

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Propuesta de una guía metodológica para la mejora
del diagnóstico de las patologías del concreto en
pavimentos rígidos de la avenida Venezuela -
Ayacucho 2022**

Daniela Albites Villalobos
Maria Antonieta Gutierrez Vargas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Civil

Huancayo, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Mg. Ing. Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Alejandro Vildoso Flores
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 27 de Julio de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) DANIELA ALBITES VILLALOBOS y MARIA ANTONIETA GUTIERREZ VARGAS, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

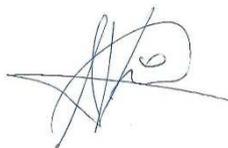
- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



MBA. Ing. Alejandro Vildoso Flores
Asesor.

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, DANIELA ALBITES VILLALOBOS, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70343236, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniera Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

14 de Agosto de 2023.



Daniela Albites Villalobos

DNI. No. 70343236

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, MARIA ANTONIETA GUTIERREZ VARGAS , identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 72761464, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA - AYACUCHO 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

14 de Agosto del 2023.



MARIA ANTONIETA GUTIERREZ VARGAS

DNI. No. 72761464

"PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA - AYACUCHO 2022"

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repository.unimilitar.edu.co Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Técnica de Machala Trabajo del estudiante	1%
3	uact.uagro.mx Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad de Córdoba Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	1%
6	repository.unipiloto.edu.co Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%

8	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	1 %
9	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	1 %
10	Submitted to Pasundan University Trabajo del estudiante	1 %
11	Submitted to Universidad Jose Carlos Mariategui Trabajo del estudiante	1 %
12	Submitted to Universidad de Valladolid Trabajo del estudiante	<1 %
13	www.euskadi.net Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	pdfs.semanticscholar.org Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad de Salamanca Trabajo del estudiante	<1 %
17	Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Trabajo del estudiante	<1 %
18	tesis.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

19

Patricio Xavier Lozano Rodríguez, Ronny Ronaldo Reinoso Roca, Valeria Fernanda Flores Cantos, Ana Carola Flores Mancheno. "Conservation Gaps Associated with Threatened Wildlife in Chimborazo Province", ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M., 2022

Publicación

<1 %

20

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

21

www.duvarlagidankara.com

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.unajma.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

Submitted to Universidad Jaime Bausate y Meza

Trabajo del estudiante

<1 %

24

repositorio.unab.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

"Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica", Alianza de Investigadores Internacionales SAS, 2020

Publicación

<1 %

26

Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

<1 %

27

"Migración intrametropolitana y movilidad social : reproducción de clases sociales, capital simbólico y procesos de segregación en la producción del espacio en el Gran Concepción", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020

Publicación

<1 %

28

46.210.197.104.bc.googleusercontent.com

Fuente de Internet

<1 %

29

Simón José Cama Flores. "Asociatividad y crecimiento económico de pequeñas unidades agrícolas rurales de Andahuaylas, Apurímac", Journal of the Academy, 2020

Publicación

<1 %

30

Sofía Buelga, Begoña Iranzo, María-Jesús Cava, Eva Torralba. " Psychological profile of adolescent cyberbullying aggressors / Perfil psicosocial de adolescentes agresores de ", Revista de Psicología Social, 2015

Publicación

<1 %

31

Irene Gabriela Muñoz-Vázquez, Darwin Gabriel García-Herrera, Sandra Elizabeth Mena-Clerque, Juan Carlos Erazo-Álvarez. "NEO LMS enseñanza matemática: Uso de recursos digitales", Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 2020

Publicación

<1 %

32

GESTION EN CONSULTORIA INTEGRAL Y
MEDIO AMBIENTE S.A.C. - GESIM SAC. "DAA
Colectiva de la Planta Campoy-IGA0002126",
R.D. N° 034-2019-PRODUCE/DVMYPE-
I/DGAAMI, 2020

Publicación

<1 %

33

Lady Andrea León-Serrano, Jerson Antonio
Loor-Reyes, Rubén Alberto Araujo-Cobarrubio,
Andrés David Ramírez-Asanza. "Factores
determinantes de la economía popular y
solidaria en el sector asociativo", Entorno,
2020

Publicación

<1 %

34

documentop.com

Fuente de Internet

<1 %

35

sangabrielriobamba.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

36

"Nivel de importancia de factores inhibidores
de implementación y áreas de control de
proyectos en la Empresa Constructora Fluor",
Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2020

Publicación

<1 %

37

repositorio.autonoma.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

Submitted to Universidad Nacional del Centro
del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

40 FIDEL SALAS VICENTE. "Investigación y modelización de la adherencia, el desgaste y la fenomenología de daño asociada a la rodadura en contactos rueda-carril de aceros al carbono y bainíticos.", Universitat Politecnica de Valencia, 2015

Publicación

<1 %

41 Submitted to Universidad Tecnologica del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

42 "Aplicación de la metodología de Kano para la determinación de un modelo de valor para clientes de productos inmobiliarios", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2012

Publicación

<1 %

43 Submitted to Mondragon Unibertsitatea

Trabajo del estudiante

<1 %

44 Maria do Carmo Alves de Albuquerque. "A participação da sociedade na redefinição de políticas de direitos: os direitos da infância e o direito à moradia em países do cone sul na virada para o século XXI", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2008

Publicación

<1 %

45	map-tesis.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
47	www.cacic2016.unsl.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
48	Submitted to Dumfries and Galloway College Trabajo del estudiante	<1 %
49	Miryam Gabriela Pacheco Rodriguez. "Modelo de comunicación interna para instituciones públicas de educación superior. Caso Universidad de Guayaquil.", Universitat Politecnica de Valencia, 2022 Publicación	<1 %
50	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	tesisenred.net Fuente de Internet	<1 %
52	Daniel López Rodríguez. "Recuperación del colorante de aguas residuales textiles mediante nanoarcillas para su reutilización como pigmentos y nuevos baños de tintura", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación	<1 %

53	Juan G Bastidas-Martinez, Juan C Ruge. "Structural evaluation of pavement thickness in Plain-concrete strip road", 2022 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI), 2022 Publicación	<1 %
54	informaticagadgets.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
55	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
56	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
57	www.biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
58	www.tdx.cat Fuente de Internet	<1 %
59	"Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 11 (1995)", Brill, 1998 Publicación	<1 %
60	KLOHN CRIPPEN BERGER S.A.. "MEIA del Proyecto Minero Antamina por Incremento de Reservas y Optimización del Plan de Minado.- IGA0013037", R.D. N° 054-2011-MEM-AAM , 2021 Publicación	<1 %

61 Patricia Batista Grau. "Desarrollo de nanoestructuras de ZnO mediante anodizado electroquímico en diferentes condiciones para su aplicación en el área energética", Universitat Politecnica de Valencia, 2021
Publicación <1 %

62 Raymond D. Semlitsch. "Are Small, Isolated Wetlands Expendable?", Conservation Biology, 10/1998
Publicación <1 %

63 uvadoc.uva.es
Fuente de Internet <1 %

64 www.idea.int
Fuente de Internet <1 %

65 www.iq.coord.usb.ve
Fuente de Internet <1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Continental de Huancayo, por brindarnos todos los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo nuestro proceso de formación y de investigación. No hubiésemos podido llegar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

A nuestro asesor, Ing. Alejandro Vildoso Flores quien, con su conocimientos y experiencia, nos guio en todo el proceso investigativo; sin su colaboración, no se habría concluido el proceso, mucho menos arribado a los productos.

Por último, a nuestros familiares, por apoyarnos incondicionalmente en todo momento. Sobre todo, el apoyo y paciencia de nuestros padres, a ellos nuestro agradecimiento eterno y sincero.

A Dios, por permitirme seguir en pie al construir
este proyecto.

Con el mismo ímpetu, a mi madre, por significar
fortaleza y enseñarme a perseverar con pasos
pequeños, pero firmes. A ti va este esfuerzo, pedacito
de cielo, cuya mirada hace resplandecer cada uno de
mis días, enseñándome el valor de no rendirme y
mantener claro el objetivo de construir una sociedad
ética profesionalmente.

María Antonieta

A Dios, por darme vida y salud.

A mis padres, con todo el amor de mi alma, por
ser el pilar más importante de mi vida, por
demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional
en todo momento.

Daniela

ÍNDICE

Agradecimientos	II
Índice	IV
Índice de tablas.....	IIX
Índice de figuras.....	XI
Índice de ecuaciones	XVI
Resumen	XVII
Abstract.....	XVIII
Introducción	XIX
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.1.2 Formulación del problema.....	2
1.1.2.1 Problema general	2
1.1.2.2 Problemas específicos.....	2
1.2 Objetivos.....	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificación e importancia	3
1.3.1 Justificación.....	3
1.3.1.1 Justificación social.....	3
1.3.1.2 Justificación teórica	3
1.3.1.3 Justificación práctica	4
1.3.2 Importancia	4
1.4 Hipótesis y descripción de variables.....	4
1.4.1 Hipótesis general.....	4
1.4.2 Hipótesis específicas.....	5
1.4.3 Descripción de variables.....	5
1.4.3.1 Variable independiente	5
1.4.3.2 Variable dependiente	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1 Antecedentes del problema.....	7
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	7
2.1.2 Antecedentes internacionales	11

2.2	Bases teóricas	17
2.2.1	Pavimento rígido	17
2.2.2	Factores que afectan el deterioro del pavimento	17
2.2.3	Patología del concreto.....	19
2.2.4	Identificación y diagnóstico de las causas de las patologías.....	19
2.2.4.1	Blowup-Buckling.....	20
2.2.4.2	Grietas de esquina.....	22
2.2.4.3	Losa dividida.....	24
2.2.4.4	Grieta de durabilidad.....	25
2.2.4.5	Escala.....	27
2.2.4.6	Daño del sello de la junta.....	28
2.2.4.7	Desnivel carril / berma.....	30
2.2.4.8	Grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales).....	31
2.2.4.9	Parche grande (mayor de 0.45 m ²).....	33
2.2.4.10	Parche pequeño (menor de 0.45 m ²).....	34
2.2.4.11	Pulimiento de agregados.....	35
2.2.4.12	Popouts.....	36
2.2.4.13	Bombeo.....	37
2.2.4.14	Punzonamiento.....	37
2.2.4.15	Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado.....	39
2.2.4.16	Grietas de retracción.....	40
2.2.4.17	Descascaramiento de esquina.....	40
2.2.4.18	Descascaramiento de junta.....	42
2.2.5	Clasificación de las patologías por grupo de determinación.....	43
2.2.5.1	Patología congénita.....	43
2.2.5.2	Patología contraída.....	43
2.2.5.3	Patología accidental.....	43
2.2.5.4	Factores físicos.....	44
2.2.5.5	Cambios de volumen en estado plástico.....	44
2.2.5.6	Contracción o retracción plástica.....	45
2.2.6	Factores de fatiga.....	46
2.2.6.1	Número de aplicaciones de carga.....	46
2.2.6.2	Resistencia y módulo de ruptura.....	47
2.2.6.3	Espesor de la losa de concreto.....	47
2.2.6.4	Espaciamiento entre juntas transversales.....	47
2.2.6.5	Apoyo en el borde de las losas.....	48

2.2.6.6	Apoyo de la subrasante	48
2.2.6.7	Tiempo de curado y edad del concreto	48
2.2.7	Método PCI (INDEX CONDITION PAVIMENT) para pavimentos rígidos.....	49
2.2.8	Procedimiento de evaluación de la condición de pavimentos	50
2.2.8.1	Niveles de condición de falla	50
2.2.8.2	Rango de medición.....	51
2.2.8.3	Metodología.....	51
2.2.8.4	Unidades de muestreo.....	52
2.2.8.5	Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.....	53
2.2.8.6	Selección de las unidades de muestreo para inspección	54
2.2.8.7	Cálculo de los valores deducidos.....	54
2.2.8.8	Interacciones del cálculo del CDV:	55
2.2.8.9	Iteraciones del cálculo del CDV.....	55
2.2.9	Aplicación móvil.....	56
2.2.9.1	Aplicaciones nativas.....	56
2.2.9.2	Webapps	57
2.2.9.3	Aplicaciones híbridas	57
2.2.9.4	Dispositivos móviles	57
2.2.9.5	Android	58
2.3	Marco normativo	58
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		59
3.1	Método y alcances de la investigación	59
3.1.1	Método de la investigación	59
3.1.1.1	Método general de investigación.....	59
3.1.1.2	Método específico de la investigación.....	59
3.1.2	Alcances de la investigación	60
3.1.2.1	Tipo de investigación	60
3.2	Diseño de la investigación	60
3.2.1	Tipo de diseño de investigación	60
3.3.1	Población.....	61
3.3.2	Muestra.....	61
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	63
3.4.1	Técnicas utilizadas en la recolección de datos	63
3.4.2	Instrumentos utilizados en la recolección de datos	63
3.4.3	Validación de instrumento	65
3.4.3.1	Confiability del método alfa de Cronbach.....	65

3.4.4	Juicio de expertos	67
3.5	Procesamiento de datos	67
3.6	Equipos utilizados de la recolección y procesamiento de datos	67
3.6.1	Desarrollo de la encuesta	68
3.7	Desarrollo del proceso de la elaboración de la guía metodológica	71
3.7.1	Lineamiento de la guía metodológica	71
3.8	Desarrollo de la investigación	72
3.8.1	Desarrollo de la investigación según el objetivo 1 (primera etapa).....	72
3.8.2	Desarrollo de la investigación según el objetivo 2 (segunda etapa).....	73
3.8.3	Desarrollo de la investigación según el objetivo 3 (tercera etapa).....	76
3.8.4	Desarrollo de la investigación según el objetivo 4 (cuarta etapa).....	77
3.8.4.1	Definición de la propuesta.....	77
3.8.4.2	Investigación del usuario	77
3.8.4.3	Definición funcional del aplicativo móvil.....	78
3.8.4.4	Visión del aplicativo móvil.	78
3.8.4.5	Desarrollo de WIREFRAMES.....	78
3.8.4.6	Prototipos.....	79
3.8.4.6.1	De qué pantallas hacer los prototipos	79
3.8.4.7	Desarrollo de tipo multiplataforma.	79
3.8.4.8	Desarrollo del prototipo.....	79
3.8.5	Desarrollo de la investigación según el objetivo n.º 5 (quinta etapa).....	80
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		91
4.1	Resultado del tratamiento y análisis de la información.....	91
4.1.1	Resultado para lograr explicar el objetivo específico 1.....	91
4.1.1.1	Análisis del cuestionario para lograr explicar el resultado del objetivo	91
4.1.2	Resultado para lograr explicar el objetivo específico 2.....	104
4.1.3	Resultado para lograr explicar el objetivo específico 3.....	115
4.1.3.1	Mantenimiento rutinario	118
4.1.3.2	Mantenimiento periódico	118
4.1.3.3	Mantenimiento diferido.....	118
4.1.3.4	Rehabilitación	118
4.1.3.5	Reconstrucción	119
4.1.3.6	Reparaciones de emergencia.....	119
4.1.3.7	Sello de fisura y grietas	119
4.1.3.8	Técnica de parcheo y bacheo.....	119

4.1.3.9	Reconstrucción de tipo rígido	120
4.1.4	Resultado para lograr explicar el objetivo específico 4.....	120
4.1.5	Resultado para lograr explicar el objetivo específico 5.....	120
4.1.6	Prueba de hipótesis e inferencia estadística	121
4.1.6.1	Objetivo específico 1	121
4.1.6.2	Objetivo específico 2.....	125
4.1.6.3	Objetivo específico 3.....	129
4.1.6.4	Objetivo específico 4.....	132
4.1.6.5	Objetivo específico 5.....	136
4.2	Discusión de resultados.....	139
4.2.1	Análisis de los resultados del PCI y la guía metodológica elaborada	141
	CONCLUSIONES	143
	RECOMENDACIONES	145
	ANEXO	146
	Anexo 1. Información del validador de expertos.....	149
	Anexo 2. Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido (manual de pavimentos).	162
	Anexo 3. Formato de inspección visual en campo inicial.....	163
	Anexo 4. Formato del PCI para la recolección de datos propio de pavimentos rígidos	164
	Anexo 5. Formato de la ficha técnica	165
	Anexo 6. Manual de guía metodológica	168
	Anexo 7. Visitas A. Campo para la identificación de patologías	225
	Visitas A. Campo para la identificación de patologías a través de la inspección visual.....	131
	Anexo 8. Plano de ubicación del proyecto y plano de losas estudiadas	233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	6
Tabla 2. Rangos de calificación numéricos y cualitativos establecidos en el PCI	51
Tabla 3. Formato del PCI para la recolección de datos propio de pavimentos rígidos	52
Tabla 4. Lista de los ingenieros encuestados	64
Tabla 5. Clasificación de consistencia interna.	66
Tabla 6. Confiabilidad del instrumento	66
Tabla 7. Formato de encuesta	69
Tabla 8. Clasificación por su origen de las patologías del pavimento rígido.	75
Tabla 9. Formato de inspección visual in campo inicial	76
Tabla 10. Cuadro para el análisis de muestra	81
Tabla 11. Determinación de la muestra	82
Tabla 12. Cuadro para la determinación del intervalo de muestra	82
Tabla 13. Formato de inspección visual in situ	83
Tabla 14. Cuadro de leyenda	85
Tabla 15. Rangos de clasificación del PCI	90
Tabla 16. Estadística de fiabilidad	92
Tabla 17. Resultados de la inspección visual en campo inicial	104
Tabla 18. Cuadro de Afectación GT	111
Tabla 19. Cuadro de Afectación GL	112
Tabla 20. Cuadro de Afectación GS	112
Tabla 21. Cuadro de Afectación GR	112
Tabla 22. Cuadro de Afectación GE	112
Tabla 23. Cuadro de Afectación DE	113
Tabla 24. Cuadro de Afectación DL	113
Tabla 25. Cuadro de Afectación PG	113
Tabla 26. Cuadro de Afectación PO	113

Tabla 27.	Cuadro de Afectación PU	114
Tabla 28.	Cuadro de Afectación BO	114
Tabla 29.	Cuadro de Afectación PZ	114
Tabla 30.	Cuadro de Afectación LD	114
Tabla 31.	Cuadro de Afectación DS	115
Tabla 32.	Porcentaje de severidad según el tipo de patología	115
Tabla 33.	Tipo de mantenimiento del PCI de la Av Venezuela.	121
Tabla 34.	Tabla Cruzada Gestión de calidad *Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos	123
Tabla 35.	Pruebas de chi-cuadrado	123
Tabla 36.	Medidas simétricas	124
Tabla 37.	Grado de relación según el coeficiente de correlación de Rho de Spearman	126
Tabla 38.	Tabla cruzada Guía Metodológica*Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos	127
Tabla 39.	Pruebas de chi-cuadrado	127
Tabla 40.	Medidas simétricas	128
Tabla 41.	Tabla cruzada Guía Metodológica*Gestión del Riesgo del Proyecto	130
Tabla 42.	Pruebas de chi-cuadrado	131
Tabla 43.	Medidas simétricas	131
Tabla 44.	Tabla cruzada Guía Metodológica*Gestión de la Integración de un App Móvil	134
Tabla 45.	Pruebas de chi-cuadrado	134
Tabla 46.	Medidas simétricas	135
Tabla 47.	Tabla cruzada Alcance del cronograma del proyecto*Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos	137
Tabla 48.	Pruebas de chi-cuadrado	138
Tabla 49.	Medidas simétricas	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección típica de un pavimento rígido	17
Figura 2. Blowup/Buckling baja severidad	21
Figura 3. Blowup/Buckling de severidad media	21
Figura 4. Blowup/Buckling de severidad alta	22
Figura 5. Grietas de esquina de severidad baja	23
Figura 6. Grietas de esquina de severidad media	23
Figura 7. Grietas de esquina de severidad alta	24
Figura 8. Losa dividida de severidad baja	24
Figura 9. Losa dividida de severidad media	25
Figura 10. Losa dividida de severidad alta	25
Figura 11. Grietas de durabilidad severidad baja	26
Figura 12. Grietas de durabilidad de severidad media	26
Figura 13. Grietas de durabilidad de severidad alta	26
Figura 14. Escala de severidad baja	27
Figura 15. Escala de severidad media	27
Figura 16. Escala de severidad alta	28
Figura 17. Daño de sello de junta sev. baja	29
Figura 18. Daño de sello de junta sev. media	29
Figura 19. Daño de sello de junta de severidad alta	29
Figura 20. Desnivel de carril de severidad baja	30
Figura 21. Desnivel de carril de severidad media	30
Figura 22. Desnivel de carril de severidad alta	31
Figura 23. Grietas de severidad baja	32
Figura 24. Grietas de severidad media	32
Figura 25. Grietas de severidad alta	32
Figura 26. Parche grande de severidad baja	33

