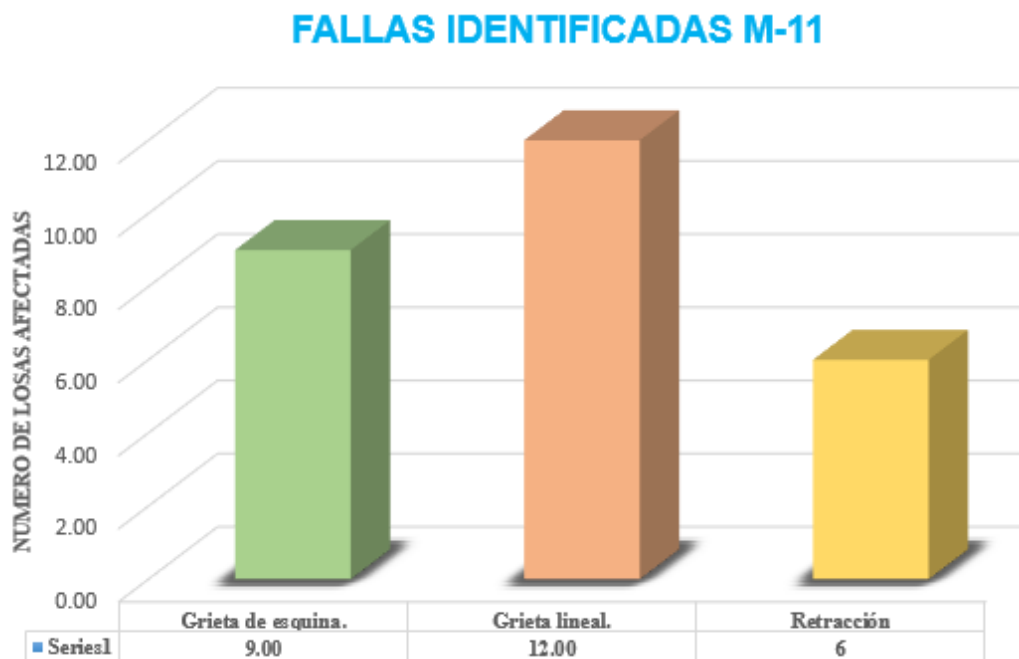


Figura 21

Fallas identificadas en unidad de muestreo 12

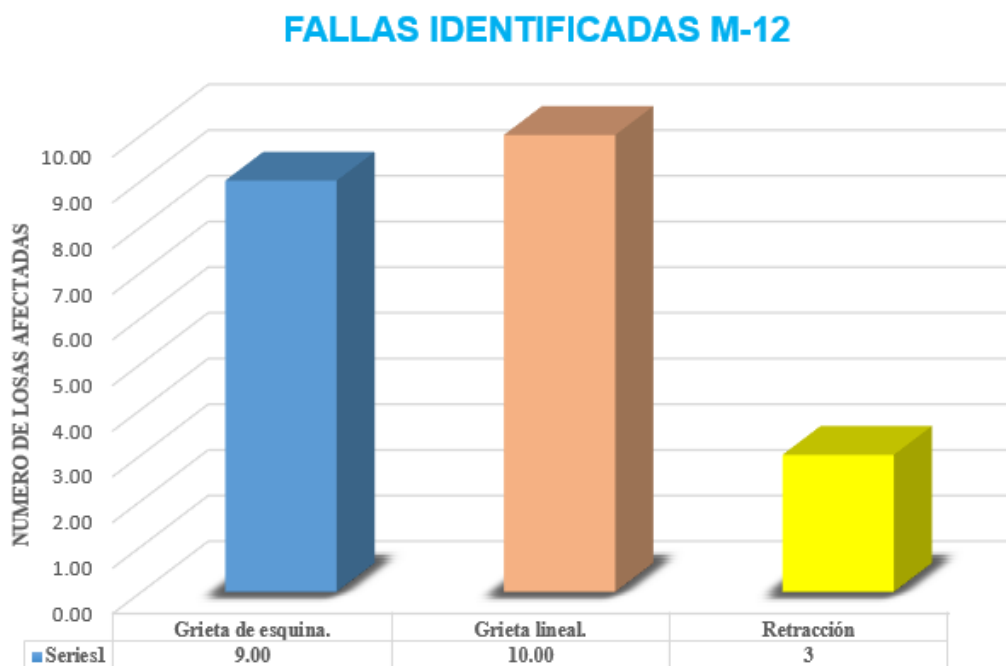


Figura 22

Fallas identificadas en unidad de muestreo 13

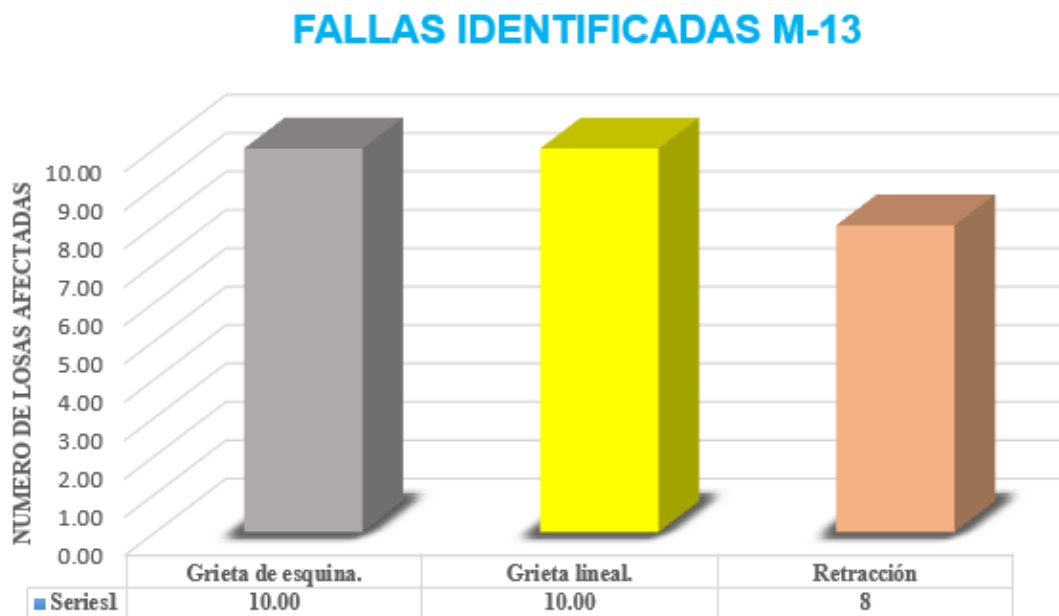


Figura 23

Fallas identificadas en unidad de muestreo 14

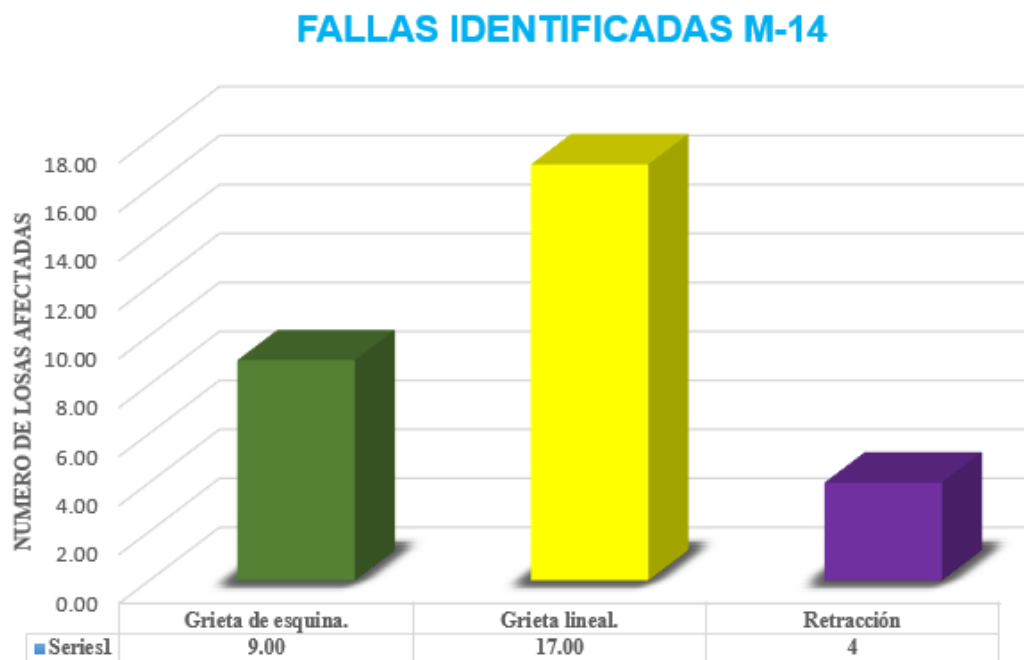


Figura 24

Fallas identificadas en unidad de muestreo 15

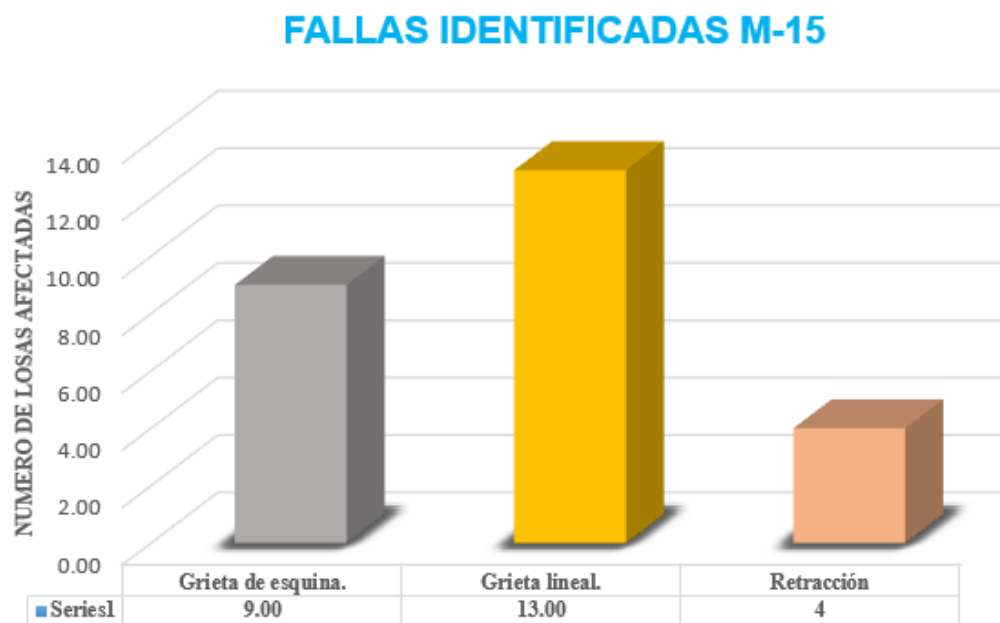


Figura 25

Fallas identificadas en unidad de muestreo 16

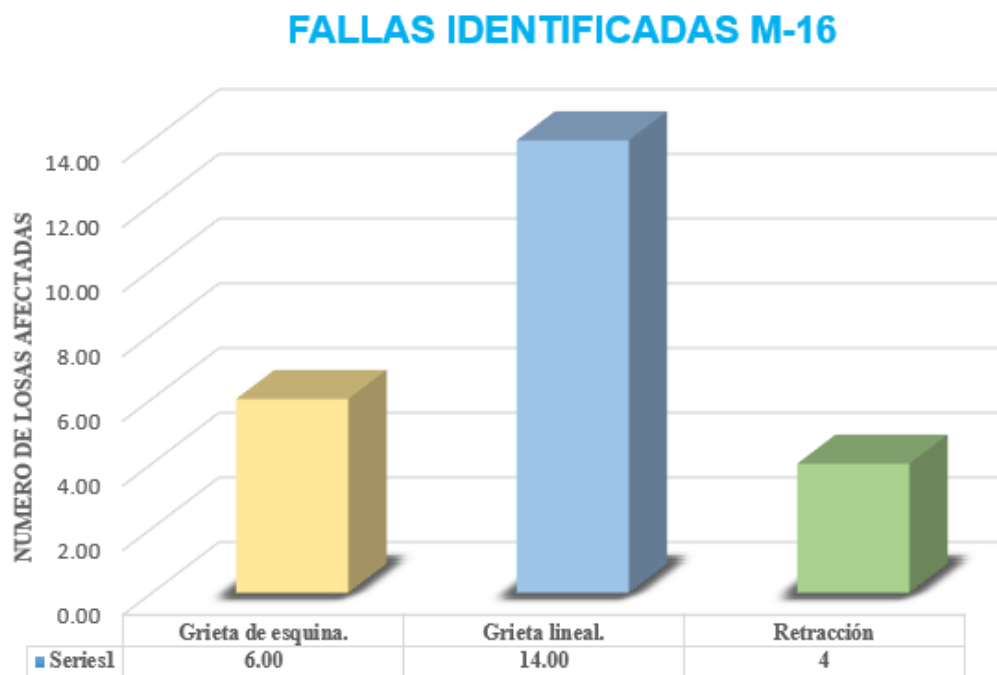


Figura 26

Fallas identificadas en unidad de muestreo 17

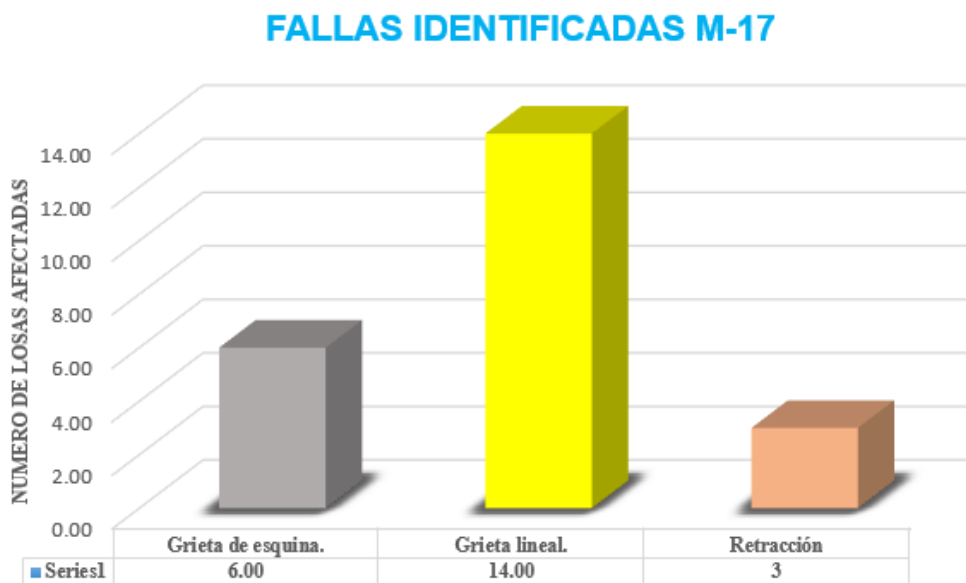
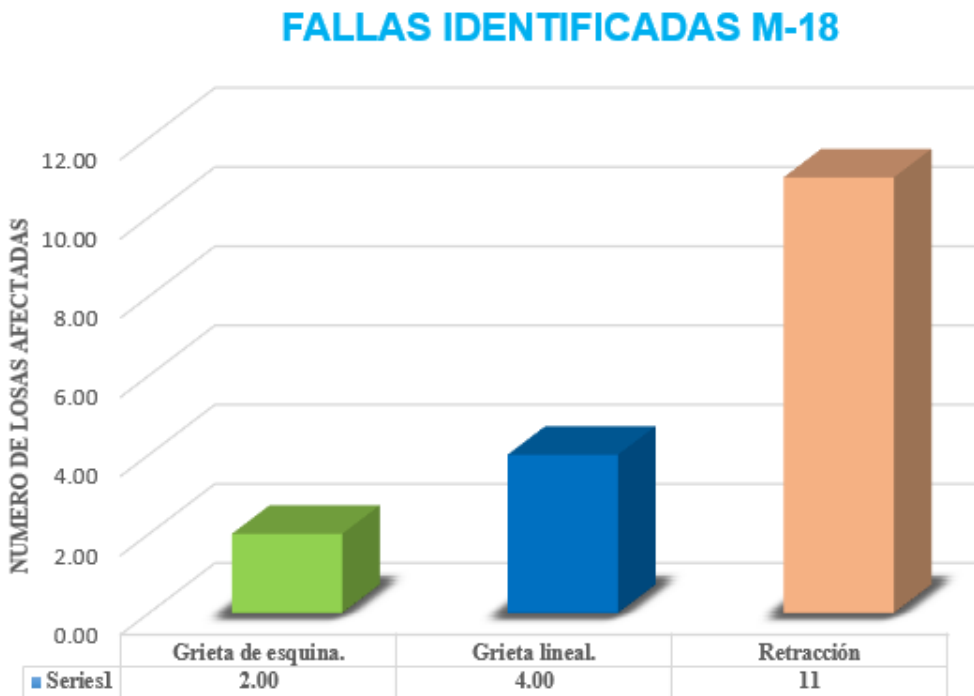


Figura 27

Fallas identificadas en unidad de muestreo 18



Las tablas siguientes ofrecen una visión global de la cantidad total de fallos detectados en cada una de las 18 muestras. Estas muestras se clasifican en función del tipo específico de fallo observado, indicando al mismo tiempo el número total de losas afectadas por cada

fallo. Es importante señalar que estos cálculos abarcan las 18 unidades de muestreo que se están evaluando actualmente.

Tabla 5

Cuantificación total y porcentual de fallas segmento de falla 21-30

UNIDAD DE MUESTRA	Blow up / Buckling.	Grieta de esquina.	Losa dividida.	Grieta de durabilidad "D".	Escala.	Sello de junta.	Desnivel Carril / Berma.	Grieta lineal.	Parqueo (grande).	Parqueo (pequeño)
M-01		5						5		
M-02		6						12		
M-03		8						17		
M-04		7						17		
M-05		2						19		
M-06		4						13		
M-07		3						18		
M-08		7						7		
M-09		8						2		
M-10		7						5		
M-11		4						5		
M-12		5						14		
M-13		5						10		
M-14		6						17		
M-15		3						15		
M-16		5						10		
M-17		6						12		
M-18		4						13		
NUMERO DE LOSAS	0	91	0	0	0	0	0	197	0	0
% DE AFECTO		10.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.64	0.00	0.00

Tabla 6

Cuantificación total y porcentual de fallas segmento de falla 31-39

UNIDAD DE MUESTRA	Pulimento de agregados	Popouts	Bombeo	Punzonamiento.	Cruce de vía férrea	Desconchamiento	Retracción	Descascaramiento de esquina	Descascaramiento de junta
M-01							15		
M-02							3		
M-03							12		
M-04							10		
M-05							6		
M-06							2		
M-07							2		
M-08							5		
M-09							6		
M-10							8		
M-11							9		
M-12							13		
M-13							5		
M-14							12		
M-15							2		
M-16							2		
M-17							14		
M-18							8		
NUMERO DE LOSAS	0	0	0	0	0	5	72	0	0
% DE AFECTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	8.64	0.00	0.00

Las tablas siguientes proporcionan una visión general de la distribución agregada de losas afectadas por cada tipo de fallo detectado en la evaluación.