Figura 27. Parche grande de severidad media	33
Figura 28. Parche grande de severidad alta	34
Figura 29. Parche pequeño de severidad baja	34
Figura 30. Parche pequeño de severidad media	35
Figura 31. Parche pequeño de severidad alta	35
Figura 32. Pulimiento de agregados	36
Figura 33. Poupouts	36
Figura 34. Bombeo no tienen severidad definida	37
Figura 35. Punzonamiento de severidad baja	38
Figura 36. Punzonamiento de severidad media	38
Figura 37. Punzonamiento de severidad alta	38
Figura 38. Desconchamiento de severidad baja	39
Figura 39. Desconchamiento de severidad media	39
Figura 40. Desconchamiento de severidad alta	40
Figura 41. Grietas de retracción no tienen severidad definida	40
Figura 42. Descascaramiento de esquina severidad baja	41
Figura 43. Descascaramiento de esquina de severidad media	41
Figura 44. Descascaramiento de esquina de severidad alta	41
Figura 45. Descascaramiento de junta de severidad baja	42
Figura 46. Descascaramiento de junta de severidad media	42
Figura 47. Descascaramiento de junta de severidad alta	43
Figura 48. Exudación del hormigón puesto en sitio y en reposo.	45
Figura 49. Fisuración típica por retracción plástica	46
Figura 50. Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido (Manual de pavimentos)	55
Figura 51. Método de cálculo de Cronbach	66
Figura 52. Formato de ficha técnica (elaboración propia)	73
Figura 53. Paños del pavimento rígido en estudio Av. Venezuela, Ayacucho	74

Figura 54. Los wireframes son fundamentales para entender cómo puede estar estructurada cada pantalla de una app.	78
Figura 55. Logotipo de la interacción de la aplicación móvil de la patología	80
Figura 56. Ubicación del proyecto	81
Figura 57. Cuadro de deducción de valor reducido de falla de grietas lineales de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H".	85
Figura 58. Cuadro de deducción de valor reducido de falla de desconchamiento de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"	86
Figura 59. Cuadro de deducción de valor reducido de falla de grieta de esquina de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"	86
Figura 60. Cuadro de deducción de valor reducido de falla de POPOUT de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"	87
Figura 61. Figura de deducción de valor reducido de falla de PARCHEO GRANDE de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"	87
Figura 62. Figura de deducción de valor reducido de falla de BOMBEO de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"	88
Figura 63. Determinación de valores deducidos	88
Figura 64. Determinación de valores deducidos	89
Figura 65. ¿Usted cree que se debería realizar una organización de la base teórica?	92
Figura 66. ¿Cree usted que la clasificación de la información en una ficha técnica mejora el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?	93
Figura 67. ¿Crees usted que la recopilación de base teórica ayudaría a integrar conocimientos de las patologías del concreto?	93
Figura 68. ¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?	94
Figura 69. ¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?	94
Figura 70. ¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?	95
Figura 71. ¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios?	95

Figura 72. ¿Usted cree que la gestión de calidad aseguraría la durabilidad de los pavimentos rígidos?	96
Figura 73. ¿Usted cree que la integración de una guía metodológica mejoraría la inspección en campo?	96
Figura 74. ¿Cree usted que la integración de la guía metodológica se consideraría parte de la gestión de calidad?	97
Figura 75. ¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daño en los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología?	98
Figura 76. ¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?	98
Figura 77. ¿Cree usted que se debería hacer una inspección a las faltas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?	99
Figura 78. ¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para la evaluación de pavimentos?	99
Figura 79. ¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran, influyen en la calidad de los pavimentos	100
Figura 80. ¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?	100
Figura 81. ¿Usted cree que la planificación de la respuesta de los riesgos es imprescindible para evitarlos y/o evaluarlos?	101
Figura 82. ¿Cree usted que es necesario una planificación de riesgos para intervención de pavimentos de concreto?	101
Figura 83. ¿Cree usted que es indispensable monitorear los riesgos en la intervención de los pavimentos rígidos?	102
Figura 84. ¿Cree usted que la integración de un aplicativo móvil hace más eficiente y eficaz el diagnóstico de las patológicas del concreto en pavimentos rígidos?	102
Figura 85. ¿Usted cree que el diseño del aplicativo móvil tendría que ser práctica para su uso y desarrollo?	103
Figura 86. ¿Cree usted que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?	103
Figura 87. Porcentaje del tipo de patología según el grado de severidad baja	116
Figura 88. Porcentaje del tipo de patología según el grado de severidad media	117

Figura 89. Porcentaje del tipo de patología según el grado de severidad alta	117
Figura 90. Modelo del aplicativo móvil	120

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del PCI	49
Ecuación 2. Determinación de las unidades de muestreo	53
Ecuación 3. Unidades de muestreo para inspección	54
Ecuación 4. Número máximo admisible de valores deducidos	54
Ecuación 5. Determinación del muestreo aleatorio	62

RESUMEN

La finalidad de la investigación fue mejorar el diagnóstico de las patologías del concreto de pavimentos rígidos. Se recolectó todo tipo de información; una vez obtenida, se clasificó en una ficha técnica, siendo esta la base de datos para la guía metodológica; seguidamente, se llevó a cabo las exploraciones de campo, identificando las patologías existentes y su respectiva propuesta de solución, utilizando de referencia la metodología PCI, a fin de tener mayor referencia en el diagnóstico y comparar los resultados. Como propuesta, toda la guía metodológica estuvo integrada en un aplicativo móvil, con la finalidad de facilitar el reconocimiento y acceso en campo de toda la información referente a estas afectaciones en el pavimento rígido. La investigación tiene carácter descriptivo-explicativo, con un enfoque cuantitativo y de diseño no experimental; se utilizó como referencia la metodología de diseño del PCI, que tomó 129 unidades de muestra, haciendo un total de 258 paños, equivalentes a 2283.3 m² de pavimento rígido; del mismo, se identificaron las fallas existentes y el estado de las mismas; finalmente, se concluyó en que el promedio del índice de condición del pavimento obtenido es 68; el cual, según el rango de clasificación del método PCI, muestra un pavimento BUENO. Con los resultados finales, se obtuvo una guía metodológica adecuada para una buena intervención en el momento de realizar el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos; la cual estará integrada en un aplicativo móvil; esta herramienta tiene como propósito contener la información detallada de cada patología, siendo de uso exclusivo en el momento de la inspección visual en campo, dejando atrás los métodos tradicionales sin ningún tipo de gestión, obteniendo como resultados malas intervenciones y como consecuencia diagnósticos desfavorables.

Palabras claves: Guía metodológica, pavimento rígido, PCI, aplicativo móvil.

ABSTRACT

The purpose of the research was to improve the diagnosis of concrete pathologies of rigid pavements. All kinds of information was collected; once obtained, it was classified in a technical sheet, this being the database for the methodological guide; Next, field explorations were carried out, identifying the existing pathologies and their respective solution proposal, using the PCI methodology as a reference, in order to have a greater reference in the diagnosis and compare the results. As a proposal, the entire methodological guide was integrated into a mobile application, with the purpose of facilitating the recognition and access in the field of all the information regarding these effects on rigid pavement. The research is descriptive-explanatory, with a quantitative approach and non-experimental design; The PCI design methodology was used as a reference, which took 129 sample units, making a total of 258 panels, equivalent to 2283.3 m² of rigid pavement; from it, the existing failures and their status were identified; finally, it was concluded that the average pavement condition index obtained is 68; which, according to the classification range of the PCI method, shows a GOOD pavement. With the final results, an adequate methodological guide was obtained for a good intervention at the moment of carrying out the diagnosis of concrete pathologies in rigid paving; which will be integrated into a mobile application; The purpose of this tool is to contain detailed information on each pathology, being used exclusively at the time of visual inspection in the field, leaving behind traditional methods without any type of management, obtaining poor interventions as results and unfavorable diagnoses as a consequence.

Keywords: Methodological guide, rigid pavement, PCI, mobile application.

INTRODUCCIÓN

Las redes viales son elementos esenciales en la sociedad, muy influyentes en la economía de las diferentes regiones urbanas. El buen estado de las ellas contribuye a una buena transitabilidad y genera progreso en los sectores urbanos; por ello, es necesario que entidades competentes de cada sector cuenten con una adecuada planificación en el mantenimiento de las vías para que puedan asegurar la serviciabilidad de las mismas, evitando el deterioro prematuro de las vías en general. Por ello, es importante enfatizar en mantener las redes viales en buen estado, que permita el tránsito confortable entre las diferentes zonas urbanas de nuestra localidad.

El presente trabajo plantea la creación de una guía metodológica para mejorar el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos teniendo como referencia la aplicación de la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento). Consideramos la propuesta de integrar la guía metodológica dentro de un aplicativo móvil. Al ser considerado un sistema operativo práctico, la automatización simplifica el proceso; de esta manera, se determina cantidad, severidad, y clase de fallas existentes en las vías de forma más simple y rápida. Durante el recorrido del área de estudio, obtenemos información de campo necesaria para aplicar la guía metodológica y considerar la referencia de los resultados indicada en el PCI; calculando el índice, cuantificamos el estado en que se encuentra el pavimento en estudio; teniendo en cuenta el proceso valorativo de la guía metodológica asemejamos los resultados obtenidos.

El proceso de aplicación es de fácil implementación, ya que no requiere de equipos, ni herramientas especializadas para su total desarrollo. En esta oportunidad, nuestra área de estudio es la ciudad de Ayacucho (Avenida Venezuela), que fue elegida dentro de varias alternativas de estudio, por ser una vía muy transitada y se encuentra en un lugar crítico, presentando fallas.

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Ayacucho, para determinar su estado o condición, el cual

servirá para realizar intervenciones oportunas y no permitir el mayor deterioro del pavimento, utilizando la metodología PCI; así, la guía metodológica nos ayudará a ejecutar acciones cumpliendo los factores de calidad, con menor tiempo y costo, evidenciando la necesidad de un cambio de metodología más práctica.

Manteniéndonos en la vanguardia tecnológica, en el tiempo en que nos encontramos, debemos entender que el uso del móvil (celular) se ha convertido en un elemento indispensable y de uso personal al estar presente en el día a día de las personas; este, por ser muy accesible a distintos programas, contribuye a que su uso y manejo sea más práctico, por tener una buena capacidad de almacenamiento.

La guía metodológica presenta información detallada. De manera específica, muestra el comportamiento de cada patología existente, clasificandola dentro de una ficha técnica, la cual se diseña para el funcionamiento dentro de un aplicativo móvil y de uso exclusivo en la inspección visual en visitas a campo para un mejor diagnóstico de las patologías de concreto para pavimentos rígidos y obtener un mejor panorama para la intervención oportuna y eficiente. En esa línea, el trabajo mantiene una perspectiva de mejora continua, cumpliendo con el respectivo enfoque de calidad; gestionando el riesgo de la evaluación en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos.

Por último, existe la expectativa de que este trabajo de investigación sirva como guía de estudios para un buen diagnóstico de las patologías y la intervención en el mantenimiento de vías pavimentadas, para el desarrollo de futuros proyectos tanto en el sector privado como público de la construcción.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 *Planteamiento del problema*

En estos últimos años, la ciudad de Ayacucho ha sufrido un incremento poblacional, como también cambios climáticos muy acelerados; siendo, en el proceso, afectadas las vías pavimentadas desde su puesta en servicio y a lo largo de su vida útil al sufrir diferentes patologías y deterioros.

Realizando búsquedas de material bibliográfico en referencia a las diversas patologías del concreto en pavimentos rígidos, se encontró diversas fuentes de información, como tesis de grado, investigaciones, guías, entre otros; los cuales describen detalladamente las patologías existentes en una estructura de pavimento, donde especifican de manera puntual el deterioro y las causas que dieron origen a la patología. Sin embargo, no proporcionan un compendio o catálogo de las diversas patologías del concreto en pavimentos rígidos, donde se pueda detallar mediante fichas técnicas la información más fundamental de las diversas patologías del concreto que existen en los pavimentos rígidos; igualmente, de los factores que inciden en su deterioro, su funcionalidad, el grado de severidad, las condiciones específicas para casos en particular; donde se planteen recomendaciones para prevenir daños y dar soluciones inmediatas.

1.1.2 Formulación del problema

1.1.2.1 Problema general

¿Es posible contar con una guía metodológica para mejorar el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela?

1.1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo realizar un diagnóstico eficiente siguiendo los lineamientos de la guía metodológica para mejorar el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela?
- ¿De qué manera hacer eficiente la propuesta de una guía metodológica para mejorar el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela?
- ¿De qué manera la propuesta de solución de la estructura previene futuras patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela?
- ¿En qué medida la creación de la propuesta de una guía metodológica que contenga un aplicativo móvil reduce el tiempo de operación del diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela?
- ¿Cuál es el estado actual de las vías del pavimento rígido de la Av. Venezuela?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Formular una guía metodológica para el diagnóstico y tratamiento de las patologías del concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

- Simplificar y clasificar las patologías del concreto, de acuerdo a su origen, en una ficha técnica, con su propuesta de solución, para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

- Realizar exploraciones de campo para identificar las patologías del concreto en pavimentos rígidos para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.
- Presentar la propuesta de solución de la estructura del pavimento en el tramo en estudio para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.
- Crear una propuesta de guía metodológica que contenga un aplicativo móvil para mejorar el diagnóstico de las patologías de concreto de la Av. Venezuela.
- Evaluar el estado actual del pavimento rígido utilizando el PCI para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación

1.3.1.1 Justificación social

Con esta investigación, se pretende mejorar la inspección visual, reducir los tiempos de operación y reconocimiento de las afectaciones del pavimento rígido. Permitirá al personal encargado de la inspección tomar a tiempo medidas correctivas o de prevención.

1.3.1.2 Justificación teórica

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014): “La mayoría de las investigaciones se ejecuta con un propósito definido, pues no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización”.

La presente investigación se ha centrado en compilar información de las patologías existentes en pavimentos rígidos; ya que, con el pasar de los años, el uso que se da a la estructura, los cambios climáticos de la región, entre otros, son factores causantes del deterioro del pavimento rígido. Este trabajo busca crear una guía metodológica que permitirá conocer, identificar y analizar las diferentes fallas y desperfectos presentes en el pavimento

rígido, para establecer recomendaciones de tratamientos y correcciones adecuadas, para evitar degradación de la estructura en general.

1.3.1.3 Justificación práctica

Una vez recolectada y verificada toda información, se compiló en fichas técnicas con la mayor cantidad de imágenes e información detallada, para que el personal realice el reconocimiento de las patologías mediante herramientas visuales y de fácil acceso; de tal manera que se buscará crear un sitio web o una aplicación donde se recopile, en fichas técnicas, la mayor cantidad de imágenes e información detallada en documentos, trabajos de investigación de acuerdo con cada patología.

En síntesis, la presente investigación buscará facilitar al personal de obra el acceso en campo a toda la información referente a la patología del pavimento rígido que se evalúa en una inspección visual, los tratamientos, recomendaciones de cada afección; esto mediante la conformación de una guía metodológica, que busca complementar a todos los documentos técnicos que contengan el tema referente a la patología en pavimentos rígidos.

1.3.2 Importancia

La presente investigación permitirá al personal el fácil acceso a toda información referente a las patologías del concreto existentes en pavimentos rígidos. A su vez, facilitará una rápida intervención para mitigar las fallas existentes que presenta la estructura, para así brindar mejores soluciones y mantenimientos oportunos a futuro.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis general

Al formular una guía metodológica, se realiza un diagnóstico y tratamiento eficiente de las patologías del concreto en pavimentos rígidos en la Av. Venezuela.

1.4.2 Hipótesis específicas

- Al seguir los lineamientos de la guía metodológica, simplificamos toda información que contenga cada patología, para dar propuestas preventivas y soluciones en la Av. Venezuela.
- Las exploraciones de campo mejoran el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.
- Al determinar las principales causas que ocasionan patologías en pavimentos rígidos, se previenen futuros daños en la Av. Venezuela.
- Crear la propuesta de una guía metodológica que contenga un aplicativo móvil mejorará el diagnóstico de las patologías de concreto de la Av. Venezuela.
- Evaluar los estados del pavimento mediante el PCI permite tener un mejor panorama para una eficiente creación de propuesta de una guía metodológica para la Av. Venezuela.

1.4.3 Descripción de variables

1.4.3.1 Variable independiente

- Guía metodológica.

1.4.3.2 Variable dependiente

- Diagnóstico de patologías de concreto en pavimentos rígidos.

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	MARCO CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable Independiente: Guía metodológica	Documento técnico que describe el conjunto de normas a seguir en los trabajos relacionados con los sistemas de información.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance de información. • Alcance del cronograma del proyecto. • Gestión de la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Organización de la base teórica. • Clasificación de la información en una ficha técnica. • Cronograma de inspección. • Control del tiempo. • Aprobación de los usuarios. • Durabilidad de la estructura de los pavimentos rígidos. • Integración de una guía metodológica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas de recolección de datos. • Observación y cuestionarios. • Fichas, formatos y encuestas.
Variable dependiente: Diagnóstico de patologías de concreto en pavimentos rígidos	Un diagnóstico de patologías que se presentan en una estructura debe partir del origen de la misma; quiere decir que se debe tener muy claro cada uno de los procesos constructivos que maneja un proyecto, para lograr identificar en cuál de ellos se puede estar originando la sintomatología que presenta el elemento analizado.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos. • Gestión del riesgo del proyecto. • Gestión de la integración de un aplicativo móvil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de la condición de daños (origen químico, físico y biológico). • Inspección de campo. • Índice de condición del pavimento (PCI). • Identificar la servicialidad del pavimento. • Identificar los riesgos. • Planificar la respuesta de los riesgos. • Monitorear los riesgos. • Diseño interactivo del aplicativo móvil. • Integración de la guía metodológica en un aplicativo móvil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fichas y/o formatos de evaluación establecidos según el PCI

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Antecedentes nacionales

Choquehuanca (2017), en su tesis ejecutada en la provincia de Huancabamba, Piura, tuvo por objetivo la determinación y evaluación de las patologías existentes en el pavimento rígido de los jirones, San Martín, Chiclayo, Calle 22 de Agosto, Francisco Ocaña y Ruta 2.^a, del distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba, región Piura; usó la metodología de tipo aplicada no experimental, de corte transversal, tipo cuantitativo y cualitativo, descriptivo y no experimental; obtuvo los siguientes resultados, teniendo en cuenta cinco unidades de muestra. La unidad de muestra 1 da como resultado un índice de PCI =80,64, que corresponde a un pavimento en estado muy bueno; la unidad de muestra 2 da como resultado un índice de PCI =17,61, que corresponde a un pavimento en estado muy malo; la unidad de muestra 3 da como resultado un índice de PCI =86,89, que corresponde a un pavimento en estado excelente; la unidad de muestra 4 da como resultado un índice de PCI =67,92, que corresponde a un pavimento en estado bueno; la unidad de muestra 5 da como resultado un índice de PCI =12,32, que corresponde a un pavimento en estado muy malo. Las cuales fueron obtenidas de los formatos que presenta el PCI. Al finalizar, se tiene como conclusiones: las patologías predominantes en esta tesis tenemos: fisura tipo malla con 48,61 %; grieta transversal, con 21,89 %; hundimiento o asentamiento, con 9,19 %; grieta de esquina, con

3,49 % y grieta longitudinal, con 3,16 %. La patología predominante y con mayor incidencia es la fisura tipo malla, con 48,61 %. En el análisis, podemos determinar que dos calles tienen un nivel muy malo de su pavimento, siendo la vía de penetración, la que se encuentra en peores condiciones, con un PCI del 12,32. La calle que se encuentra en óptimas condiciones es la calle 22 de Agosto; su condición es excelente, con un PCI 86,89. Finalmente, determinamos que el área de estudio tiene un grado de severidad promedio de 53,08, que ubica al pavimento en un estado regular.