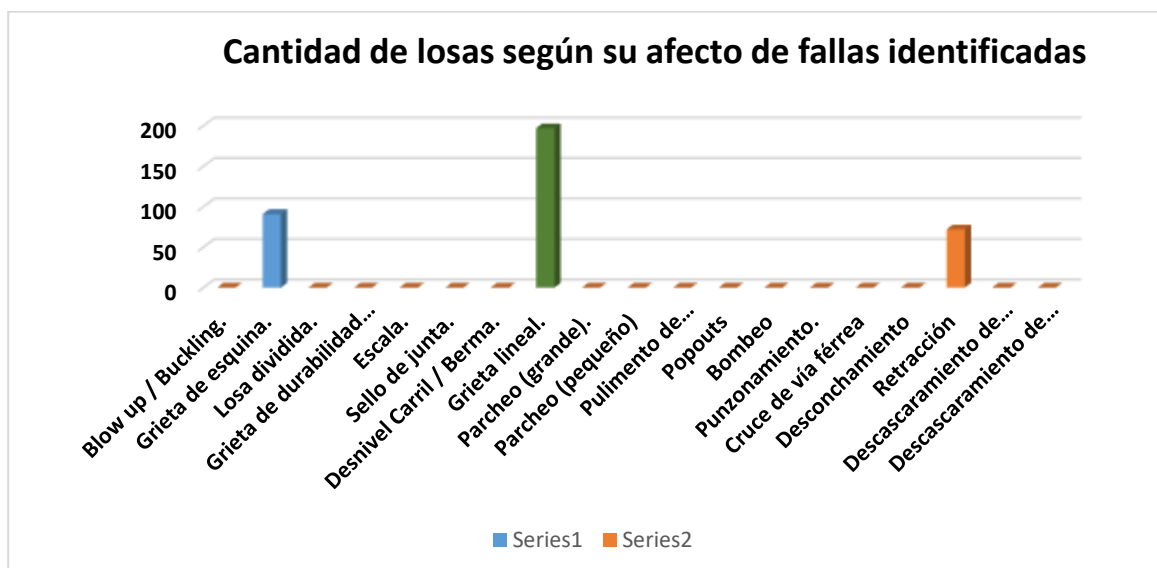
Tabla 7

Cantidad y porcentaje de fallas identificadas

Cantidad y porcentaje de Fallas identificadas				
N° de falla	Falla	Cantida d de losas afectadas	% de presencia	de
21	Blow up / Buckling.	0	0	
22	Grieta de esquina.	91	10.92	
23	Losa dividida.	0	0	
24	Grieta de durabilidad "D".	0	0	
25	Escala.	0	0	
26	Sello de junta.	0	0	
27	Desnivel Carril / Berma.	0	0	
28	Grieta lineal.	197	23.64	
29	Parqueo (grande).	0	0	
30	Parqueo (pequeño)	0	0	
31	Pulimento de agregados	0	0	
32	Popouts	0	0	
33	Bombeo	0	0	
34	Punzonamiento.	0	0	
35	Cruce de vía férrea	0	0	
36	Desconchamiento	0	0	
37	Retracción	72	8.64	
38	Descascaramiento de esquina	0	0	
39	Descascaramiento de junta	0	0	

Tabla 8

Cantidad de losas afectadas según fallas



B. Niveles de severidad de los tipos de fallas identificadas

El segundo punto de análisis, que pertenece al objetivo dos, consiste en presentar los resultados adquiridos en función del grado de gravedad de los numerosos problemas descubiertos en la carretera, determinado por la evaluación realizada. Para mejorar la comprensión y facilitar la síntesis de los resultados, hemos elaborado cuadros recapitulativos en los que se exponen los niveles de los distintos tipos de fallos detectados. Estas tablas abarcan la totalidad de las 18 unidades de muestreo incluidas en el estudio.

Tabla 9

Cuantificación de Niveles de Severidad-Falla Grieta de esquina

Falla: Grieta de Esquina		
Nivel de Severidad	Losas afectadas	Porcentaje de incidencia %
L (Bajo)	25	47.17
M (Medio)	28	41.18
H (Alto)	-	-

Figura 28

Niveles de Severidad porcentual - Falla Grieta de Esquina.



Tabla 10

Cuantificación de Niveles de Severidad-Falla Grieta Lineal

Falla: Grieta Lineal		
Nivel de Severidad	Losas afectadas	Porcentaje de incidencia
L (Bajo)	28	44.45
M (Medio)	35	55.56
H (Alto)	-	-

Figura 29

Niveles de Severidad porcentual - Falla Grieta Lineal

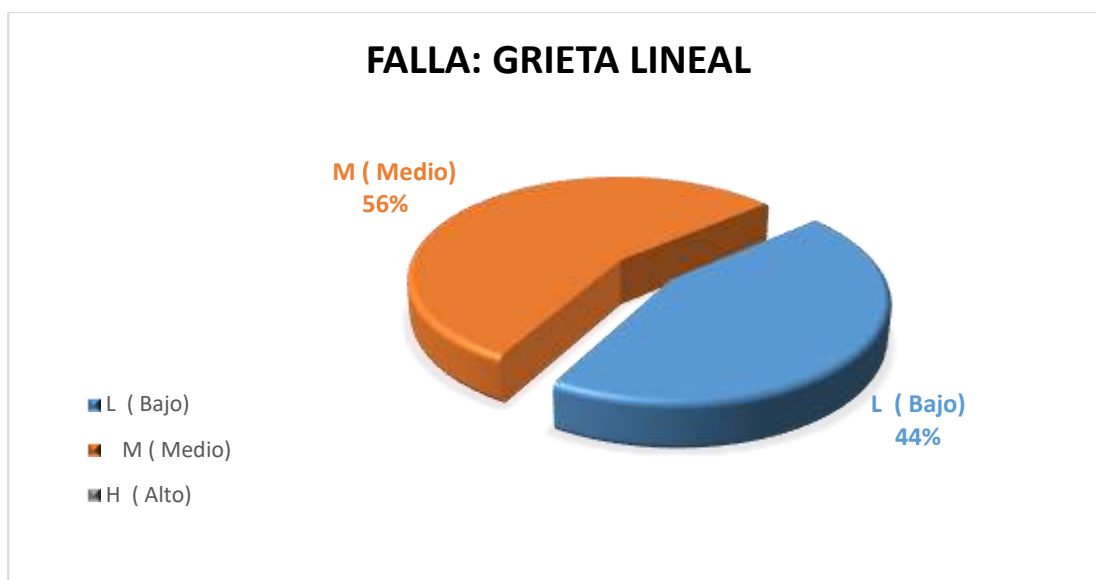


Tabla 11

Cuantificación de Niveles de Severidad – Falla: Retracción

Falla: Retracción		
Nivel de Severidad	Losas afectadas	Porcentaje de incidencia
L (Bajo)	43	66.15
M (Medio)	22	33.85
H (Alto)	-	-

Tabla 12

Niveles de Severidad porcentual – retracción



Las tablas y la figura anteriores muestran el comportamiento observado de varios fallos con distintos niveles de gravedad. Para proporcionar una comprensión más completa de estos fallos en las 18 unidades de muestreo, las tablas siguientes presentan información sobre la cantidad, el tipo y el nivel de gravedad de cada fallo.