Del Águila (2017), en su tesis, fija como objetivos determinar de qué manera influye la evaluación patológica del pavimento rígido de la calle Brasil, cuadras 8 a 12, en las técnicas de reparación aplicables en Iquitos, 2017; usó como tipo y diseño de esta investigación al descriptivo, cuantitativo, de corte transversal, obteniendo como resultados los siguientes, teniendo una amplia gama de patologías diagnosticadas de los antecedentes obtenidos. Se tiene que el deterioro deficiencias del sellado tiene un 4,76 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos, se tiene que el deterioro juntas saltadas tiene un 9,52 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro juntas saltadas tiene un % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro separación de la junta longitudinal tiene un 11,9 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro separación de la junta longitudinal tiene un % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro grietas de esquina tiene un 9,52 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro grietas de esquina tiene un % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro grietas longitudinales y transversales tiene un 14,28 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro grietas longitudinales y transversales tiene un % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro fisuramiento por retracción (tipo malla) tiene un 0 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro desintegración tiene un 7,14 % de afectación en el área estudiada de los

antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro baches tiene un 9,52 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro baches tiene un % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro levantamiento localizado tiene un 7,14 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro escalonamiento de juntas y grietas tiene un 4,76 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro descenso de la berma tiene un 4,76 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro separación entre berma y pavimento tiene un 2,38 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro parches deteriorados tiene un 4,76 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro surgencia de finos tiene un 2,38 % de afectación en el área estudiada de los antecedentes obtenidos; se tiene que el deterioro fragmentación múltiple tiene un 7,14 % de afectación en el área estudiada. Para así determinar sus conclusiones: la determinación de cada patología y su causa probable, de la misma manera las recomendaciones para cada una, no cuenta con grado de porcentaje por tipo de grieta, por ello analiza cada una de ellas.

López (2014), en su tesis, tiene como objetivo la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías del concreto en pavimentos rígidos del distrito de San Juan Bautista, la cual lo realiza aplicando la metodología de diseño. La investigación es de tipo cualitativo y se desarrolló siguiendo el método PCI, índice de condición de pavimentos; en general, el estudio fue descriptivo, no experimental y de corte transversal; es descriptivo porque describe la realidad sin alterar su condición; la evaluación realizada fue de tipo visual y personalizada (observacional). Obteniendo como resultados: las fallas encontradas fueron con un nivel de severidad alta, media y baja, siendo estas: grieta de esquina, grieta lineal, bombeo y punzonamiento. Como se aprecia, se obtuvieron 4 valores reducidos: 47,18, 18,35, 34,08 y 64,84. Siguiendo el procedimiento del PCI, se obtiene como máximo valor 94 w 1 2 3 4 5 6 7, reducido corregido 88,60, dando como resultado un índice de 11,40, que corresponde a un pavimento muy malo; para así poder determinar sus conclusiones: teniendo

primeramente que es necesario mencionar que la implementación de pavimentos rígidos en el país es una propuesta relativamente nueva, por lo que falta acumular experiencia en la construcción de los mismos; lo que constituye un factor determinante para que se produzcan deterioros severos en sus estructuras. Por tanto, es necesario regirse de manera estricta en las normas tanto de diseño como de mantenimiento de los pavimentos rígidos, con el fin de evitar y disminuir procesos de deterioro observados en el análisis del presente documento; así mismo, en las visitas a ciertos proyectos de pavimento rígido, se observa que no existe un correcto y adecuado control de calidad en su construcción, debido a que se deja de lado ciertos parámetros necesarios para que un pavimento rígido cumpla eficientemente con su vida útil.

Jáuregui (2014), en su tesis, tiene como objeto de estudio una vía pública de fácil acceso, donde los datos se obtuvieron de manera directa; por tanto, no existieron limitaciones al evaluar el estado actual del pavimento rígido en el jirón Junín, cuadras 1, 2, 3, 4 y 5 de la ciudad de Jaén; así como determinar el índice de condición del pavimento e identificar el grado de severidad. Detectando deterioros como: asentamientos, baches, grietas, daños del sello de la junta. La finalidad fue elaborar una propuesta de mejora de la calle en estudio, utilizando la metodología analítica, descriptiva y cualitativa, de las cuales se obtuvieron resultados: Se evaluaron 5 cuadras del jirón Junín, disponiendo un total de 202 losas, distribuidas 101 losas a cada lado de la vía. Según lo descrito en el diseño metodológico, una unidad de muestra debe estar en el rango 20 ± 8 losas. Para esta investigación, se consideró 14 losas para una unidad de muestra, 7 losas de cada lado de la vía. Se consideraron 11 unidades de muestreo de un total de 15. Teniendo como conclusiones: el PCI promedio ponderado para la sección evaluada conformada por 5 cuadras del Jr. Junín resultó 56,90 %, clasificándose como un pavimento bueno; sin embargo, se apreció en la inspección que existen losas que presentan fallas de severidad grave; a pesar que se encontraron estas fallas, no influyeron por presentar áreas no representativas comparadas con el área total inspeccionada. En la cuadra 1, el PCI promedio fue de 39,48 %, considerándose la cuadra más deteriorada por presentar el PCI más bajo. Las fallas determinantes fueron las grietas

de bloque, presentando severidades moderadas y graves. En la cuadra 2, el PCI fue de 67,74 %, siendo este el PCI más alto, considerándose la cuadra que se encuentra en mejor estado. Las fallas con mayor incidencia fueron las grietas longitudinales de severidad grave, grietas transversales de severidad moderada, grietas de bloque de severidad moderada y grave, daño del sello de la junta, y parche grande de severidad moderada; presentando densidades de 6,65 %, 5,63 %, 19,80 % y 17,57 %, 8,27 % y 23,46 %, respectivamente; estas fallas aceleraron el deterioro de las losas del pavimento rígido.

Granda (2019), en su tesis, tiene como objetivo evaluar la condición del pavimento rígido por el método PCI en el Anillo Vial, tramo Chaupimarca-Yanacancha- Pasco, 2018, utilizando como metodología el tipo y diseño investigativo de tipo aplicada. Obtuvo los siguientes resultados: el promedio de los valores PCI que obtuvimos de las 3 zonas evaluadas: la Zona Z1, Chaupimarca, tiene un índice de 46,26, que lo clasifica como; la Zona Z2, Yanacancha Antigua, tiene un índice de 22,23, que lo clasifica como muy malo; por último, la Zona Z3, San Juan Pampa, tiene un índice de 20,98, que lo clasifica como muy malo. Finalmente, se fija como conclusiones: Mediante la metodología del índice de condición PCI, se obtiene el estado en que se encuentra un pavimento evaluado, el cual es determinado al calcular el índice de condición que posee; el índice se determina a partir del análisis de los parámetros que la Norma ASTM D 6433 establece. Al aplicar la metodología PCI al anillo vial, tramo Chaupimarca-Yanacancha, se obtuvo que se encuentra en un estado malo, ya que posee un índice PCI de 32. Asimismo, a lo largo de los 2,508 km, se identificó un total de 18 tipos de falla, de los 19 tipos que nos establece la norma ASTM D 6433; teniendo en cuenta que, de los 18 tipos de falla presentes, las que predominan son el pulimiento de agregados, losas divididas, los popouts y los descascaramiento de junta.

2.1.2 Antecedentes internacionales

Hillón, López y Ortega (2017), en su tesis, fijaron como objetivo realizar un estudio patológico del pavimento rígido paso nacional por ipiales carretera Guachucal - Ipiiales PR 21+800 – PR 23+800. Carrera 7 entre calles 24 y 34 Ipiiales (Nariño). Usaron la metodología

descriptiva, clasificatorios, estadísticos, hipotético-deductivo, procedimientos de medición y de diseño, obtención de resultados y discusión de ellos. Obtuvieron unos resultados por cada sector; se determina que la cuadra 1 (carrera 7, entre calles 24 y 25), presenta un porcentaje de 58,5 % de losas afectadas con respecto al total de placas construidas sobre este sector, con un PCI de 21 obteniendo una clasificación de estado malo; en el sector de la cuadra 2 (carrera 7 entre calles 25 y 26), se presenta un porcentaje de 32,4 % de losas afectadas con respecto al total de las losas construidas sobre ese sector y con un índice de condición del pavimento PCI de 51, obteniendo una clasificación de estado regular; en los sectores cuadra 4 (carrera 7 entre calles 26A y 27) y cuadra 5 (carrera 7 entre calles 27 y 28), presentan un índice de condición del pavimento PCI de 68 y 61, respectivamente, obteniendo una clasificación de estado bueno; en los sectores de la cuadra 3 (carrera 7 entre calles 26 y 26A), cuadra 6 (carrera 7, entre calles 28 y 29) y cuadra 11 (carrera 7, entre calles 32 y 34), presentan un índice de condición del pavimento PCI de 82, 80 y 83, respectivamente, obteniendo una clasificación de estado muy bueno; en los sectores cuadra 7 (carrera 7, entre calles 29 y 29A), cuadra 8 (carrera 7, entre calles 29A y 30), cuadra 9 (carrera 7, entre calles 30 y 31), cuadra 10 (carrera 7, entre calles 31 y 32), presentan un índice de condición del pavimento PCI de 90, 92, 85 y 100, respectivamente, obteniendo una clasificación de estado excelente. Finalmente, se fija como conclusión, al realizar la sectorización (11 cuadras) y proceder al inventario de daños, se identifica que el deterioro con mayor predominancia es el denominado como grieta longitudinal. De las 1020 losas inspeccionadas, 207 losas presentan algún tipo de lesión, tales como grieta transversal, grieta longitudinal, grieta de esquina, grieta en bloque, grieta en pozos y sumideros, desportillamiento de juntas transversales y cabezas duras; de las cuales, 172 losas presentan grieta longitudinal, teniendo mayor incidencia sobre la cuadra 1 (carrera 7, entre calles 24 y 25); además, presentan un mayor deterioro en relación a los demás sectores; cabe destacar que este sector experimentó cargas de tráfico.

Santallana y Cuestas (2019), en su tesis, fijaron como objetivo establecer el estado del pavimento de la calle 4d, entre carreras 22 a la 26a del barrio La Alborada, mediante la metodología del índice de condición del pavimento (PCI). Utilizaron la metodología de tipo

descriptivo, con enfoque cuanti-cualitativo, puesto que obtuvieron las características reales y detalladas de los daños presentes en el pavimento de la calle 4d, entre carreras 22 a la 26ª, anteriormente mencionada, a través de la metodología PCI, basados en la norma ASTM D-6433 07, con la cual se determinó la condición actual de la vía en estudio. El trabajo da como resultado la realización, por unidades, de muestreo; se destaca que el daño por área se delimita a las 20 losas por unidades estudiadas; por otro lado, se evidencia que, por nivel de severidad, tan solo un 6 % corresponde al daño 22 (grieta de esquina), con una densidad de 16,5 % del área de las losas para esta unidad de muestreo y una severidad media y un valor deducido de 35 y un 6 % corresponde al daño 28 (grieta lineal), tiene un nivel de severidad alto y un máximo valor deducido de 38. Finalmente, se fija como conclusión que, ante la cantidad de daños que presentan las unidades de muestreo, se propone utilizar la alternativa de reparación del espesor total de la losa en vez de la alternativa de sellado de grietas y juntas, debido a que la primera alternativa mencionada abarca una mayor cantidad de daños que la segunda alternativa, aumentando así la vida útil de la vía; a excepción de las unidades 8, 9, 10 y 11, ya que el daño que más se presenta en estas unidades de muestreo es el de grieta lineal; por tanto, no se requiere una reparación del espesor total de la losa.

Cote y Villalba (2017), en su tesis, fijaron como objetivo establecer el estado actual del pavimento de la avenida el Malecón (carrera 1), del barrio Bocagrande, mediante el método de índice de condición del pavimento (PCI). Utilizaron la metodología de investigación mixta, debido a que se trabajó con información tanto primaria como secundaria, mediante la indagación bibliográfica y de campo, respectivamente; a su vez, fue de tipo descriptivo, con enfoque cuanti-cualitativo, puesto que se obtuvo las características reales y detalladas de los daños presentes en el pavimento de la avenida El Malecón; asimismo, se obtuvieron resultados: el 65 % de las unidades de muestreo presentaron un estado regular, un 25 % malo y un 10 % bueno. El índice de condición del pavimento más bajo fue de 30, asignándole un estado malo a la unidad 4; el valor más alto fue de 63,2 para la unidad 20, calificándola como buena. Finalmente, se determina como conclusiones que el pavimento de la avenida El Malecón obtuvo un valor de PCI= 44,4 %, dentro de la escala de clasificación establecida en

la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado regular. De las losas estudiadas, el 65 % presentó un estado regular, un 25 % malo y un 10 % bueno. Las unidades de muestreo con un estado más desfavorable (malo) son 1, 4, 6, 8 y 9, con valores de PCI iguales a 32 %, 30 %, 37 %, 32 % y 36 %, respectivamente; las unidades en mejores condiciones (bueno) son 17 y 20, con un PCI de 56 % y 63,02 %, respectivamente.

Provoste (2014), en su tesis, fijó como objetivo conocer de forma completa y actualizada la situación en que se encuentran las estructuras de los pavimentos rígidos en tres calles de alto flujo vehicular en la ciudad de Valdivia. Utilizó la metodología de tipo descriptivo, analítico y no experimental. Es descriptivo ya que detalla la realidad encontrada en terreno, sin ser alterada; es analítico porque estudia las características de las patologías más frecuentes (que para este estudio corresponden a grietas longitudinales y transversales) y es no experimental por el hecho de que no se recurre al uso de laboratorio, ya que toda la información recolectada se basó en una inspección en terreno. Obtuvo los siguientes resultados: en el caso de Santiago Bueras, Ramón Picarte y General Lagos, se obtuvo que el ancho promedio de grietas longitudinales presenta una severidad predominantemente *media*; mientras que, para el ancho promedio de grietas transversales, en las tres calles antes mencionadas, la severidad presentada fue *alta*. Esta tendencia fue observada y registrada en la totalidad de las unidades de muestreo en las losas de hormigón inspeccionadas para cada una de las calles. Finalmente, se fija como conclusiones de la investigación que los pavimentos rígidos de las tres calles en estudio presentan patologías que afectan a la serviciabilidad de estos, las cuales son percibidas por las personas que transitan a diario en ellas; lo cual hace necesario recuperar las estructuras mediante la realización de operaciones de mantenimiento. Mediante inspección visual, la cual es una técnica de evaluación no invasiva utilizada para conocer el estado real de las estructuras de pavimentos en las calles General Lagos, Ramón Picarte y Santiago Bueras, se pudo determinar que las patologías más frecuentes que afectan a estas calles quedan simplificadas en dos fallas generales: grietas longitudinales y grietas transversales.

Arias (2019), en su tesis, fijó como objetivo caracterizar la patología de los pavimentos encontrados en el tramo vial de la calle 35 / AV Catama hasta el punto de intersección de la carrera 32 con calle 38 del municipio de Villavicencio, estableciendo así la solución a implementar para su mejoramiento. Utilizó la metodología de enfoque cuantitativo, la cual permitió determinar las caracterizaciones de los tipos de pavimentos de forma objetiva, complementándose con investigaciones de tipo descriptivo y correlacional, que amplió la descripción de variables que se constituyen como problema en la zona de estudio. Obtiene los siguientes resultados: se determina la cantidad de bloques afectados de la vía, evidenciándose unas malas condiciones de la carpeta de rodadura, lo cual conlleva con problemas como: un mayor deterioro de la calle 35, evolución de las fallas como el caso de fisuras, grietas longitudinales y transversales, para posteriormente convertirse en grietas en bloques, aumento en las severidades de los daños, inadecuada manejabilidad del tránsito en el sector. Finalmente, se fija como conclusiones de la investigación que se determinó que los 5 daños principales que afectan el trayecto vial de la calle 35 son: desgaste superficial fenómeno de cabezas duras (CD), con un total de 409 losas; seguido de los daños de sellos longitudinales y transversales (DSL DST), con una totalidad de losas de 400 y 330; consecutivamente, se encuentra el daño de la desintegración de la capa de rodadura (DI), con un total de 243 losas afectadas; el quinto y último daño registrado son las grietas en bloque (GB), cuyo daño es medido en unidad de área, con una afectación de 162 bloques. Los daños registrados, en su gran mayoría, se deben a la edad del pavimento implementado en las zonas; los efectos más presentados por esta causa son los daños en las juntas y sellos de la carpeta de rodadura; así mismo, el pulimiento y el desgaste superficial de registrado de las losas de concreto.

Gallo (2006), en su tesis, tuvo como objetivo principal determinar el estado en que se encuentran los pavimentos rígidos, pero creyendo conveniente el uso de la metodología del PCI, para así determinar el porcentaje de viabilidad que tiene el pavimento utilizando una guía metodológica basada en el PCI. La metodología que se empleó implicó un análisis de los métodos existentes a nivel internacional para la investigación y evaluación del

comportamiento del pavimento. Se seleccionó el que más se adecuaba a los recursos existentes en la provincia. Para el método seleccionado, se presentó una metodología de trabajo que permite su fácil aplicación; posteriormente, se aplicó a un tramo de la carretera central, manteniendo un enfoque cualitativo. Obtuvo los siguientes resultados: pudo determinar el estado en que se encuentra el pavimento, cuyos porcentajes se determinaron de la unidad de muestreo, que son los siguientes: teniendo un porcentaje de un 20 %, se encuentra en un estado muy bueno, un 26 % se encuentra en un estado bueno, un 20 % se encuentra en un estado regular, un 20 % se encuentra en un estado malo, un 20 % se encuentra en un estado malo, un porcentaje de 7 % se encuentra en un estado fallido, quiere decir que es inservible y afuncional. Al finalizar, se concluye en que, primeramente, se propone una metodología para la aplicación del método de evaluación índice de condición del pavimento (PCI), aplicada al tramo objeto de estudio, que obtuvo una calificación de regular al evaluar el estado técnico del pavimento. Con esta evaluación, conjuntamente con el análisis efectuado durante la inspección visual, se concluye en que el pavimento no presenta señales de agotamiento de la capacidad estructural. Esta evaluación es una alerta para el Centro Provincial de Vialidad y sugiere un estudio de soluciones para su intervención superficial en corto plazo.

Durante la inspección visual realizada al pavimento en el tramo objeto de estudio, se detectaron diferentes deterioros, los cuales se identificaron por su tipo, cantidad y severidad. Los más frecuentes fueron grietas longitudinales y transversales, agrietamiento en bloques, parcheo y desprendimiento de agregados, lo que representa un 66 % de los daños levantados. No existe ninguna unidad muestreada en condición de excelente. La evaluación que se obtiene con la aplicación del PCI en el tramo objeto de estudio corresponde con la evaluación visual de especialistas; por tanto, y dada la ausencia de equipos de auscultación en la provincia, el Centro Provincial de Vialidad debe valorar la posibilidad de la implementación de este método, para lograr que los intendentes realicen las evaluaciones con mayor uniformidad y calidad y propuestas de intervención más efectivas y económicas.

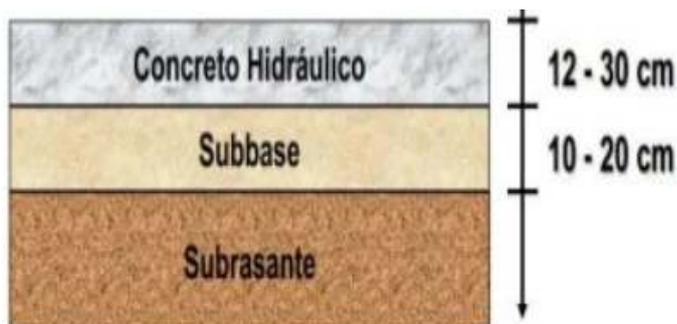
2.2 Bases teóricas

2.2.1 Pavimento rígido

Según Granda (2019), son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland es el principal componente estructural, que alivia las tensiones en las capas subyacentes por medio de su elevada resistencia a la flexión. Por su mayor rigidez, distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las losas adyacentes que trabajan en conjunto con la que recibe directamente la carga. Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Generalmente, el mantenimiento que requiere es mínimo y comúnmente solo se efectúa en las juntas de las losas. A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos se colocan directamente sobre la subrasante preparada o sobre una sola capa de material granular o estabilizado. Debido a que solo hay una capa de material debajo del concreto y encima de la subrasante, algunos lo llaman un camino base; otros, una subbase.

Figura 1

Sección típica de un pavimento rígido



Nota: Elaboración propia

2.2.2 Factores que afectan el deterioro del pavimento

Según Granda (2019), entre los factores más importantes que afectan el comportamiento y deterioro del pavimento se tiene:

Agregados

- forma
- resistencia
- abrasión
- desgaste
- limpieza
- afinidad con el suelo y el concreto
- contenido de humedad
- contaminación

Concreto

- proporciones de la mezcla
- temperatura de la mezcla
- contenido de humedad de los agregados
- compatibilidad de los agregados
- propiedades del concreto

Construcción

- velocidad de fragua
- horario de vaciado del concreto
- variaciones en la calidad y espesor
- juntas
- curado

Cargas

- carga por eje
- cantidad de vehículos
- velocidad de circulación
- periodo de diseño

- canalización de tráfico

Medio ambiente

- radiación UV
- rango de temperatura
- gradiente térmico
- contenido de humedad
- precipitaciones pluviales y drenaje

2.2.3 Patología del concreto

Según la *Guía de patologías constructivas, estructurales y no estructurales* (2004), la Patología es la ciencia dedicada al estudio sistemático y ordenado de los daños y fallas que se presentan en las edificaciones, analizando el origen o las causas y consecuencias de ellos para que, mediante la formulación de procesos, se generen las medidas correctivas para lograr recuperar las condiciones de desempeño de la estructura. Algunos autores muestran su desacuerdo por el término "patología", considerando más acertados los términos de reparación y mantenimiento.

2.2.4 Identificación y diagnóstico de las causas de las patologías

Según Díaz (2014), al realizar un estudio patológico para una estructura de concreto reforzado, se debe tener muy presente tanto para la recopilación de datos como para la realización de los informes todas las características cualitativas y cuantitativas de cada patología. Estas características, para cada caso, deben ser entre otras de forma, estado, color, humedad, cantidad, dimensión, sentido.

Cuando se realiza un diagnóstico de las patologías que se presentan en una estructura, se debe partir del origen de la misma; esto quiere decir que se debe tener muy claro cada uno de los procesos constructivos que maneja un proyecto, para lograr identificar en cuál de ellos se puede estar originando la sintomatología que presenta el elemento analizado.

De acuerdo a Contreras (2014), el diagnóstico es el resultado de un estudio previo que determina el grado de afectación y las causas del proceso patológico en relación con su estabilidad, funcionalidad, seguridad y aspecto en una edificación. Para obtener un adecuado diagnóstico, se debe tener claridad sobre el alcance del estudio de patología de la construcción, el que contempla el desarrollo de diferentes fases según el tipo de investigación (preliminar y detallada), que de manera ordenada y sistemática; establece una valoración desde la inspección visual, con un diagnóstico preliminar que determina el grado de afectación de la estructura hasta una auscultación profunda; la que contrasta información documental exhaustiva, procedimientos de levantamiento del daño, ensayos de materiales, evaluación del proceso patológico y de la capacidad estructural para obtener un diagnóstico conclusivo que determine el origen de las lesiones y las propuestas de actuación.

2.2.4.1 Blowup-Buckling

Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También, pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.

Figura 2
Blowup/Buckling baja severidad



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 3
Blowup/Buckling de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 4

Blowup/Buckling de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.2 Grietas de esquina

Es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Por ejemplo, una losa con dimensiones de 3,70 m por 6,10 m presenta una grieta a 1,50 m en un lado y a 3,70 m en el otro lado; esta grieta no se considera grieta de esquina, sino grieta diagonal; sin embargo, una grieta que intercepta un lado a 1,20 m y el otro lado a 2,40 m sí es una grieta de esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa; mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. Generalmente, la repetición de cargas combinada con la pérdida de soporte y los esfuerzos de alabeo originan las grietas de esquina.

Figura 5

Grietas de esquina de severidad baja



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 6

Grietas de esquina de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 7

Grietas de esquina de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.3 Losa dividida

La losa está dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa.

Figura 8

Losa dividida de severidad baja



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 9

Losa dividida de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 10

Losa dividida de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.4 Grieta de durabilidad

Las grietas de durabilidad son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento; el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Usualmente, este daño aparece como un patrón de grietas paralelas y cercanas a una junta o a una grieta lineal. Dado que el concreto se satura cerca de las juntas y las grietas, es común encontrar un depósito de color oscuro en las

inmediaciones de las grietas. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.

Figura 11

Grietas de durabilidad severidad baja



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 12

Grietas de durabilidad de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 13

Grietas de durabilidad de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.5 Escala

Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:

- asentamiento debido una fundación blanda
- bombeo o erosión del material debajo de la losa
- alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad

Figura 14

Escala de severidad baja



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 15

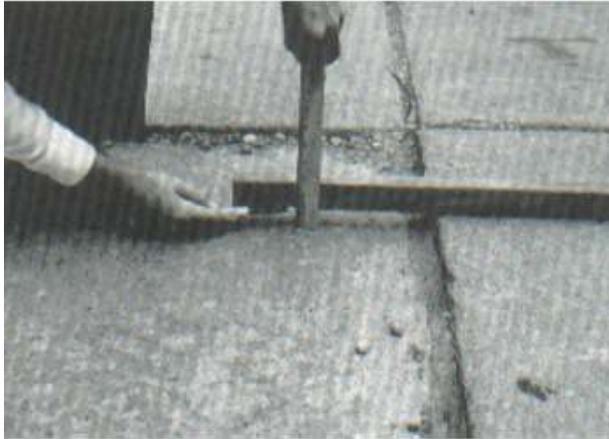
Escala de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 16

Escala de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.6 Daño del sello de la junta

Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante.

La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. Un material llenante adecuado impide que lo anterior ocurra. Los tipos típicos del daño de junta son:

- desprendimiento del sellante de la junta
- extrusión del sellante
- crecimiento de vegetación
- endurecimiento del material llenante (oxidación)
- pérdida de adherencia a los bordes de la losa
- falta o ausencia del sellante en la junta

Figura 17

Daño de sello de junta de sev. baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 18

Daño de sello de junta sev. media



Nota: Higuera (2015)

Figura 19

Daño de sello de junta de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.7 Desnivel carril/berma

El desnivel carril/berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituir una amenaza para la seguridad. También, puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.

Figura 20

Desnivel de carril de severidad baja



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 21

Desnivel de carril de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 22

Desnivel de carril de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.8 Grietas lineales (grietas longitudinales, transversales y diagonales)

Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad. Las losas divididas en cuatro o más pedazos se contabilizan como losas divididas. Comúnmente, las grietas de baja severidad están relacionadas con el alabeo o la fricción y no se consideran daños estructurales importantes. Las grietas capilares, de pocos pies de longitud y que no se propagan en toda la extensión de la losa, se contabilizan como grietas de retracción.

Figura 23

Grietas de severidad baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 24

Grietas de severidad media



Nota: Higuera (2015)

Figura 25

Grietas de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.9 Parche grande (mayor de 0.45 m²)

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los niveles de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Figura 26

Parche grande de severidad baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 27

Parche grande de severidad media



Nota: Higuera (2015)

Figura 28

Parche grande de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.10 Parche pequeño (menor de 0.45 m²)

Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas. Los de severidad de una excavación de servicios son los mismos que para el parche regular.

Figura 29

Parche pequeño de severidad baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 30

Parque pequeño de severidad media



Nota: Higuera (2015)

Figura 31

Parque pequeño de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.11 Pulimiento de agregados

Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas de tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo. El pulimiento de agregados que se extiende sobre el concreto es despreciable y suave al tacto. Este tipo de daño se reporta cuando el resultado de un ensayo

de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente respecto a evaluaciones previas.

Figura 32

Pulimiento de agregados



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.12 Popouts

Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25,0 mm y 102,0 mm y en espesor de 13 mm a 51 mm.

Figura 33

Popouts



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.13 Bombeo

El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debido a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas del suelo, lo cual genera una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas.

El bombeo cerca de las juntas es causado por un sellante pobre de la junta e indica la pérdida de soporte. Eventualmente, la repetición de cargas producirá grietas. El bombeo también puede ocurrir a lo largo del borde de la losa, causando pérdida de soporte.

Figura 34

Bombeo no tienen severidad definida



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.14 Punzonamiento

Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes; pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1,52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, pérdida de soporte de la fundación o deficiencia localizada de construcción del concreto (por ejemplo, hormigueros).

Figura 35

Punzonamiento de severidad baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 36

Punzonamiento de severidad media



Nota: Higuera (2015)

Figura 37

Punzonamiento de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.15 Desconchamiento, mapa de grietas, craquelado

El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados. Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6 mm a 13 mm. El descamado también puede ser causado por incorrecta construcción y por agregados de mala calidad.

Figura 38

Desconchamiento de severidad baja



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 39

Desconchamiento de severidad media



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

Figura 40

Desconchamiento de severidad alta



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.16 Grietas de retracción

Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y, generalmente, no se extienden a través del espesor de la losa.

Figura 41

Grietas de retracción no tienen severidad definida



Nota: Manual para pavimentos (Vásquez, 2002)

2.2.4.17 Descascaramiento de esquina

Es la rotura de la losa a 0,6 m de la esquina, aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia

abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa. Un descascamiento menor que 127 mm medidos en ambos lados desde la grieta hasta la esquina no deberá registrarse.

Figura 42

Descascamiento de severidad baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 43

Descascamiento de severidad media



Nota: Higuera (2015)

Figura 44

Descascamiento de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.4.18 Descascaramiento de junta

Es la rotura de los bordes de la losa en los 0,60 m de la junta. Generalmente, no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. Se origina por:

- Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles.
- Concreto débil en la junta por exceso de manipulación.

Figura 45

Descascaramiento de severidad baja



Nota: Higuera (2015)

Figura 46

Descascaramiento de severidad media



Nota: Higuera (2015)

Figura 47

Descascaramiento de junta de severidad alta



Nota: Higuera (2015)

2.2.5 Clasificación de las patologías por grupo de determinación**2.2.5.1 Patología congénita**

De acuerdo a Sánchez (2002), es aquella que corresponde a los problemas que aparecen en la estructura desde su nacimiento. Estos daños están relacionados con la concepción y el diseño del proyecto; las principales causas corresponden a falta de cálculos, falla en los estudios geotécnicos, ineducada estimación de cargas y condiciones de servicio, erróneo dimensionamiento de los elementos estructurales, entre otros.

2.2.5.2 Patología contraída

Según el mismo Sánchez (2002), corresponde a los daños que pueden generarse por el uso inadecuado de los materiales, tales como producción, transporte, colocación e incluso curado. Las principales causas corresponden a falta de control de calidad de los materiales, cargas prematuras en la estructura, deficiente compactación del concreto e incluso equivocada localización del refuerzo; es decir, mala interpretación de los planos.

2.2.5.3 Patología accidental

Corresponde a las enfermedades generadas durante el funcionamiento de la estructura. Estos daños se dan por el mal uso de la misma; por ejemplo, si una estructura fue

construida para determinado peso y este aumentó en el transcurso de su vida útil; es decir, se contrae el problema después de haber sido construida. Allí se encuentran, principalmente, inconvenientes de operación y falta de mantenimiento (explosiones, incendios, impactos, entre otros). Otra de las principales acciones corresponde a la incidencia biológica; un claro ejemplo de esto es la vía al llano, la cual se encuentra sobre una serie de fallas geológicas, lo que genera hundimiento e inestabilidad. Otra causa muy común corresponde a las inundaciones, entre otros (Sánchez, 2002).

2.2.5.4 Factores físicos

Las acciones físicas se entienden como los cambios producidos por las variaciones de volumen en la matriz del concreto; estos se dividen en dos grandes grupos, deformaciones intrínsecas y extrínsecas, entendidas como aquellas que dependen exclusivamente del material; es decir, el comportamiento y la deformación interna del mismo y las deformaciones debidas a los desplazamientos impuestos a la estructura y a la pérdida de masa, respectivamente. A su vez, se menciona que las patologías por acciones físicas se clasifican según el estado en que estas se generan; los cuales corresponden al estado plástico, proceso de fraguado y estado endurecido, en donde se permitirá entender los diferentes daños que la estructura presenta, en función de las fisuras existentes (Khazanivich, 2001).

2.2.5.5 Cambios de volumen en estado plástico

El estado plástico o estado fresco del concreto corresponde aproximadamente a las seis primeras horas posteriores a la realización de la mezcla, en las cuales el material puede presentar diversos cambios volumétricos; los cuales se transformarán en esfuerzos de tracción. Como bien se sabe, el concreto, por sí mismo, no será capaz de soportar; por tanto, se fisuró. Dichas fisuras se generan a temprana edad, prácticamente inmediatamente después del desencofrado del elemento. Esto ocurre debido a falta de adherencia perfecta entre el agregado y la pasta de cemento y por no haber alcanzado la resistencia máxima. Las

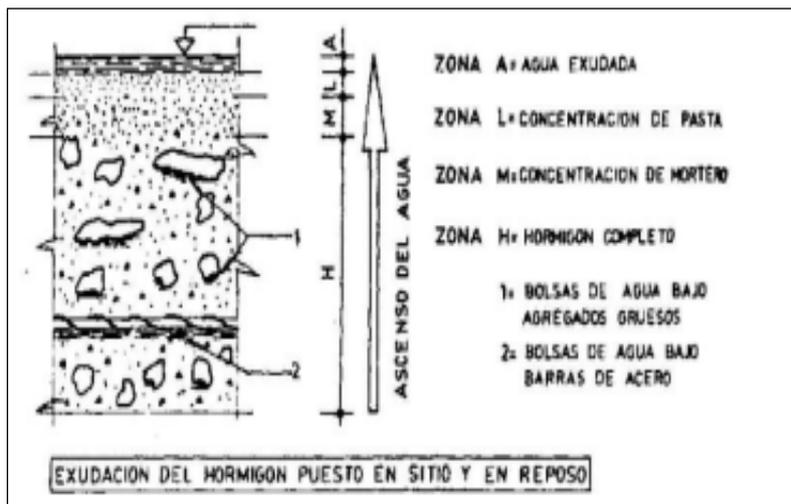
fisuras aparecerán exclusivamente en la pasta de cemento. Esto significa que no habrá fisuración en los agregados; lo cual permitirá caracterizarlo (Khazanivich, 2001).

2.2.5.6 Contracción o retracción plástica

Esta patología ocurre por el fenómeno de exudación (figura 2); es decir, por la pérdida de agua en la matriz del concreto; debido a que, por la capilaridad, el agua que debe reaccionar con el cemento asciende y se evapora repentinamente; es así cómo se genera la contracción plástica y se debe específicamente al mal curado. Estas fisuras se presentan en forma de mapeo, tal como se observa en la figura 3.

Figura 48

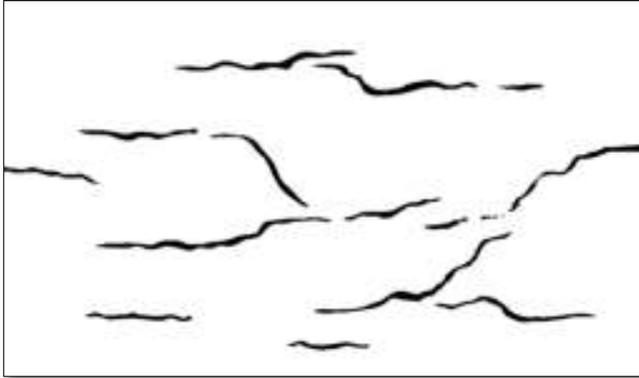
Exudación del hormigón puesto en sitio y en reposo



Nota: Bascoy (1992)

Figura 49

Fisuración típica por retracción plástica



Nota: Price (1982)

2.2.6 Factores de fatiga

Los principales factores que afectan la fatiga en el concreto hidráulico son:

- número de aplicaciones de carga
- resistencia y módulo de ruptura
- espesor de la losa de concreto
- espaciamiento entre juntas transversales
- apoyo en el borde de las losas
- apoyo de la subrasante
- aditivos
- tiempo de curado y edad del concreto

2.2.6.1 Número de aplicaciones de carga

Según Valera (2002), han mostrado que el orden de aplicaciones de carga tiene un efecto significativo sobre el valor final de daño por fatiga. Esto es que el número total de ciclos de carga aplicados está influenciado por la secuencia de aplicación. El número de ciclos de carga y descarga que un concreto es capaz de resistir antes de fallar depende básicamente del nivel de esfuerzos máximo aplicado (σ/σ_r); de manera tal que, conforme disminuye este nivel de esfuerzos, se incrementa el número de ciclos que el concreto puede soportar. Aun

trabajando a niveles de esfuerzos muy bajos, el concreto puede fallar por fatiga si el número de ciclos de carga y descarga es lo suficientemente grande. Por ello, se considera que el concreto no tiene límite de duración de fatiga; a diferencia del acero de refuerzo que, al hacerlo trabajar a niveles de esfuerzos menores del 50 % de su resistencia a tensión, es capaz de resistir sin falla por fatiga un número prácticamente infinito de ciclos de carga y descarga.

2.2.6.2 Resistencia y módulo de ruptura

Un incremento en el módulo de ruptura del concreto resulta en una reducción de los agrietamientos de la losa. Esta tendencia está de acuerdo con los principios mecanicistas; sin embargo, debe notarse que el módulo de elasticidad está correlacionado con la resistencia y un módulo mayor genera esfuerzos mayores (Valera, 2002).

2.2.6.3 Espesor de la losa de concreto

El espesor de la losa de concreto es uno de los parámetros más sensibles que afecta el agrietamiento de las losas. Esta tendencia es esperada porque una losa más gruesa exhibe esfuerzos mucho menores que una losa más delgada bajo las mismas condiciones del sitio, asumiendo que todos los demás parámetros se mantienen constantes (Valera, 2002).

2.2.6.4 Espaciamiento entre juntas transversales

Un incremento en el espaciamiento de las juntas puede resultar en un dramático incremento en el agrietamiento de las losas. Esta tendencia coincide con numerosas observaciones de campo donde las losas más largas se agrietan más temprano que las losas más cortas en pavimentos con espaciamiento variable entre juntas. El espaciamiento entre juntas afecta el agrietamiento transversal debido a su influencia sobre los esfuerzos de alabeo, encontraron que un incremento en el espaciamiento entre las juntas genera un número mayor de grietas por losa (Valera, 2002).

2.2.6.5 Apoyo en el borde de las losas

Los acotamientos en las losas de concreto mejoran el comportamiento de estas al agrietamiento, debido a que generan una reducción de los esfuerzos en el borde de los pavimentos. La efectividad de los acotamientos depende de la eficiencia de la transferencia de carga a través de la unión pavimento-acotamiento. Las losas amplias mueven efectivamente el tránsito lejos del borde de los pavimentos; permitiendo, de esta manera, la generación de esfuerzos interiores (en vez de esfuerzos mucho mayores en el borde) para controlar el agrietamiento por fatiga (Valera, 2002).