4.1.3 **Resultados de determinación de valor PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido**

Tras identificar los tipos de fallos y sus respectivos grados de gravedad, se aplicaron los procedimientos descritos en el capítulo III. Estos procedimientos culminaron en la determinación del ICP para cada unidad de muestra examinada en este estudio.

Tabla 13

PCI de las unidades de muestreo evaluadas

Unidad de muestreo	Abscisa losa		Cantidad de losas por unidad de muestreo	PCI calculado	Clasificación
	Inicio	Fin			
M-01	1	24	24	83.8	MUY BUENO
M-02	25	32	24	52.00	REGULAR
M-03	33	40	24	33.5	MALO
M-04	41	48	24	39.9	MALO
M-05	49	60	24	33.6	MALO
M-06	61	72	24	17.3	MUY MALO
M-07	73	84	24	33.5	MALO
M-08	85	96	24	25.9	MALO
M-09	97	108	24	9.4	FALLADO
M-10	109	120	24	6	FALLADO
M-11	121	132	24	3	FALLADO
M-12	133	144	24	25.2	MALO
M-13	145	156	24	7.4	FALLADO
M-14	157	168	24	42.2	REGULAR
M-15	169	180	24	43	REGULAR
M-16	181	192	24	30.9	MALO
M-17	193	204	24	37.6	MALO
M-18	205	216	24	20.2	MUY MALO

Figura 30

Estados porcentual Condición del Pavimento

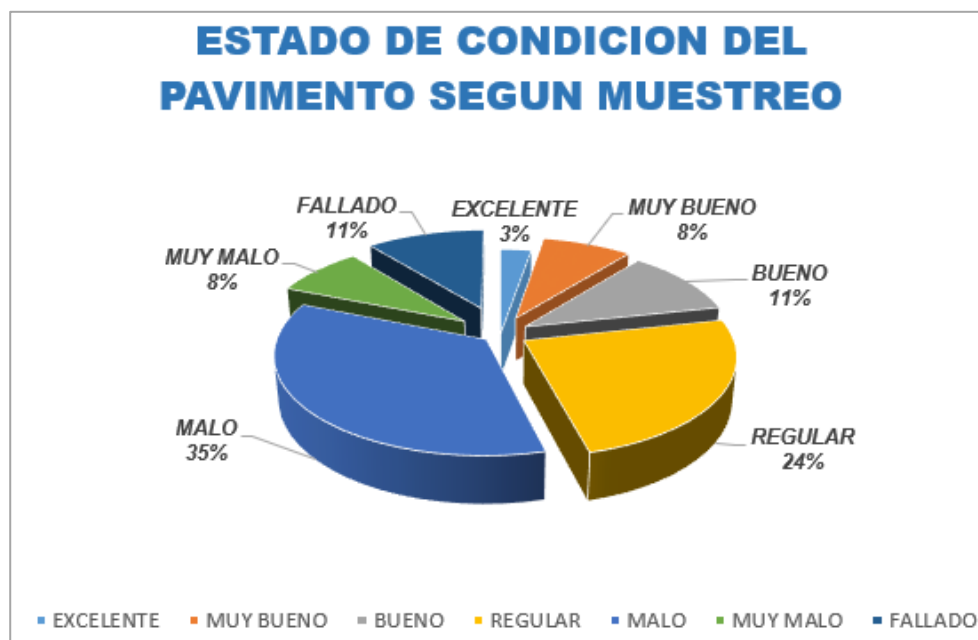


Figura 31

Estados de Condición de unidades de Muestreo según clasificación de estado

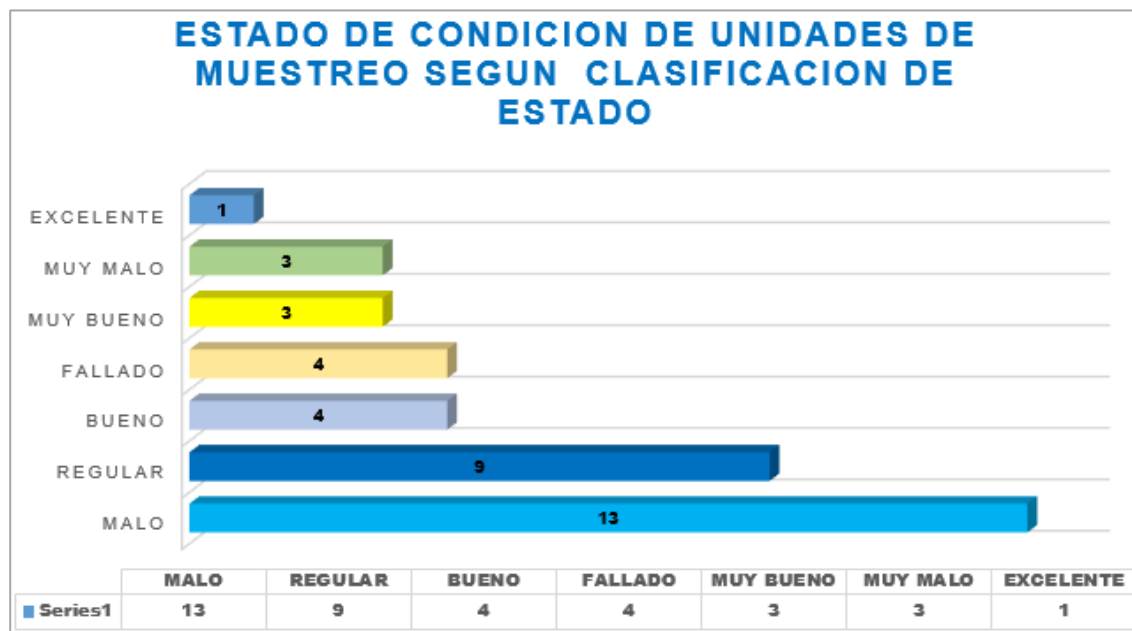


Figura 32

Clasificación PCI: Jirón Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. José Domingo