2.2.6.6 Apoyo de la subrasante

El módulo de reacción de la subrasante tiene un efecto relativamente menor en el agrietamiento del concreto hidráulico; pero la diferencia entre las condiciones extremas puede ser significativa (Valera, 2002). El mismo Valera realizó un estudio sobre el comportamiento de fibras de polímeros en el concreto hidráulico; para llevar a cabo este estudio, utilizaron dos tipos de concreto (normal y ligero), así como seis contenidos de fibra (0, 0,45, 0,60, 1,20, 1,80 y 2,40 kg/m³); se utilizaron especímenes cilíndricos para las pruebas de compresión y rotura por tensión, especímenes prismáticos para conocer la resistencia a la flexión y discos cilíndricos para pruebas de resistencia a impactos. Después de realizadas las pruebas, concluyeron en que la adición de fibras (arriba de 2,40 kg/m³) no cambia significativamente las resistencias a la compresión, flexión y rotura por tensión (Valera, 2002).

2.2.6.7 Tiempo de curado y edad del concreto

La resistencia media a la flexión (módulo de ruptura) de vigas curadas en humedad se incrementa aproximadamente 20 % entre 28 días y 20 años. También, la resistencia media a la flexión para especímenes curados al aire es aproximadamente 25 % menor que la resistencia a la flexión de especímenes curados en humedad. La resistencia media a la flexión de vigas curadas en humedad se incrementa aproximadamente 20 % entre 28 días y 20 años (Valera, 2002).

2.2.7 Método PCI (INDEX CONDITION PAVIMENT) para pavimentos rígidos

El índice de condición de pavimentos es una metodología más precisa de medición para la evaluación y calificación de pavimentos tanto flexibles como rígidos considerada por ser práctica, objetiva y completa a la hora de implementarla. Esta metodología es considerada una de las más confiables; pues, estadísticamente, está comprobado que todos los análisis en su mayoría optan por usar esta metodología al tener resultados más exactos.

Este método nace en los EE. UU. creado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada del mismo país. La ingeniería militar era la encargada de los diseños de infraestructura vial y su mantenimiento. Esta metodología fue presentada en el año 1978 por los ingenieros M. Y. Shahin y S. D. (Berríos y Buxarrais, 2001).

El PCI es un indicador numérico cuyos intervalos varían desde cero (0) hasta cien (100), donde cero se considera un pavimento totalmente fallado e inservible y 100 se encuentra en perfecto estado. También considerado como un calificador superficial, sin enfocarse tanto el génesis de la patología; por lo contrario, ofrece el diagnóstico actual basada en la observación de las fallas; determinando, así, su comportamiento estructural y condiciones de servicialidad, funcionalidad del pavimento dentro de los intervalos.

El desarrollo de la metodología propuesta por el PCI dice que el intervalo de deterioro de un pavimento se da en función de:

- tipología de la falla
- severidad de la falla
- número de fallas por sección del área afectada

De la cual, nace la principal fórmula que maneja la metodología del PCI.

Ecuación 1: cálculo del PCI

$$PCI = 100 - \left[\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{mi} VD(T_i, S_j, D_{ij}) \right] * F$$

Donde

- PCI= índice de condición del pavimento
- VD= valor de deducción en función del tipo de falla (Ti), severidad (Sj) y densidad de las fallas (Dij) observables del pavimento
- i= tipos de falla
- j= grado de severidad
- P= número de fallas en el pavimento analizado
- mi= grados de severidad por la falla "i"
- F= factor de ajuste, en función de la sumatoria total y el número de valores de deducción mayores que 2.

2.2.8 Procedimiento de evaluación de la condición de pavimentos**2.2.8.1 Niveles de condición de falla**

Comprende la magnitud de las fallas, las cuales tiene como dimensión la severidad de estas, condicionado como crítico; pues, de la determinación de la severidad, dependerá el procedimiento de corrección.

Estas se hallan divididas en tres niveles, las cuales se dan teniendo como criterio de dimensión la calidad del tránsito:

- L (bajo). Por su sigla inicial en inglés, que significa bajo, donde se perciben las vibraciones en el vehículo; pero no es necesaria una reducción de velocidad, manteniendo comodidad y seguridad.
- M (medio): Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad; esto hace que el vehículo reduzca ligeramente su velocidad.
- H (alto): Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad en forma considerable, en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una

incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo (Berrios y Buxarrais, 2001).

2.2.8.2 Rango de medición

La condición, en la que se encuentra la estructura de un pavimento en función al daño, severidad, tipología y número que se encuentre por sección, se consideró una problemática por la amplia conjugación que existen. Para solucionar el problema, lo que realiza el PCI es introducir un intervalo numérico de valores deducidos, como un arquetipo de factor de ponderación, con la finalidad de determinar el grado de severidad a cada conjunción que prevalezca.

Del cual, se extrae la tabla de los rangos numéricos de cada descripción cualitativa, como fórmula estandarizada para su diagnóstico (Berrios y Buxarrais, 2001).

Tabla 2

Rangos de calificación numéricos y cualitativos establecidos en el PCI

Rango	Clasificación	Promedio PCI
85 – 100	Excelente	92.5
70 – 85	Muy Bueno	77.5
55 – 70	Bueno	62.5
40 – 55	Regular	47.5
25 – 40	Mala	32.5
10 – 25	Muy mala	17.5
0 – 10	Fallado - colapsado	No se considera

Nota: Elaboración propia

2.2.8.3 Metodología

Según Berrios y Buxarrais (2001), la primera etapa se basa en el trabajo de campo, donde se procede a identificar los daños, teniendo en cuenta la tipología de la falla, severidad de la falla y cantidad. Toda la información recolectada será registrada en un formato propio del PCI para pavimentos rígidos. Los detalles y demás información pertinente tienen que estar enmarcados en el formato para tener la información completa de la falla.

Tabla 3

Formato del PCI para la recolección de datos propio de pavimentos rígidos

EVALUACIÓN DEL PCI DE PAVIMENTO RÍGIDO					
HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA					
Vía		Tramo		Unidad de muestra	
Inspección		Fecha		Área de muestra total(m2)	
				Total de losas de muestra (unid.)	
TIPO DE FALLA				DIAGRAMA	
21. Blow up / Buckling.					
22. Grieta de esquina.					
23. Losa dividida.					1
24. Grieta de durabilidad "D"					
25. Escala					2
26. Sello de junta.					
27. Desnivel Carril / Berma.					3
28. Grieta lineal.					
29. Parcheo (grande).					4
30. Parcheo (pequeño).					
31. Pulimento de agregados.					5
32. Popouts.					
33. Bombeo.					6
34. Punzonamiento.					
35. Cruce de vía férrea.					7
36. Desconchamiento.					
37. Retracción					8
38. Descascaramiento de esquina.					
39. Descascaramiento de junta.					9
Tipo de Falla:	Severidad:	Nº de losas:	% Densidad:	Valor de reducción:	10
					11
					12
					13
TOTAL, VALOR DEDUCIDO					
MAYOR VALOR DEDUCIDO					

Nota: Elaboración propia

2.2.8.4 Unidades de muestreo

Se divide la vía en secciones o "unidades de muestreo", cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura, en vías con capa de rodadura, en losas

de concreto de cemento Portland y losas con longitud inferior a 7.60 m: El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango $20 \pm S$ losas.

Se recomienda tomar el valor medio de los rangos y en ningún caso definir unidades por fuera de aquellos. Para cada pavimento inspeccionado, se sugiere la elaboración de esquemas que muestren el tamaño y la localización de las unidades, ya que servirá para referencia futura (Berrios y Buxarrais, 2001).

2.2.8.5 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

En la "evaluación de una red" vial, puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo cuya inspección demandará tiempo y recursos considerables; por tanto, es necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la "evaluación de un proyecto", se deben inspeccionar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtiene mediante la siguiente, la cual produce un estimado del PCI ± 5 del promedio verdadero, con una confiabilidad del 95 %.

Ecuación 2: Determinación de las unidades de muestreo

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

Donde

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento
- e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5 %)
- σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades

Durante la inspección inicial, se asume una desviación estándar (s) del PCI de 10 para pavimento asfáltico (rango PCI de 25) y de 15 para pavimento de concreto (rango PCI de 35). En inspecciones subsecuentes, se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse.

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse. Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), todas las unidades deberán evaluarse.

2.2.8.6 Selección de las unidades de muestreo para inspección

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) mediante la utilización de la siguiente fórmula:

Ecuación 3: Unidades de muestreo para inspección.

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

Donde

- N: Número total de unidades de muestreo disponible
- n: Número mínimo de unidades para evaluar
- i: Intervalo de muestreo (se redondea al número entero inferior)

2.2.8.7 Cálculo de los valores deducidos

Contabilice el número de losas en las cuales se presenta cada combinación de tipo de daño y nivel de severidad en el formato mostrado. Esta es la cantidad numérica por unidad de muestreo para cada combinación de tipo y severidad de daño.

Liste los valores deducidos individuales de deducidos de mayor a menor.

Determine el "número máximo admisible de valores deducidos" (m), utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 4: Número máximo admisible de valores deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Donde

- mi: Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i
- HDVi: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i
- El número de valores individuales deducidos se reduce a "m"
- inclusive la parte fraccionaria (si se dispone de menos valores)
- deducidos que m se utilizan todos los que se tengan

2.2.8.8 Interacciones del cálculo del CDV

Determine el número de valores deducidos, q mayores que 2.

Determine el "valor deducido total" sumando TODOS los valores deducidos individuales. Determine el CDV con q y el "valor deducido total" en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

Reduzca a 2,0 el menor de los "valores deducidos" individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas hasta que q sea igual a 1. El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

Figura 50

Formato para la obtención del máximo valor deducido corregido (Manual de pavimentos)

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

Nota: Manual de pavimentos

2.2.8.9 Iteraciones del cálculo del CDV

Finalmente, calcule el PCI de la unidad restando de 1 00 el máximo CDV obtenido.

Para una mejor comprensión, se desarrolla el siguiente ejemplo:

Máximo VRC = 63.3

PCI = 100 - Máximo VRC

PCI = 100-63.3 = 36.7 por lo tanto: Clasificación = Malo

2.2.9 Aplicación móvil

En el siguiente capítulo, se abordarán temas de suma importancia y que son necesarios que sean entendidos en esta investigación; también, las herramientas que pueden ser utilizadas para desarrollar aplicaciones y un poco sobre trabajos de la misma índole que se encuentran en el mercado. ¿Qué es una aplicación móvil? Una aplicación móvil o app (en inglés) es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en dispositivos móviles (Smartphone, Tablet, etc.). Por lo general, se encuentran disponibles a través de plataformas de distribución, operadas por las compañías propietarias de los sistemas operativos móviles como GooglePlayStore, de Google, para Android, APPStore de Apple para iOS, BlackBerry OS, WindowsStore de Microsoft para Windows Phone, entre otros. Existen aplicaciones móviles gratuitas y otras de pago. En la actualidad, se manejan tres tipos de aplicaciones:

2.2.9.1 Aplicaciones nativas

Según Schiffman y Lazar (2010), una aplicación nativa es la que se desarrolla de forma específica para un determinado sistema operativo llamado Software Development Kit o SDK. Cada una de las plataformas, Android, iOS o Windows Phone, tiene un sistema diferente; por lo que, si quieres que tu app esté disponible en todas las plataformas, se deberán crear varias apps con el lenguaje del sistema operativo seleccionado. Por ejemplo:

- Las apps para iOS, desarrollan con lenguaje Objective-C
- Las apps para Android, desarrollan con lenguaje Java
- Las apps en Windows Phone, se desarrollan en Net

2.2.9.2 WebApps

Una aplicación web o webapp es la desarrollada con lenguajes muy conocidos por los programadores, como es el HTML, Javascript y CSS. La principal ventaja con respecto a la nativa es la posibilidad de programar independientemente del sistema operativo en el que se usará la aplicación. De esta forma, se pueden ejecutar en diferentes dispositivos sin tener que crear varias aplicaciones. Las aplicaciones web se ejecutan dentro del propio navegador web del dispositivo a través de una URL. Por ejemplo, en Safari, si se trata de la plataforma iOS, el contenido se adapta a la pantalla adquiriendo un aspecto de navegación APP (Schiffman y Lazar, 2010 y Ñaupás, 2013).

2.2.9.3 Aplicaciones híbridas

Una aplicación híbrida es una combinación de las dos anteriores. Se podría decir que recoge lo mejor de cada una de ellas. Las apps híbridas se desarrollan con lenguajes propios de las webabpp; es decir, HTML, Javascript y CSS, por lo que permite su uso en diferentes plataformas; pero, también, dan la posibilidad de acceder a gran parte de las características del hardware del dispositivo. La principal ventaja es que, a pesar de estar desarrollada con HTML, Java o CSS, es posible agrupar los códigos y distribuirla en app store.

2.2.9.4 Dispositivos móviles

Según Ñaupás (2013), los dispositivos móviles son aparatos de pequeño tamaño con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, con memoria limitada, diseñados específicamente para una función; pero que pueden llevar a cabo otras funciones más generales. Los dispositivos móviles han avanzado año con año, siendo así que un reloj inteligente tiene la capacidad de realizar operaciones que en años anteriores era imposible realizar con dispositivos de tamaño reducido o incluso que en los primeros años de la computación era necesario una habitación entera para poder realizar dichas operaciones. Hoy en día, los dispositivos móviles no son otra cosa más que una computadora que podemos llevar a cualquier lado, sin necesidad de cargar aparatos pesados.

2.2.9.5 Android

De acuerdo al mismo Ñaupás (2013), es un sistema operativo basado en Linux, creado inicialmente por la compañía Android Inc. Fue diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil. Android Inc. fue fundada en 2003 por Andy Rubin, Rich Miner, Chris White y Nick Sears y fue adquirida por Google Inc. 2005. La primera versión de Android OS la 1.0 fue presentada en 2007 junto con la fundación Open Handset Alliance, que es un consorcio de compañías de hardware, software y telecomunicaciones. El primer dispositivo con sistema operativo Android se vendió en 2008. Actualmente, el sistema ha avanzado tanto que lo podemos encontrar en vehículos, relojes y televisores, Android Auto, Android Wear y Android TV, respectivamente. A continuación, se listan las herramientas que pueden utilizarse para el desarrollo de aplicaciones móviles.

2.3 Marco normativo

- MTC (Ministerio de Transporte y Comunicaciones) 2013, *Manual de carreteras, Conservación vial, Lima-Perú.*
- Norma ASTM 5340
- Norma CE.010 “Pavimento Urbano”
- Norma MTC 012-2008 - “Ministerio de Transporte y Comunicación-Perú”

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

3.1.1.1 Método general de investigación

Según Francica (1998), está orientada a resolver los problemas que se presentan en los procesos de producción, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios de cualquier actividad humana. Se llama también tecnológico, porque su producto no es un conocimiento puro, sino tecnológico.

El tipo de investigación que se utilizó fue la **aplicada tecnológica**, ya que usa conocimientos previos y definidos con la finalidad de conseguir nuevos conocimientos, para que los resultados sean en la creación de nuevos métodos, técnicas para dar solución a problemas inmediatos de un hecho.

3.1.1.2 Método específico de la investigación

Según Berrios y Buxarraís (2001), el índice de condición de pavimentos es una metodología más precisa de medición para la evaluación y calificación de pavimentos tanto flexibles como rígidos, considerado por ser práctico, objetivo y completo a la hora de implementar la metodología.

El método específico utilizado en la presente investigación para el diseño del pavimento es siguiendo el método del índice de condición de pavimentos (PCI).

3.1.2 Alcances de la investigación

3.1.2.1 Tipo de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Así, el tipo de investigación es **descriptivo-explicativo**. Es descriptivo porque detalla la realidad sin alterar la estructura del pavimento; es explicativo porque se establecen causas que originan el problema.

Enfoque de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque de investigación utiliza la recolección de datos para probar hipótesis en base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar.

El enfoque que se utilizó en la presente investigación es el cuantitativo, ya que se centró en obtener información por medio de herramientas como encuestas, cuestionarios y procesos por los cuales se expondrán los estudios realizados en el pavimento mediante la metodología del PCI.

3.2 Diseño de la investigación

3.2.1 Tipo de diseño de investigación

“No experimental, porque no hubo manipulación de las variables. Transversal, porque se recolectó datos en un solo momento, en un tiempo único; con el propósito de describir las variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, del tipo descriptivo porque sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014)

El diseño de investigación es considerado **no experimental transversal descriptivo**, ya que se observa y describe los tipos y niveles del grado de severidad de las patologías existentes del pavimento rígido.

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Según Mendoza (2014), población: “Es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”.

Para la presente investigación, la población a estudiar fue:

- P1: Superficies de las vías pavimentadas de concreto (pavimentos rígidos) de la avenida Venezuela, en la ciudad de Ayacucho.
- P2: 30 ingenieros colegiados habilitados expertos en pavimentos y/o concreto.

3.3.2 Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014): “La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”.

Por tanto, la muestra comprende:

Para la muestra 1

Para determinar la muestra número 1, abarcamos toda la población estudiada.

- M1: La avenida Venezuela, aproximadamente 1 km. En este caso, se tomó 1 km por el grado de severidad de las patologías existentes en el tramo mencionado.

Para la muestra 2

En la investigación presentada, la determinación de la muestra es determinada por la proporción de la muestra probabilística (n), la cual es calculada basándose en fórmulas polinómicas establecidas estadísticamente para poblaciones finitas.

Para el cálculo de tamaño de muestra cuando el universo es finito, es decir contable y la variable de tipo categórica, primero debe conocer "N"; o sea, el número total de casos

esperados o que hubo en años anteriores; para eso, deben revisar los datos estadísticos del Consejo Departamental de Ayacucho (CDA).

La fórmula que se utiliza para la determinación de la muestra es la siguiente:

Ecuación 5 : determinación del muestreo aleatorio simple

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde

- Z: Es una constante que obedece al nivel de confianza que asignemos. Para la presente tesis, se usará un nivel estadístico de confianza del 95 %, que corresponde un: Z= 1.96
- p: Proporción de personal que afirma la premisa de la hipótesis (se asume P=0.5)
- q: Proporción de personal que rechaza la premisa de la hipótesis (se asume Q= 0.5)
- e: Margen de error (se asume 5 %)
- N: Población

Unidad muestral: Lista de ingenieros civiles colegiados pertenecientes al Consejo Departamental de Ayacucho.

- n: Tamaño óptimo de la muestra.

Resolviendo la ecuación, se obtiene que:

$$*n = (1.96)^2 (0.5) (0.5) (30) / ((0.05)^2 (30-1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5))$$

$$*n = 28 \text{ Ingenieros civiles colegiados.}$$

Por lo tanto, la muestra número 2 es la siguiente:

M2: 28 ingenieros colegiados con experiencia y basto conocimiento en patologías del concreto, diseño de pavimentos, tránsito y carreteras en el Perú.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas utilizadas en la recolección de datos

La presente investigación utilizó como programa de recopilación de datos la técnica de encuestas; como herramienta, el cuestionario, que se aplicó a los ingenieros civiles del CDA del CIP (observación directa y encuesta).

3.4.2 Instrumentos utilizados en la recolección de datos

En la presente investigación, se utilizó:

- Ficha de observación y cuestionario
- Instrumento aplicado: cuestionario
- Muestra: 28 ingenieros civiles colegiados pertenecientes al CDA del CIP
- Ámbito de aplicación del cuestionario: ingenieros civiles
- Duración de llenado del cuestionario: De 15 a 20 minutos
- Ítems del cuestionario: El cuestionario consta de 22 ítems. Cada uno representa los temas materia de investigación y con 6 dimensiones. En el presente instrumento, se ha utilizado la escala Likert, siendo el oscilamiento de puntuación entre 1 y 5, donde 1 significa “muy desacuerdo” y 5 “muy de acuerdo”.