Choquehuanca

Resultado del PCI de la Vía Evaluada Jirón Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. José Domingo Choquehuanca

Vía Evaluada	PCI Promedio	Clasificación PCI	Rango de Calificación Según Escala PCI
Jirón Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación – Jr. José Domingo Choquehuanca	41.7	Regular	40-55

En base a los datos presentados en el cuadro antes mencionado, se puede observar que el Índice de Condición del Pavimento (ICP) del pavimento rígido del Jirón Francisco Pizarro, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Circunvalación y el Jr. José Domingo Choquehuanca en la ciudad de Juliaca, se ha determinado en 40.70. Este valor significa que la vía evaluada puede ser clasificada como en estado regular.

4.2 Discusión

- En relación a los patrones de tráfico vehicular observados en la carretera Jirón Francisco Pizarro, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Circunvalación y Jr. José Domingo Choquehuanca, se evidencia que el mayor volumen de tránsito se presenta los días lunes y jueves, con 3751 y 3742 vehículos respectivamente. Por el contrario, los domingos presentan el menor flujo vehicular. Asimismo, las horas pico de congestión vehicular se observan entre las 7:00 a 9:00 am y de 11:00 am a 1:00 pm.
- La presente investigación se centra en la evaluación superficial del pavimento rígido del Jirón Francisco Pizarro, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Circunvalación y Jr. José Domingo Choquehuanca. El análisis reveló varias fallas comunes, a saber, las categorizadas como N° 22, 23, 28 y 37. Entre estas, las fallas más prevalentes fueron las grietas lineales (43.40%), las losas de contracción (27.31%)



y las grietas de esquina (29.29%). La importancia del fallo de grieta de esquina se atribuye a su alta incidencia en la carretera. Se considera que estas fallas son las que se producen con mayor frecuencia a nivel superficial. Se ha observado una losa de contracción con una magnitud del 40% y una fractura de esquina con una magnitud del 27,31%. La gravedad de estos fallos se evalúa en función de su impacto en la carretera, situándose ambos fallos dentro del rango de gravedad medio-alto.

- El análisis revela que los índices de estado del pavimento, observados en las unidades de muestreo, presentan una distribución de 3 a 87, con una mayor concentración en el intervalo de 25 a 55. Esta distribución indica que el 11% de las unidades de muestreo se clasifican como defectuosas, el 8% como muy malas y el 35% como malas. Esta distribución indica que el 11% de las unidades muestreadas se clasifican como fallidas, el 8% como muy malas, el 35% como malas, el 24% como regulares, el 11% como buenas, el 8% como muy buenas y el 3% como excelentes. Estos datos indican que una proporción significativa de las unidades evaluadas de la muestra se encuentra en un estado subóptimo, y que un porcentaje menor se clasifica como regular. En consecuencia, es imperativo sugerir un nivel de intervención que abarque opciones alternativas arraigadas en prácticas de mantenimiento regular y periódico. Las actividades mencionadas se manifiestan a través de acciones pertenecientes al mismo objetivo, categorizadas en función de la cantidad de actividades realizadas dentro de la colección de campo. Asignando un coste a cada actividad, se determinó un coste total estimado para la aplicación de estas actividades destinadas a mejorar la transpirabilidad de las carreteras. Jirón es un término de uso común en el español peruano para referirse a un tipo de La ubicación especificada por el usuario es Francisco Pizarro, situada en la intersección de la Av. Circunvalación y Jr. José Domingo Choquehuanca.



CONCLUSIONES

Primera, el flujo vehicular en el tramo Jirón Francisco Pizarro Av. Circunvalación - Jr. José Domingo Choquehuanca en la ciudad de Juliaca puede clasificarse como intermedio. Los lunes, el número de vehículos observados es de 3751, mientras que los jueves es de 3742. Estos dos días experimentan mayores niveles de congestión vehicular, particularmente en las horas pico de 7:00 a 9:00 y de 11:00 a 13:00 de la tarde.

Segunda, las fallas observadas en el pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación - Jr. José Domingo Choquehuanca en la ciudad de Juliaca se pueden clasificar en varios tipos, a saber: falla por fisura lineal (43,40%), falla por pulido de agregados (30,21%), losa partida (27,31%), parche grande (17,82%), y fisura en esquina (7,87%). Entre estos, el fallo de la grieta lineal tiene la tasa de incidencia más alta. Además, la gravedad de estos fallos puede clasificarse en tres niveles: baja, media y alta. La distribución de los niveles de gravedad es la siguiente: 38,37% para el nivel de severidad alto (H), 41,04% para el nivel de severidad medio (M), y 20,62% para el nivel de severidad bajo (L).

Tercera, el pavimento rígido del Jirón Francisco Pizarro, específicamente el tramo comprendido entre la Av. Circunvalación y Jr. José Domingo Choquehuanca en la ciudad de Juliaca, tiene un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 40,70. Este valor significa que el estado de operación superficial de la vía está categorizado como regular.



RECOMENDACIONES

Primera, el tramo del Jr. Ramón Castilla desde el Jr. La Mar hasta el Jr. Umachiri en la ciudad de Juliaca experimenta un incremento constante del flujo vehicular. En consecuencia, es imperativo reconocer este tramo como una ruta alternativa viable para el transporte urbano. Al hacerlo, se aliviaría el problema de la congestión vehicular dentro de la ciudad.

Segunda, en función de la naturaleza y el alcance de los daños observados en el pavimento, es aconsejable adoptar medidas adecuadas y esenciales para evitar un mayor deterioro y agravamiento del estado del pavimento.