Listado de los ingenieros encuestados:

Tabla 4*Lista de los ingenieros encuestados*

n.º	Apellidos y nombres	Especialidad
1	Carbajal Espinoza, Alfredo	ingeniero civil
2	Marin Falconí, Koke	ingeniero civil
3	Macedo Palma, Hermelinda	ingeniero civil
4	Rojas Condori, César	ingeniero civil
5	Mendoza Llalli, Javier	ingeniero civil
6	Enciso Huamán, Hubert	ingeniero civil
7	Chavez García, Jorge	ingeniero civil
8	De la cruz Espinoza, José Luis	ingeniero civil
9	Arango Fernandez, Juan Carlos	ingeniero civil
10	Saccatoma Casyamarca, Sheryda	ingeniero civil
11	Medina Humareda, Willy	ingeniero civil
12	Prado Hinostroza, Heiman	ingeniero civil
13	Gala Villanueva, Renato Alvaro	ingeniero civil
14	Sulca Tello, Mijael Aron	ingeniero civil
15	Mendoza Anyosa, Yelina Vanesa	ingeniero civil
16	Pacotaípe Machaca, César	ingeniero civil
17	Pacotaípe Machaca, Remigio	ingeniero civil
18	Olarte Dávalos, José	ingeniero civil
19	Montero Huamaní, José Carlos	ingeniero civil
20	Quispe Cárdenas, Julio César	ingeniero civil
21	Mendoza Ramirez, Ángelo	ingeniero civil
22	Conde Labio, Venancio	ingeniero civil
23	Curi Ochoa, Jorge	ingeniero civil
24	Soto Juscamayta, Miguel	ingeniero civil
25	Quispe Velasque, Dany	ingeniero civil
26	Sierra Sosa, Jony	ingeniero civil
27	Ludeña Solíz, David	ingeniero civil
28	Quispe Vega, Washinton	ingeniero civil

Nota: Elaboración propia

3.4.3 Validación de instrumento

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014): “La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir”.

Debemos indicar que, para la validez: “Es el grado en que un instrumento, en verdad, mide la variable que se quiere medir, de acuerdo con expertos en el tema”.

- a) Viabilidad de las fichas de observación
- b) Viabilidad de las fichas de simplificación de cada patología
- c) Viabilidad de las encuestas
- d) Creación del ordenador aplicativo

La validación de un instrumento comprende determinar la efectividad de estos al medir al determinar resultados que tienen que ser confiables

3.4.3.1 Confiabilidad del método alfa de Cronbach

Según los mismos Hernández, Fernández y Baptista (2014), las preguntas (ítems) del cuestionario: “agrupados miden una misma variable y deben construir una escala para poder sumarse”. Estas escalas deben demostrar que sean confiables y medibles. Para este instrumento, se usó el programa de análisis estadístico SPSS, el cual proporciona la medida de coherencia interna o alfa de Cronbach. Para dar una estimación de la credibilidad en el cuestionario, se suele utilizar el coeficiente de alfa de Cronbach, al tener opciones de soluciones policotómicas, entre ellas la escala de Likert. A partir de varianzas, de alfa de Cronbach (desarrollado por J. L. Cronbach), el método de cálculo requiere del manejo individual del cuestionario, calculándose de la siguiente manera:

Figura 51*Método de cálculo de Cronbach*

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right],$$

Donde:

- S_i^2 es la varianza del item i ,
- S_t^2 es la varianza de los valores totales observados y
- k es el número de preguntas o items.

De acuerdo a lo siguiente, se puede clasificar de la consistencia interna.

Nota: Cronbach (1951)

Tabla 5*Clasificación de consistencia interna*

Alfa de Cronbach (α)	Consistencia interna
>0.9	Excelente
>0.8	Bueno
>0.7	Aceptable
>0.6	Cuestionable
>0.5	Pobre
>0.5	Inaceptable

Nota: Elaboración propia

Tabla 6*Confiabilidad del instrumento*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,744	15

Nota: Elaboración propia

El alfa de Cronbach resultó 0.744, el cual nos indica que la confiabilidad de nuestro instrumento es aceptable; por tanto, podemos usarlo para el análisis inferencial de la prueba de hipótesis.

3.4.4 Juicio de expertos

El cual se encuentra conformado por tres ingenieros civiles, expertos en transporte y tránsito, gerencia de proyectos.

- E1: Ing. Portal Quicaña Víctor, CIP n.º 71239 - Cargo: Gerente técnico del laboratorio de estudio de mecánica de suelos INGEOTECON.
- E2: Ing. Luis Gutiérrez Yupanqui, CIP n.º 266356 - Cargo: Supervisor técnico del laboratorio de GEOTECNIA.
- E2: Ing. Morote Arias Maxwil Anthonny, CIP n.º 132454 - Cargo: Especialista en geotécnica y suelos de la empresa INGENIERÍA GEOTECNIA AL MÁXIMO SAC.

3.5 Procesamiento de datos

Para el siguiente desarrollo, se usó el programa de análisis estadístico SPSS, el cual proporciona la medida de coherencia interna o Alfa de Cronbach, el cual nos determina que es confiable, porque se encuentra en el rango mayor a 0.7.

- Para el siguiente desarrollo, se usó el programa Excel, para el procesamiento de datos del PCI.
- Para el siguiente desarrollo, se usó el programa de AutoCAD, para plasmar datos del estudio.

3.6 Equipos utilizados en la recolección y procesamiento de datos

- Ficha de observación, para registrar manualmente los daños presentes según la metodología del PCI.
- Manual del índice de condición de pavimentos (PCI), para consulta.
- Cámara fotográfica, para registrar las fisuras encontradas.
- Laptop, para la digitación y procesamiento de datos. El procesamiento, para la ejecución del caso en estudio, se realizó en una computadora, a través del programa Microsoft Excel, utilizando hojas de cálculo elaboradas bajo los procedimientos de la metodología PCI y el respectivo análisis. Lo presentaremos a través de gráficos de sectores,

histogramas, tablas de registro y gráfico de barras, datos que se tomaron de la medición de las fallas levantadas en campo y para la creación de la guía metodológica (app).

- Cinta métrica de 50 metros, para medir los tramos en cantidad de losas de concreto.
- Regla y flexómetro, para la medición de los parches y asentamientos
- Calculadora
- Cuadernos de campo
- Radiograbadora, para las entrevistas.
- Celular, para la corroboración de la funcionalidad de la App.

3.6.1 Desarrollo de la encuesta

La encuesta consta de seis dimensiones, en las cuales consideramos ítems por cada dimensión.

- La encuesta se presenta de forma anónima, para determinar
- La muestra consta de 28 ingenieros civiles
- La duración fue de 15 a 20 minutos
- El procesamiento de los datos fue según la descripción anterior.

Tabla 7

Formato de encuesta

DIMENSIÓN	ÍTEMS	MUY DE ACUERDO	DE ACUERDO	INDIFERENTE	EN DESACUERDO	MUY EN DESACUERDO
Dimensión 1	1. Plantear el alcance de información	5	4	3	2	1
Alcance de información	1.1 ¿Usted cree que se debería realizar una organización de la base teórica?					
	1.2 ¿Cree usted que la clasificación de la información en una ficha técnica mejora el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?					
	1.3 ¿Cree usted que la recopilación de base teórica ayudaría a integrar conocimientos de las patologías del concreto?					
	1.4 ¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?					
Dimensión 2	2. Planear gestión del tiempo del proyecto	5	4	3	2	1
Alcance del cronograma del proyecto	2.1 ¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?					
	2.2 ¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?					
Dimensión 3	3. Gestión de la calidad	5	4	3	2	1
Gestión de la calidad	3.1 ¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios?					
	3.2 ¿Usted cree que la gestión de calidad aseguraría la durabilidad de los pavimentos rígidos?					
	3.3 ¿Usted cree que la integración de una guía metodológica mejoraría la inspección en campo?					
	3.4 ¿Cree usted que la integración de la guía metodológica se consideraría parte de la gestión de calidad?					

Dimensión 4	4. Plantear el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos.	5	4	3	2	1
Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos	4.1 ¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daños en los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología?					
	4.2 ¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?					
	4.3 ¿Cree usted cree que se debería hacer una inspección a las fallas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?					
	4.4 ¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para evaluación de pavimentos?					
	4.5 ¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran, influyen en la calidad de los pavimentos?					
Dimensión 5	5. Gestión del riesgo del proyecto	5	4	3	2	1
Gestión del riesgo del proyecto	5.1 ¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?					
	5.2 ¿Usted cree que la planificación de la respuesta de los riesgos es imprescindible para evitarlos y /o evaluarlos?					
	5.3 ¿Cree usted que es necesario una planificación de riesgos para intervención de pavimentos de concreto?					
	5.4 ¿Cree usted que es indispensable monitorear los riesgos en la intervención de los pavimentos rígidos?					
Dimensión 6	6. Gestión de la integración de un aplicativo móvil					
Gestión de la integración de un aplicativo móvil	6.1 ¿Cree usted que la integración de un aplicativo móvil hace más eficiente y eficaz el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?					
	6.2 ¿Usted cree que el diseño del aplicativo móvil tendría que ser práctica para su uso y desarrollo?					
	6.3 ¿Cree usted que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?					

Nota:Elaboración propia

3.7 Desarrollo del proceso de la elaboración de la guía metodológica

3.7.1 Lineamiento de la guía metodológica

Para la creación de una *Guía metodológica*, realizamos consultas a muchas fuentes, sobre cómo realizar un diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos. La metodología convencional del PCI considera estadísticamente una toma de muestras aleatorias (Luis Ricardo Vásquez Varela, autor de la metodología del PCI).

Parte de nuestro procedimiento de elaboración de la *Guía metodológica* es considerar la totalidad de la estructura en estudio, teniendo mayor precisión los resultados, para partir de ello en el origen de las patologías.

- Como **primera etapa**, de la guía, se crea una base de datos, que contenga cada tipo de patología, con su respectiva descripción. Esta se convertirá en nuestra base de datos.
- En la **segunda etapa**, se procede a realizar la inspección de campo en el formato establecido, con apoyo de la base de datos, para realizar la identificación correspondiente.
- La **tercera etapa** es el análisis en gabinete y procesamiento en el programa excel, para obtener la cantidad de patologías existentes, con mayor precisión.
- La **cuarta etapa** se basa en realizar una valoración, para determinar el estado de la estructura y la propuesta de solución, de acuerdo al grado de severidad de las patologías más relevantes.
- En la **quinta etapa**, se incorpora la propuesta de llevar todo el contenido de la información de la *Guía metodológica* en un aplicativo móvil; quiere decir que todo el contenido de la información en la guía lo contendrá el aplicativo.
- Considerando como elemento de referencia, se considera la metodología del PCI; pues, su base de datos es más completa que otras metodologías, con la desventaja de que su análisis es con un porcentaje del total, el cual considera “la muestra”.

3.8 Desarrollo de la investigación

3.8.1 Desarrollo de la investigación según el objetivo 1 (primera etapa)

Procedimiento para simplificar y clasificar las patologías del concreto de acuerdo a su origen en una ficha técnica, con su propuesta de solución, para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

La información recopilada se plasma en fichas técnicas de manera resumida, dando a conocer información clara y concisa. La recopilación de base teórica debió contener los siguientes:

- Organización y clasificación de información de la revisión bibliográfica, de acuerdo con los puntos y características más relevantes que se necesite incluir en las fichas de cada una de las patologías del concreto.
- Imágenes o fotografías de cada patología del concreto que faciliten ilustrar de la mejor manera el deterioro en el concreto que se puede originar.
- Documentación técnica que incluya recomendaciones para sustentar algunas de las patologías del concreto; a su vez, que sirvan de complemento para la guía metodológica, para el reconocimiento de las patologías.
- La información obtenida de forma completa se encuentra en anexo tal de la investigación (anexo 6)

A continuación, se elaboró un formato de ficha técnica sobre la patología de concreto en pavimentos rígidos.

Figura 52*Formato de ficha técnica*

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA:		
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
POSIBLES CAUSAS		
NIVELES DE SEVERIDAD		
MEDIDAS		
PROPUESTA DE SOLUCIÓN		
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO		

Nota: Elaboración propia

3.8.2 Desarrollo de la investigación según el objetivo 2 (segunda etapa)

Procedimiento para realizar exploraciones de campo para la identificación de patologías del concreto en pavimentos rígidos para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela:

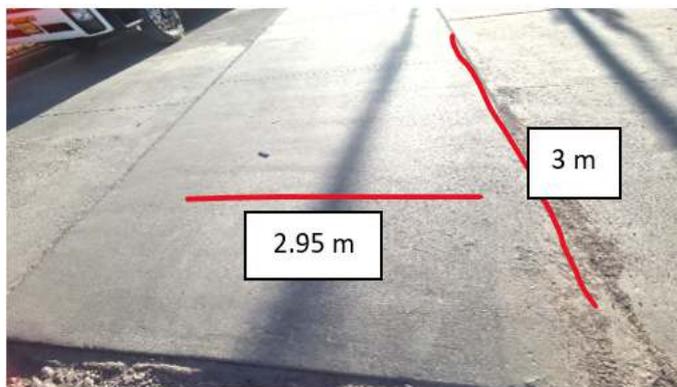
Como punto de partida, es importante tener una visión general del tema en estudio; en este caso, patología de concreto, para la recopilación de información de campo, se debe realizar de forma manual, como también visual; se genera evidencia del mismo mediante registro fotográfico.

Para el desarrollo de la siguiente investigación, se debe tener en cuenta:

- El tramo en estudio, el cual se ubica en la avenida Venezuela y forma parte de una de las avenidas principales o importante de la ciudad de Ayacucho; por lo cual transitan los diversos tipos de vehículos, entre particulares y de transporte público.
- El pavimento rígido conforma 3 carriles en un sentido, de 3 metros de largo y 2,95 metros de ancho en cada carril. Se verificó y analizó cada paño de la avenida para encontrar las patologías existentes en dicho tramo.

Figura 53

Paños del pavimento rígido en estudio Av. Venezuela, Ayacucho



Nota: Elaboración propia

Para esta verificación, se deben clasificar las patologías en cinco categorías, de acuerdo a su origen de deterioro, para tener un mejor control de información. La presente investigación se fundamenta en teorías recientes, las cuales son base de estudios y análisis patológicos en pavimentos rígidos, que posicionan la presencia del agua como una causa genérica muy problemática si no se tiene un adecuado control; pues el agua, dependiendo del ambiente que favorezca un proceso en particular u otro, podría actuar como un agente muy agresivo que causa diferentes tipos de reacciones, las cuales son físicas, químicas y biológicas; generando, de esta manera, lesiones con diferentes grados de severidad asociadas a una patología correspondiente a un análisis preestablecido. No obstante, el movimiento intermolecular en los materiales, a causa de fuerzas externas como los asentamientos diferenciales del terreno o la acción de un sismo, pueden provocar una serie de sobreesfuerzos que progresivamente van debilitando el pavimento, hasta originar grietas

o fisuras en casos tratables, o casos severos que podrían ocasionar la rotura o desintegración total del elemento comprometido. Para el reconocimiento e identificación del deterioro, se debe tener en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 8

Clasificación por su origen de las patologías del pavimento rígido

CAUSAS	CAUSAS ESPECÍFICAS		PATOLOGÍAS ASOCIADAS
	ORIGEN	FORMA DE MANIFESTARSE	
PRESENCIA DE AGUA	- Proveniente de los cambios climáticos (lluvias, nieves)	Condensación y capilaridad	- Presencia de cloruros - Deterioro por ácidos y sulfatos - Agrietamiento - Carbonatación
MOVIMIENTO DE MATERIALES	- Variaciones de las cargas estructurales - Variaciones dimensionales de los materiales por diferencias térmicas	Grietas y fisuras de diferentes tipologías	- Asientos del terreno - Compresión - Tensión
PROCESOS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	- Radiaciones solares - Procesos químicos de carbonatación y sulfatación - Procesos biológicos por presencia de microorganismos	Decoloraciones o descomposición de materiales de revestimiento	- Agrietamiento - Desintegración - Erosión

Nota: Elaboración propia

- Una vez que se ubicó el deterioro en cada paño, se debe guardar la información en un formato de campo; en este caso, formato de inspección visual para analizar la severidad de la patología encontrada; asimismo, realizar la descripción del daño encontrado (mediciones, características, etc.).

- El formato de inspección visual correctamente ejecutado permite conocer, entre otras cosas, las rutas que integran la vía, la longitud que ellas poseen, su tipo y ancho de pavimento, el ancho de la zona camino, las alcantarillas y todo dato que se desea obtener de acuerdo a los fines del estudio.
- Una vez revisado el formato de inspección visual, se debe tomar en cuenta la base de datos para la intervención de propuestas de solución.
 - Análisis, procesamiento en gabinete, de los datos obtenidos en campo.
 - Determinación de los resultados estadísticos

3.8.4 Desarrollo de la investigación según el objetivo 4 (cuarta etapa)

Procedimiento para la creación de la propuesta de una guía metodológica que contenga un aplicativo móvil para mejorar el diagnóstico de las patologías del concreto de la Av. Venezuela.

3.8.4.1 Definición de la propuesta

Es hora de empezar a diseñar nuestra aplicación como propuesta para incorporar la ficha técnica dentro; para ello, primero, tenemos que entender a los usuarios.

3.8.4.2 Investigación del usuario

Conocer a los usuarios permite diseñar una aplicación que tenga en cuenta sus motivaciones, necesidades y problemas, como eje; a partir del cual se puede construir una propuesta.

Nuestros usuarios, en primera instancia, son todos aquellos ingenieros civiles y afines que se encuentran en una investigación relacionados con las patologías del concreto en pavimentos rígidos; los cuales, al contar un perfil más práctico y de constante aprendizaje, se mostrarán interesados en utilizar o desarrollar este aplicativo móvil en el proceso.

Siendo este el eje para del cual, partiremos para construir esta propuesta.

3.8.4.3 Definición funcional del aplicativo móvil

Cuenta con una funcionalidad práctico-estratégica para el óptimo desarrollo, haciendo más simple su interacción; pues, solo consta de una pantalla y una interfaz determinada; las funciones que determinan solo incluyen el nombre de la patología y sus definiciones.

3.8.4.4 Visión del aplicativo móvil

“Toda opinión cuenta, más no determina”. Teniendo este concepto fundamental, lo más importante es tratar de manejar de forma estadística la opinión de los usuarios para así llevar el aplicativo móvil a la mayor cantidad de usuarios satisfechos.

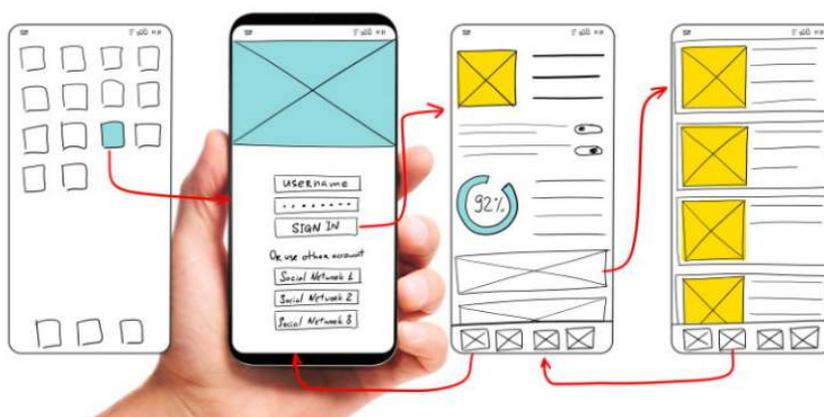
3.8.4.5 Desarrollo de WIREFRAMES

Un wireframe cuadro de alambre, según su traducción, es una representación muy simplificada de una pantalla individual, que permite tener una idea inicial de la organización de los elementos que contendrá, identificando y separando aquellos informativos de los interactivos.

Haciendo una comparación, para una aplicación, el wireframe es como el plano arquitectónico para una casa. En este plano, se pueden ver los espacios y elementos funcionales de una forma clara y simplificada.

Figura 54

Los wireframes son fundamentales para entender cómo puede estar estructurada cada pantalla de una app.



Nota: <https://www.homodigital.net/2020/04/zoning-wireframe-mockup-prototype-difference.html>

3.8.4.6 Prototipos

Los prototipos son representaciones de la aplicación que sirven para probarla internamente o mediante test con usuarios, que permiten detectar errores de usabilidad en etapas tempranas de desarrollo. Generalmente, se trata de maquetas con una interacción suficiente para poder navegar entre las diferentes pantallas.

Pueden estar basados en wireframes o en diseños visuales, y su fidelidad puede ser mayor o menor, dependiendo de cuánto se corresponda su apariencia y comportamiento con la versión final esperada de la aplicación.

3.8.4.6.1 De qué pantallas hacer los prototipos

No es necesario hacer un prototipo que contenga todas las pantallas posibles de una aplicación. Los prototipos están destinados a pruebas; por tanto, deben desarrollarse solo aquellas pantallas necesarias para completar de principio a fin la tarea que se quiere probar. Por ejemplo, si se quiere sondear un registro de usuario, el prototipo debería contemplar las pantallas necesarias desde el ingreso de datos hasta el mensaje de éxito final.

3.8.4.7 Desarrollo de tipo multiplataforma

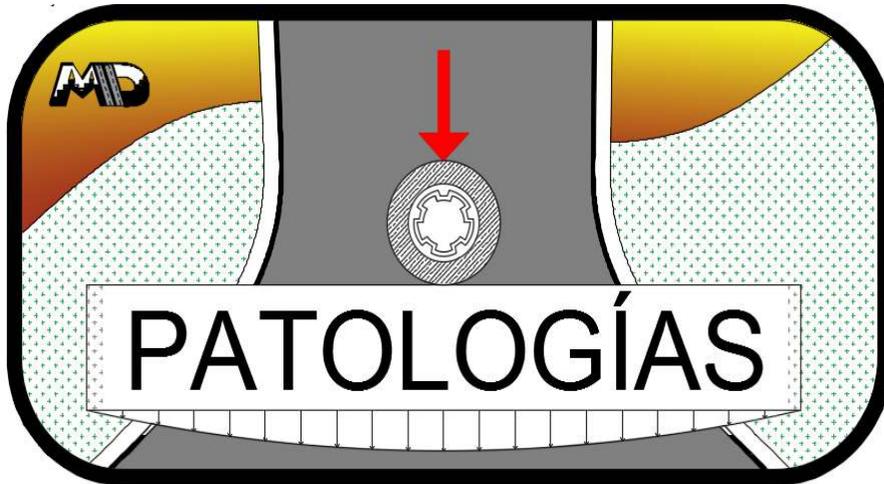
Aplicación desarrollada en una sola base de datos de código que funciona en diferentes plataformas, por ser más simple de construir y probar. Los cambios y actualizaciones se mantienen en simultáneo.

3.8.4.8 Desarrollo del prototipo

Para el desarrollo del prototipo de la aplicación donde se integra la ficha técnica, se utilizó la plataforma *Proto.io*, la cual permite crear prototipos de alta fiabilidad totalmente interactivos que se vean y funcionen exactamente como debería una aplicación. A continuación, se mostrarán figuras que enseñan cómo es la interacción con la aplicación móvil.

Figura 55

Logotipo de la interacción de la aplicación móvil de la patología



Nota: Elaboración propia

3.8.5 Desarrollo de la investigación según el objetivo 5 (quinta etapa)

Procedimientos para evaluar el estado actual del pavimento rígido utilizando el PCI para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela:

- Primeramente, se tiene que realizar la observación, para así describir los tipos de fallas o fisuras que presenten en la superficie del pavimento rígido.
- Realizando un muestreo para la toma de datos.
- El análisis y recopilación de los datos para poder procesarlos de acuerdo a la metodología del PCI.
- El muestreo se realizó en la Av. Venezuela, del distrito de San Juan Bautista, región Ayacucho, la cual comprende un tramo (1 km).

Como se muestra a continuación:

Figura 56*Ubicación del proyecto**Nota:* Google Maps

- Análisis de la muestra

Tabla 10*Cuadro para el análisis de muestra*

Tramo:	Avenida Venezuela	
n.º de unidades de análisis:	Carril S-N:	129 unidades
	Carril N-S:	129 unidades
	Total:	258 unidades
Dimensiones de unidad típica:	Largo:	2.95 MI
	Ancho:	3 MI
	Área de unidad:	8.85 m ²
Área total de análisis:	2283.3 m ²	

Nota: Elaboración propia

- Determinación de la unidad de muestra de la Av.Venezuela.

Tabla 11*Determinación de la muestra*

Tramo	Av.Venezuela sección pavimentada	
$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$	N=	258
	e=	5
	σ =	15
	n=	31.69 equivalente a 32

Nota: Elaboración propia

- Determinación del intervalo de muestreo Av.Venezuela

Para ello, utilizamos la siguiente ecuación.

Tabla 12*Cuadro para la determinación del intervalo de muestra*

$i = \frac{N}{n}$	N=	258
	n=	32
	i=	8.0625 equivalente a 8

Nota: Elaboración propia

- Determinación de unidades de muestreo:

A continuación, elaboramos un formato de inspección sobre la evaluación del índice de condición del pavimento rígido con los datos que se tomarán *in situ*.

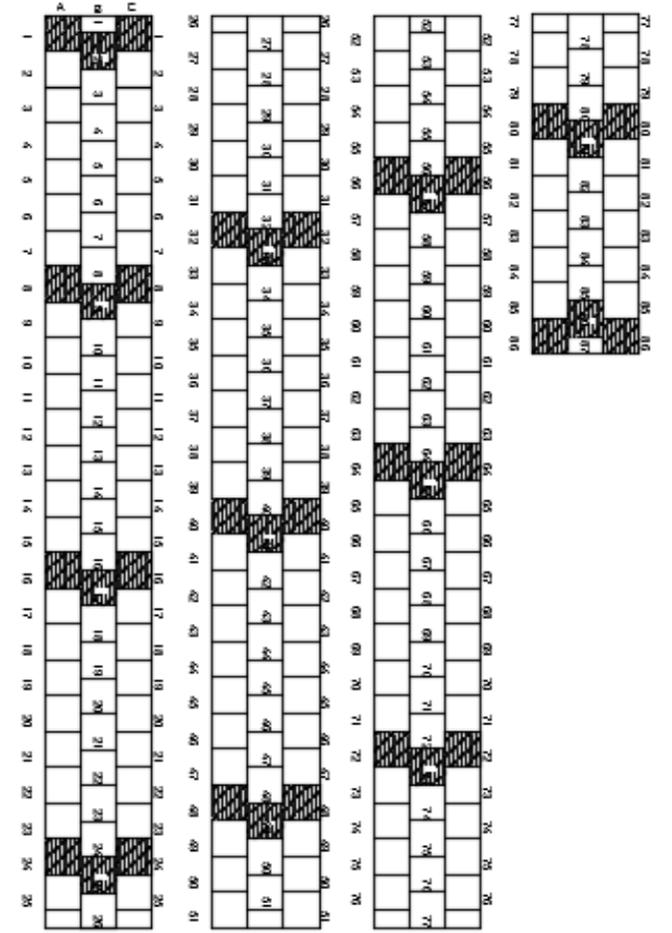
Se procede a colocar en una tabla determinada por el PCI exclusivo de pavimentos rígidos, para cada muestra.

Tabla 13

Formato de inspección visual in situ

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA						
Vía	PROGRESIVA 0+00	Tramo	AV. VENEZUELA		Unidad de muestra	M1
	PROGRESIVA 0+00					
Inspección	GRUPO DE TESISTAS	Fecha	16/06/2022		Área de muestra total (m2)	2283.3
					Total, de losas de muestra (unid.)	258
TIPO DE FALLA					DIAGRAMA	
21. Blow up / Buckling						
22. Grieta de esquina						
23. Losa dividida						
24. Grieta de durabilidad "D"						
25. Escala						
26. Sello de junta						
27. Desnivel Carril / Berma						
28. Grieta lineal						
29. Parcheo (grande)						
30. Parcheo (pequeño)						
31. Pulimento de agregados						
32. Popouts						
33. Bombeo						
34. Punzonamiento						
35. Cruce de vía férrea						
36. Desconchamiento						
37. Retracción						
38. Descascaramiento de esquina						
39. Descascaramiento de junta						

Tipo de Falla	Severidad	n.º de losas	ÁREA	% Densidad	Valor de reducción
28	L	5	44.25	1.938	2
28	M	14	123.9	5.426	18
28	H	25	221.25	9.690	5
36	L	4	35.4	1.550	1
36	M	8	70.8	3.101	2
36	H	2	17.7	0.775	1
22	L	6	53.1	2.326	1
22	M	9	79.65	3.488	3
22	H	3	26.55	1.163	2
32	L	2	17.7	0.775	1
32	M	9	79.65	3.488	1
32	H	4	35.4	1.550	1
29	H	5	44.25	1.938	2
29	M	3	26.55	1.163	1
34	M	3	26.55	1.163	1
33	H	5	44.25	1.938	1
23	L	2	17.7	0.775	3
23	M	9	79.65	3.488	2
31	H	4	35.4	1.550	1
24	L	2	17.7	0.775	2
24	M	4	35.4	1.550	3
37	L	3	26.55	1.163	3
37	M	4	35.4	1.550	5
37	H	6	53.1	2.326	7
TOTAL, VALOR DEDUCIDO					68
MAYOR VALOR DEDUCIDO					18



Nota: Elaboración propia

- Y se procede a realizar la evaluación de los valores reducidos en la cantidad de daños contabilizados IN SITU según el tipo de falla.

Tabla 14

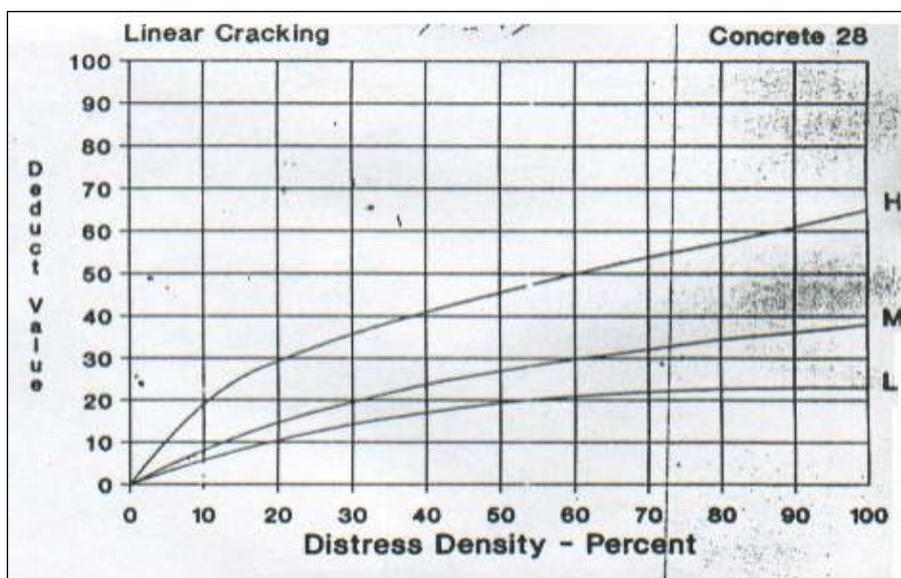
Cuadro de leyenda

Severidad	Leyenda
a) Low - Bajo (L)	Celeste
b) Medium - Medio (M)	Verde
c) High - Alto (H)	Rojo

Nota: Elaboración propia

Figura 57

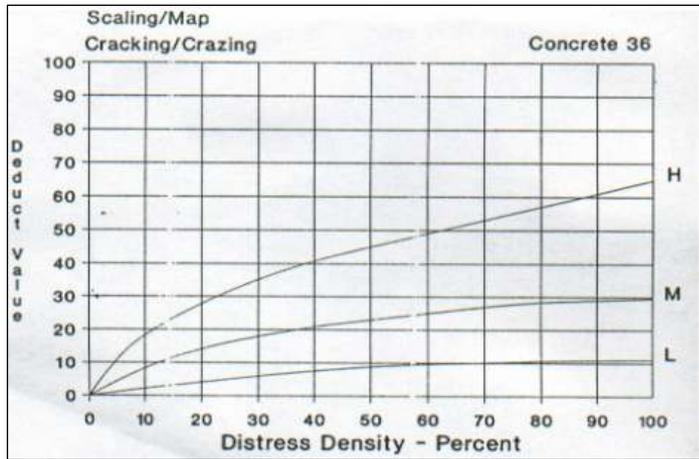
Cuadro de deducción de valor reducido de falla de grietas lineales de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"



Nota: Manual de la metodología del PCI

Figura 58

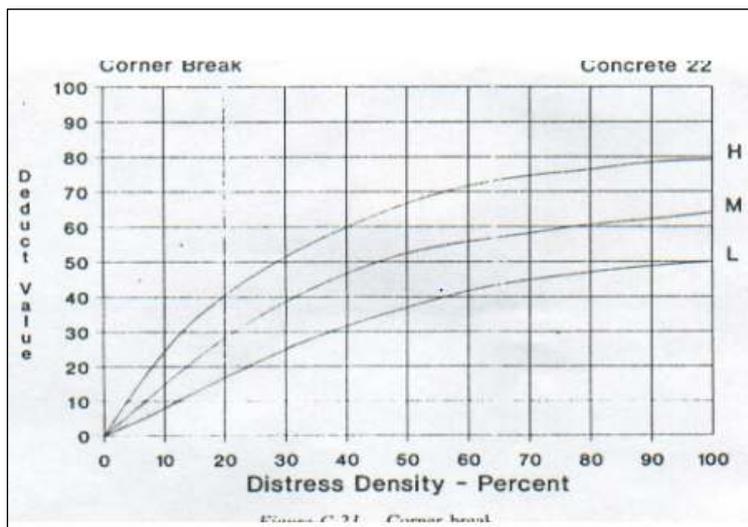
Cuadro de deducción de valor reducido de falla de **desconchamiento** de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"



Nota: Manual de la metodología del PCI

Figura 59

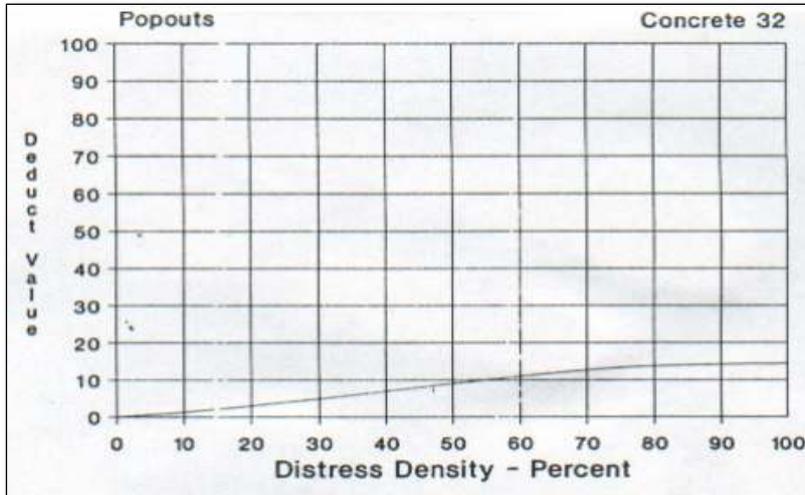
Cuadro de deducción de valor reducido de falla de **grieta de esquina** de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"



Nota: Manual de la metodología del PCI

Figura 60

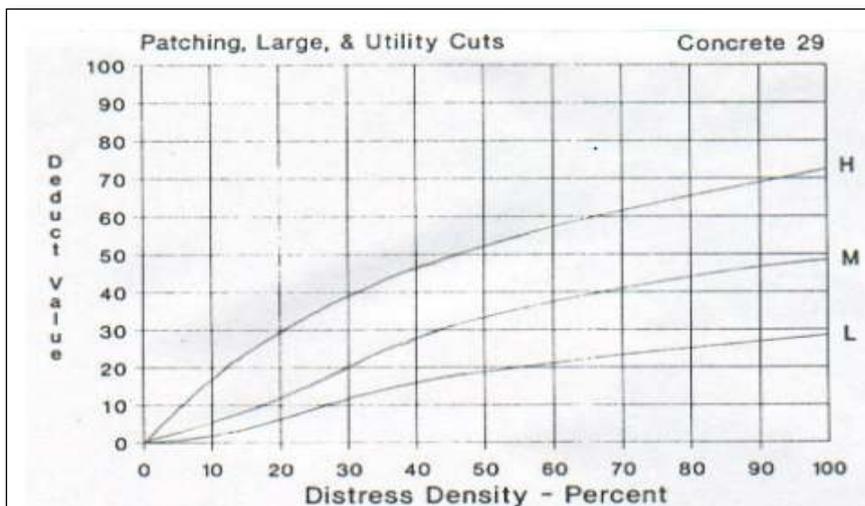
Cuadro de deducción de valor reducido de falla de POPOUT de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"



Nota: Manual de la metodología del PCI

Figura 61

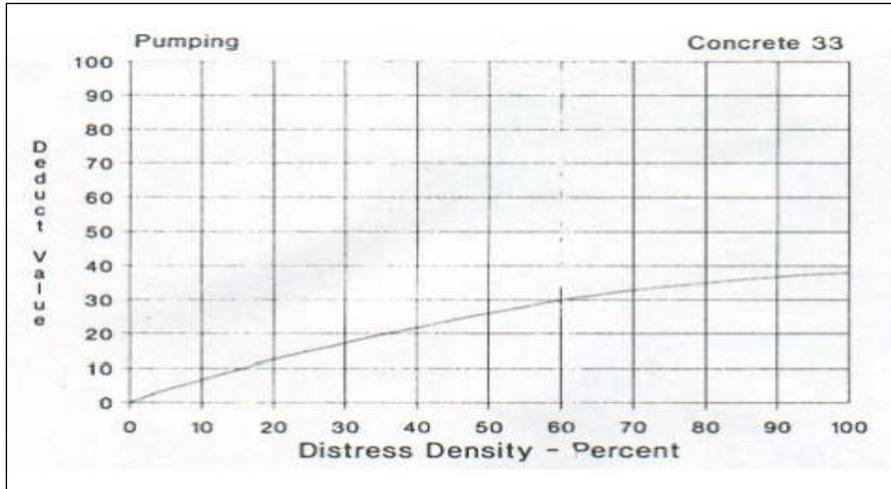
Figura de deducción de valor reducido de falla de PARCHEO GRANDE de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"



Nota: Manual de la metodología del PCI

Figura 62

Figura de deducción de valor reducido de falla de BOMBEO de la unidad M-1 - nivel de severidad "L- M - H"



Nota: Manual de la metodología del PCI

- Determinación utilizando la fórmula: en este caso ingresamos el máximo valor deducido y como resultado nos da el número del valor deducido.

Figura 63

Determinación de valores deducidos

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i) \quad \text{Ecuación: carreteras pavimentadas}$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de "valores deducidos", incluyendo fracción, para la unidad de muestreo i .

HDV: el mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

Nota: Manual de pavimentos

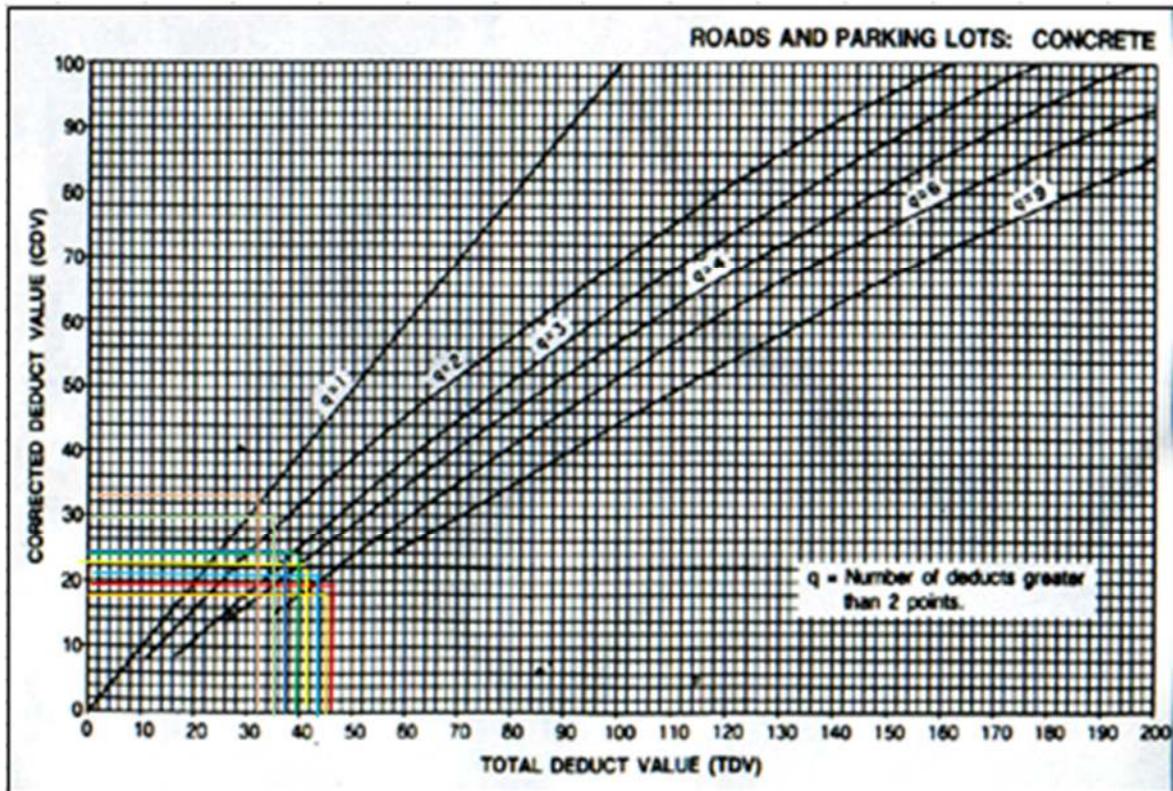
$$M1 = 1.00 + 9/98*(100 - 68)$$

$$M1 = 8.53$$

Cuadro final de resumen del cálculo del PCI para el tramo analizado:
 Determinación de la proyección entre el total valor deducido (TDV) y el correcto valor deducido (CDV) en función al número de valores deducidos (q).