Tercera, la utilización de la metodología PCI se aconseja tanto para pavimentos urbanos como interurbanos, debido a sus propiedades inherentes que facilitan su aplicación de forma rentable y sencilla.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano Kauffmann, L. (2007). *Metodología de medición, posibles causas de deterioro y reparaciones*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- ASENJO CAJUSOL, DONALD ERNESTO. (2017). DE "Evaluación del estado del pavimento rígido en la Avenida Mariscal Castilla, mediante la metodología del PCI - Jaén 2016". JAEN.
- Bañón Blázquez, L., & Bevía Garcia, J. F. (2010). *Construcción Mantenimiento manual de carreteras*. Madrid, España.
- Borja Suárez , M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú.
- CONDORI MIRANDA, A. P. (2013). *Evaluación y Comparación de la condición superficial del pavimento a través de la aplicación de las metodologías PCI y VIZIR en el pavimento flexible de la avenida Huancané (km 0+000 – 3+000) de la ciudad de Juliaca 2013*. JULIACA.
- Coronado, J. (. (2000). *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras*.
- Cote Sosa Gina & Villalba Oyola Lina. (2017). *Índice de Condición del Pavimento Rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación*". Cartagena.
- Davila. (2016). *Aplicación del método del PCI en la evaluación superficial del pavimento rígido de la vía canal de la avenida Chiclayo distrito José Leonardo Ortiz provincia de Chiclayo periodo 2016*. Chiclayo-Peru.
- Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación.



Hamilton, B. A., Dall'orto, B., & Smith, W. (1999). Manual de identificación, clasificación y tratamientos de fallas en pavimentos urbanos.

L



ANEXOS



Anexo A. Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Inst. de Medición
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo evaluar superficialmente el pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar superficialmente y estructuralmente el pavimento rígido mediante el método Pavement Condition Index del Jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023.</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La evaluación superficial del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, presentar un grado de deterioro regular debido a una mala concepción estructural del pavimento rígido.</p>	<p>Variable Independiente</p> <p>EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO RÍGIDO</p> <p>Dimensiones:</p> <p><i>Daños del pavimento</i> <i>Niveles de condición del pavimento rígido</i> <i>Características del pavimento rígido</i></p>	<p>Estudio de observación directa formato de registro y evaluación</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el flujo del tránsito vehicular que presenta el pavimento rígido del Jr. Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación - Jr. José Domingo Choquehuanca de la ciudad de Juliaca?</p> <p>¿Cuáles son los tipos de falla superficiales y niveles de severidad que presenta el pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca; año 2023 empleado la metodología PCI?</p> <p>¿Cuál es el índice de condición de pavimento PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, empleado la metodología PCI?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar el flujo del tránsito vehicular que presenta el pavimento rígido del Jr. Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación - Jr. José Domingo Choquehuanca de la ciudad de Juliaca.</p> <p>Identificar los tipos de falla superficiales y niveles de severidad que presenta el pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023 empleando la metodología PCI.</p> <p>Determinar el índice de condición de pavimento PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, empleado la metodología PCI.</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>El flujo de tránsito vehicular del pavimento del Jr. Francisco Pizarro tramo Av. Circunvalación - Jr. José Domingo Choquehuanca de la ciudad de Juliaca es de un flujo vehicular mediano, siendo los vehículos particulares quienes tienen un mayor flujo vehicular.</p> <p>El índice de condición de pavimento PCI y su categorización del estado operacional del pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca, año 2023, empleado la metodología PCI, tiene un índice de condición regular.</p> <p>Las características que presenta la composición estructural de pavimento rígido del jirón Francisco Pizarro de la ciudad de Juliaca según la escala de calificación, se integra por una capa (losa) de concreto de cemento portland de 4m con un espesor de 18cm que se apoya en una capa de base, constituida por grava, esta capa descansa en una capa de suelo compactado, llamada subrasante.</p>		



Anexo B. Fichas de Índice de Condición del Pavimento



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 01 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55 NUMERO DE LOSAS 26

N°	TIPO DE FALLA	N°	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buckling.	31	Pulimento de agregados
22	Orieta de esquina.	32	Popouts
23	Loca dividida.	33	Bombeo
24	Orieta de durabilidad "D".	34	Punzonamiento.
25	Escala.	35	Cruce de via férrea
26	Sello de junta.	36	Descochamiento
27	Declive Carril / Berma.	37	Retraición
28	Orieta lineal.	38	Descochamiento de esquina
29	Parqueo (grande).	39	Descochamiento de junta
30	Parqueo (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
22	L	5.00					5.00	19.23%	12	
28	M	5.00					5	19.23%	10	
37	L	15.00					15	57.59%	11	
TOTAL VD								33		

Valor deducido mas alto	12
valor deducido menor	10
Numero maximo de valores deducidos.	3

m	0.08	$m = 1 + (998)(100 HQV)^{-1.18}$
Parte decimal	0.08	
Valor mínimo	10	

N°	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	12	11	10	33.0	3	13
2	12	11	2	25.0	2	15
3	12	2	2	16.0	1	16
MAX VDC						16

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI =	84 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MUY BUENO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION (INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023)
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 04 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55 NUMERO DE LOSAS 26

Nº	TIPO DE FALLA	Nº	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buokling.	31	Pultimento de agregados
22	Grieta de esquina.	32	Popouts
23	Losa dividida.	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D".	34	Punzonamiento.
25	Escala.	35	Cruce de via férrea
26	Sello de junta.	36	Decoconamiento
27	Desnivel Camil / Berma.	37	Retracción
28	Grieta lineal.	38	Decoconamiento de esquina
29	Paroheo (grande).	38	Decoconamiento de junta
30	Paroheo (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	L	7.00					7.00	26.92%	19
28	M	17.00					17	65.38%	20
37	L	10.00					10	38.46%	15
								TOTAL VD	54

Valor deducido mas alto	20
valor deducido menor	15
Numero maximo de valores deducidos	3

m	8.36	$m = 1 + (998)(100 HDV)^{-1.19}$
Parte decimal	0.36	
Valor minimo	16	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	20	19	15			54.0	3	60	
2	20	19	2			41.0	2	58	
3	20	2	2			24.0	1	24	
								MAX VDC	80

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	$100 - (\text{MaxVDC} \text{ o Total VD})$
	PCI =	40 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 05
 ANCHO DE VIA (m): 6.5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55
 INICIO DE PROGRESIVA (KM): 00+000
 FIN DE PROGRESIVA (KM): 01+000
 NUMERO DE LOSAS: 26

N°	TIPO DE FALLA	N°	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buokling.	31	Pullmento de agregados
22	Grieta de esquina.	32	Popouts
23	Losa dividida.	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D".	34	Punzonamiento.
25	Escala.	35	Cruce de via férrea
26	Sello de junta.	36	Descoconamiento
27	Desnivel Carril / Berma.	37	Retración
28	Grieta lineal.	38	Descoconamiento de esquina
29	Parocho (grande).	38	Descoconamiento de junta
30	Parocho (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	L	2.00					2.00	7.69%	23
28	M	19.00					19	73.08%	12
37	M	6.00					6	23.08%	18
								TOTAL VD	53

Valor deducido mas alto	23
valor deducido menor	12
Numero maximo de valores deducidos	3

m	8.07	$m = 1 + (998)(100 HDV) = 10$
Parte decimal	0.07	
Valor mínimo	12	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	23	18	12			53.0	3	66	
2	23	18	2			43.0	2	62	
3	23	2	2			27.0	1	27	
								MAX VDC	66

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC o Total VD})$
	PCI = 34 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAFAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 07 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55 NUMERO DE LOSAS 26

N°	TIPO DE FALLA	N°	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buokling.	31	Pullimento de agregados
22	Grieta de esquina.	32	Popouts
23	Losa dividida.	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D".	34	Punzonamiento.
26	Escala.	36	Cruce de via férrea
28	Sello de junta.	38	Decoconamiento
27	Desnivel Carril / Berma.	37	Retracción
28	Grieta lineal.	38	Decoconamiento de esquina
29	Parocho (grande).	38	Decoconamiento de junta
30	Parocho (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
22	H	3.00					3.00	11.54%	33	
28	H	18.00					18	69.23%	24	
37	H	2.00					2	7.69%	19	
								TOTAL VD		76

Valor deducido mas alto	33
valor deducido menor	18
Numero maximo de valores deducidos	3

m	7.16	$m = 1 + (998)(100 HDV)^{0.19}$
Parte decimal	0.16	
Valor mínimo	18	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	33	24	19			76.0	3	66	
2	33	24	2			59.0	2	63	
3	33	2	2			37.0	1	37	
								MAX VDC	88

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI =	$100 - (MaxVDC o Total VD)$
	PCI =	34 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 08 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55 NUMERO DE LOSAS 26

N°	TIPO DE FALLA	N°	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buokling.	31	Pulimento de agregados
22	Grieta de esquina.	32	Popouts
23	Loza dividida.	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D".	34	Funzonamiento.
26	Escala.	35	Cruce de vía férrea
28	Sello de junta.	36	Desconchamiento
27	Declive Carril / Berma.	37	Retracción
28	Grieta lineal.	38	Decoacaramiento de esquina
29	Parqueo (grande).	38	Decoacaramiento de junta
30	Parqueo (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	7.00					7.00	26.92%	29
28	L	7.00					7	26.92%	21
37	H	5.00					5	19.23%	17
								TOTAL VD	67

Valor deducido mas alto	29
valor deducido menor	17
Numero maximo de valores deducidos	3

m	7.62	$m = 1 + (998 / (100 - VDC)) = 10$
Parte decimal	0.62	
Valor mínimo	17	

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	29	21	17			67.0	3	74	
2	29	21	2			52.0	2	70	
3	29	2	2			33.0	1	33	
								MAX VDC	74

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = 100 - (MaxVDC o Total VD)
	PCI = 28 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 11 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55 NUMERO DE LOSAS 26

Nº	TIPO DE FALLA	Nº	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buokling.	31	Pullimento de agregados
22	Grieta de esquina.	32	Popouts
23	Losca dividida.	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D".	34	Punzonamiento.
25	Escala.	35	Cruce de via férrea
26	Sello de junta.	36	Descoohamiento
27	Desnivel Camil / Berma.	37	Retracción
28	Grieta lineal.	38	Descoocamiento de esquina
29	Paroheo (grande).	38	Descoocamiento de junta
30	Paroheo (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	H	4.00					4.00	15.38%	50
28	H	5.00					5	19.23%	45
37	H	9.00					9	34.62%	38
								TOTAL VD	133

Valor deducido mas alto	50
valor deducido menor	38
Numero maximo de valores deducidos	3

m	6.68	$m = 1 + (998)(100 + DV) \times 10$
Parte decimal	0.68	
Valor mínimo	38	

Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	50	45	38			133.0	3	97	
2	50	36	2			88.0	2	91	
3	50	2	2			54.0	1	54	
								MAX VDC	97

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI = $100 - (\text{MaxVDC} \text{ o Total VD})$
	PCI = 3 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **FALLADO**



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023
EVALUADOR:	Bach. ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS
MUESTRA:	JR. FRANCISCO PIZARRO
FECHA:	AGOSTO DEL 2023

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

UNIDAD DE MUESTRA: UM - 16
 ANCHO DE VIA (m) : 6.5
 LONGITUD DE MUESTRA (m): 55
 INICIO DE PROGRESIVA (KM) : 00+000
 FIN DE PROGRESIVA (KM) : 01+000
 NUMERO DE LOSAS : 26

N°	TIPO DE FALLA	N°	TIPO DE FALLA
21	Blow up / Buckling.	31	Pulimento de agregados
22	Grieta de esquina.	32	Popouts
23	Losa dividida.	33	Bombeo
24	Grieta de durabilidad "D".	34	Punzonamiento.
25	Escala.	35	Cruce de via férrea
26	Sello de junta.	36	Desconchamiento
27	Desnivel Carril / Berma.	37	Retracción
28	Grieta lineal.	38	Descascaramiento de esquina
29	Parcheo (grande).	39	Descascaramiento de junta
30	Parcheo (pequeño)		

NIVEL DE SEVERIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA
	(LOW)	(MEDIUM)	(HIGH)
	L	M	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
22	M	5.00					5.00	19.23%	32
28	M	10.00					10	38.46%	28
37	M	2.00					2	7.69%	21
							TOTAL VD		81

Valor deducido mas alto	32
valor deducido menor	21
Numero maximo de valores deducidos	3

m	7.24
Parte decimal	0.24
Valor mínimo	21

$$m = 1 - (998 / (100 - HDV)) + 10$$

N°	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
1	32	28	24			84.0	3	69
2	32	21	2			55.0	2	59
3	32	2	2			36.0	1	36
							MAX VDC	69

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	PCI	=	100-(MaxVDC o Total VD)
	PCI	=	31 %

CONDICION DEL PAVIMENTO: **MALO**



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 23-10-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ERICK VILCAPAZA ZEBALLOS

Dirección: Jr. CALLE NUEVA D-2B SANTA ROSA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 71042961

Teléfono: 938 636 363 email: @gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO MEDIANTE EL

MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX DEL JIRÓN FRANCISCO

PIZARRO DE LA CIUDAD DE JULIACA, AÑO 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): PAVIMENTO, EVALUACIÓN ESTADO E INTERVENCIÓN

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

1

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

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



2. Referencia de tesis:

- Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

- Sí autorizo
- No autorizo

Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

23-10-2024

Fecha