Figura 64

Determinación de valores deducidos



Nota: Elaboración propia

- Determinación del máximo valor de VRC y del PCI del tramo de la Av. Venezuela

$$\text{PCI} = 100 - \text{Max. VRC}$$

$$\text{PCI} = 100 - 32$$

$$\text{PCI} = 68$$

Tabla 15*Rangos de clasificación del PCI*

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL 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: <https://fddocuments.in/document/iri-psi-pci.html>

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado del tratamiento y análisis de la información

4.1.1 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 1

Para simplificar y clasificar las patologías del concreto de acuerdo a su origen en una ficha técnica, con su propuesta de solución para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela, hemos utilizado el formato de inspección visual *in situ*, para poder conceptualizar las patologías encontradas. A continuación, detallamos la guía metodológica simplificada (ver anexo 6).

4.1.1.1 Análisis del cuestionario para lograr explicar el resultado del objetivo

Confiabilidad del cuestionario o instrumento

A través del programa estadístico SPSS, versión 25, se midió la confiabilidad del instrumento de medida (cuestionario) y se calculó el alfa de Cronbach, resultando ser 0.869 y, según la tabla 36, nos indica que la confiabilidad de nuestro instrumento es buena.

Tabla 16*Estadística de fiabilidad*

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados		
Alfa de Cronbach	estandarizados	N de elementos
,869	,867	22

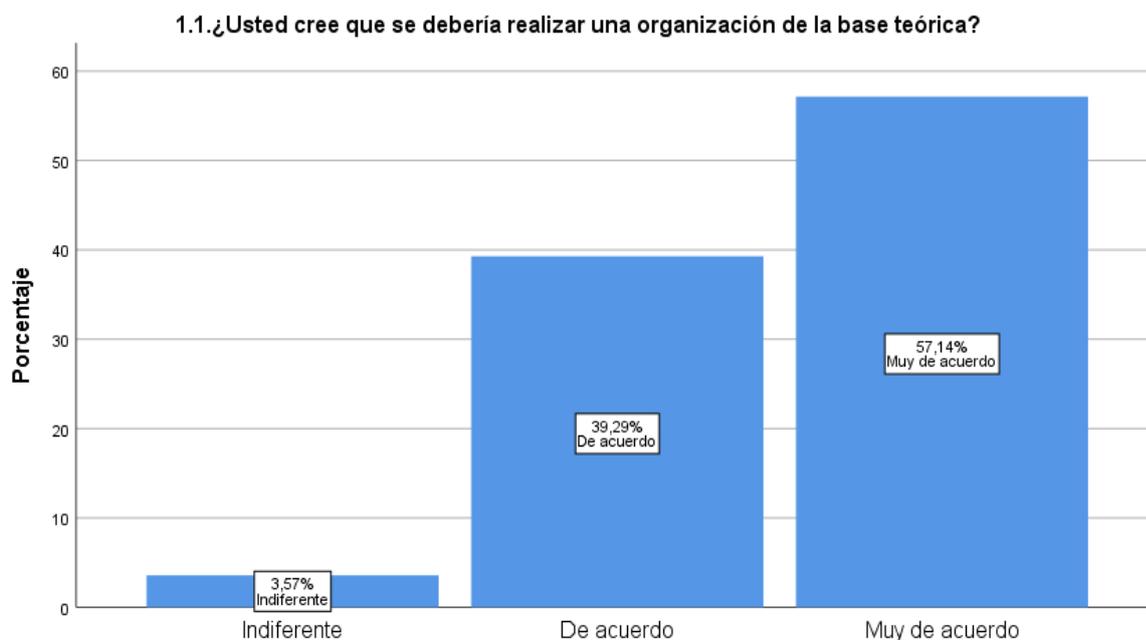
*Nota:*Elaboración propia

Estadística descriptiva del instrumento**Variable Independiente: Guía metodológica****Dimensión 1: Alcance de información**

1. Plantear el alcance de información

Figura 65

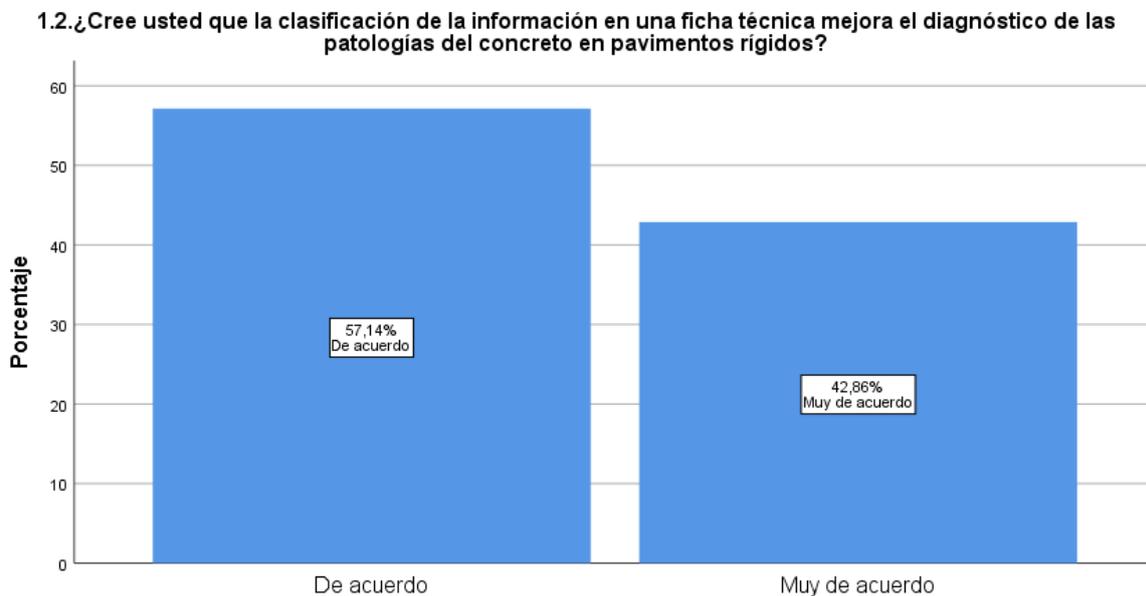
¿Usted cree que se debería realizar una organización de la base teórica?



Nota: Elaboración propia

Figura 66

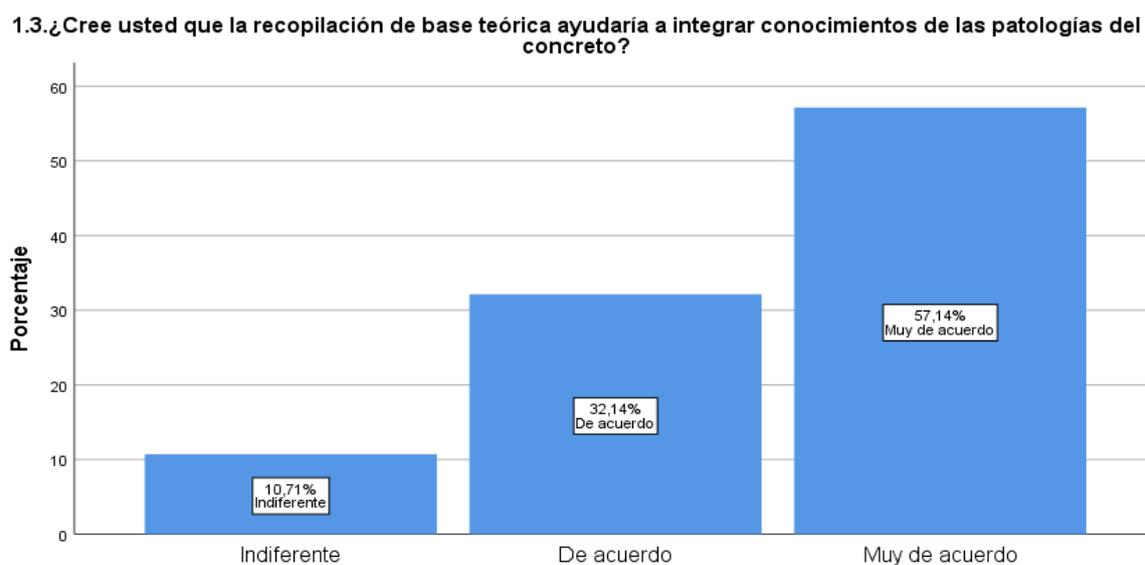
¿Cree usted que la clasificación de la información en una ficha técnica mejora el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?



Nota: Elaboración propia

Figura 67

¿Crees usted que la recopilación de base teórica ayudaría a integrar conocimientos de las patologías del concreto ?

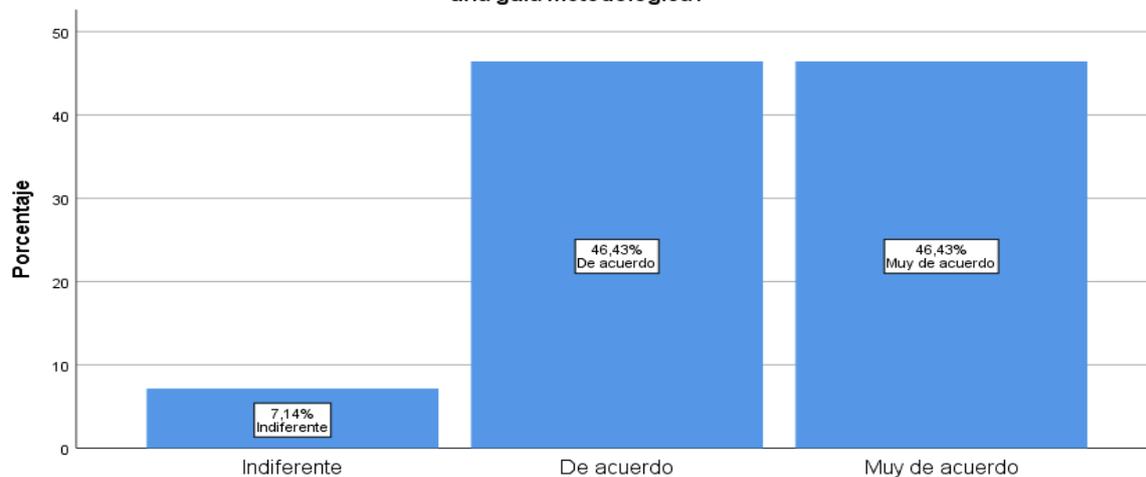


Nota: Elaboración propia

Figura 68

¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?

1.4. ¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?



Nota: Elaboración propia

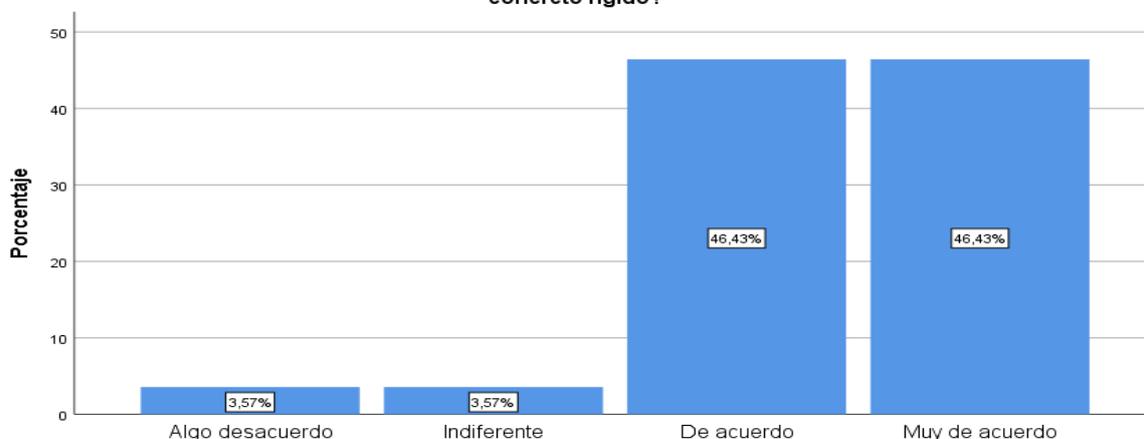
Dimensión 2: Alcance del cronograma del proyecto

2. Planear gestión del tiempo del proyecto

Figura 69

¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?

2.1. ¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?

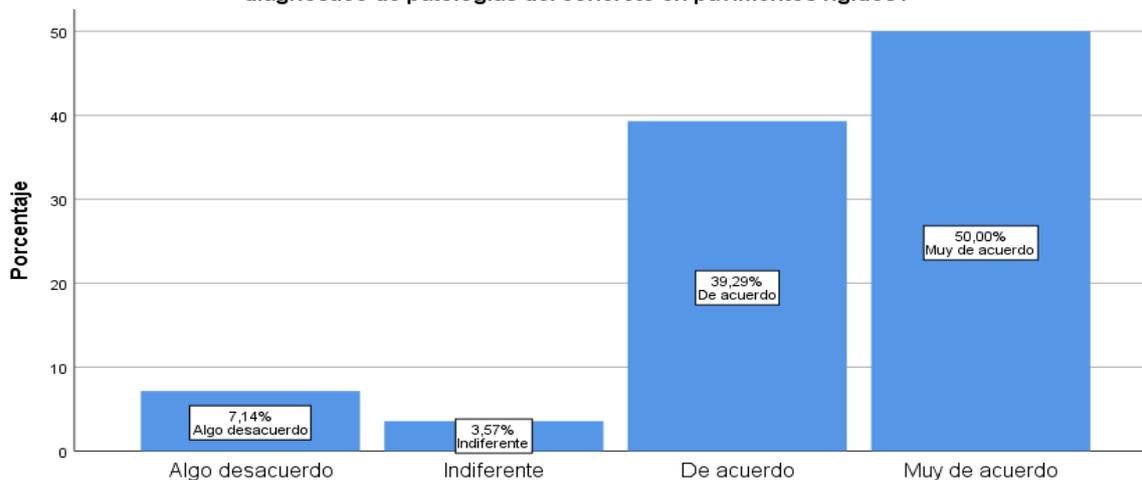


Nota: Elaboración propia

Figura 70

¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?

2.2. ¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?



Nota: Elaboración propia

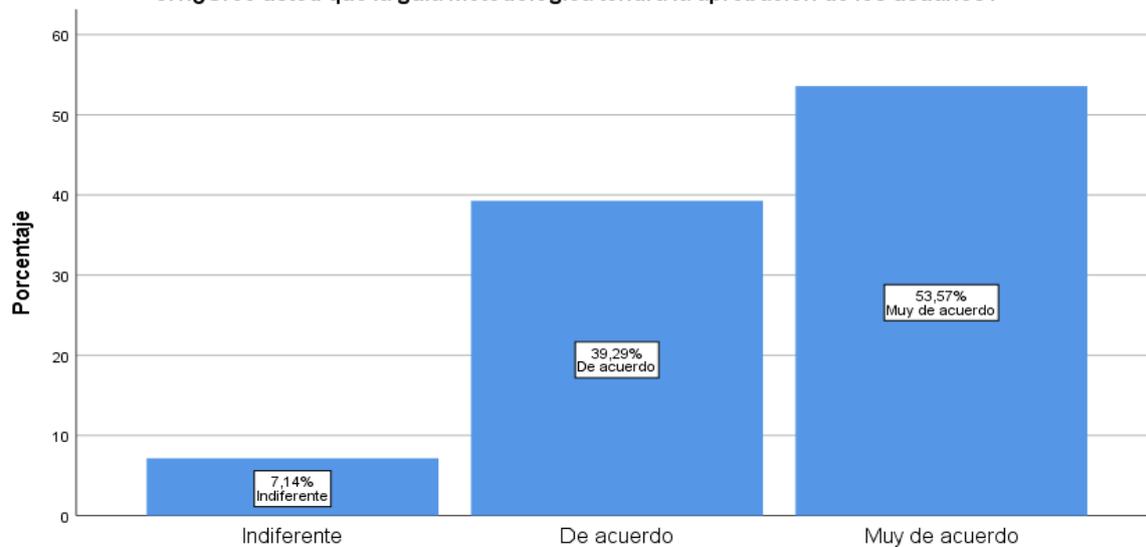
Dimensión 3: Gestión de la calidad

3. Gestión de la calidad

Figura 71

¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios?

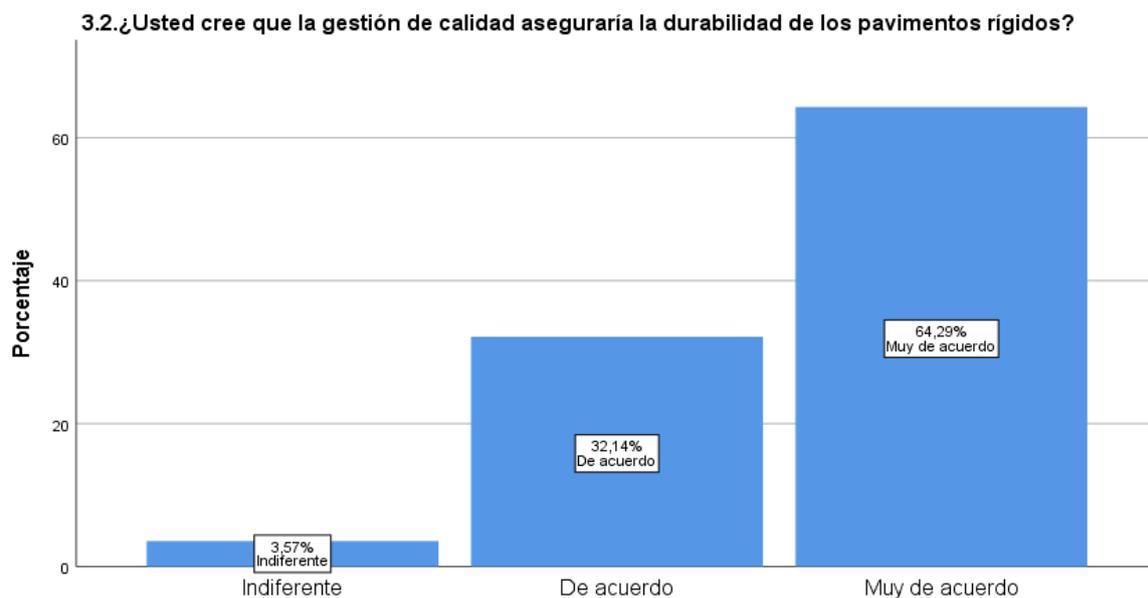
3.1. ¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios?



Nota: Elaboración propia

Figura 72

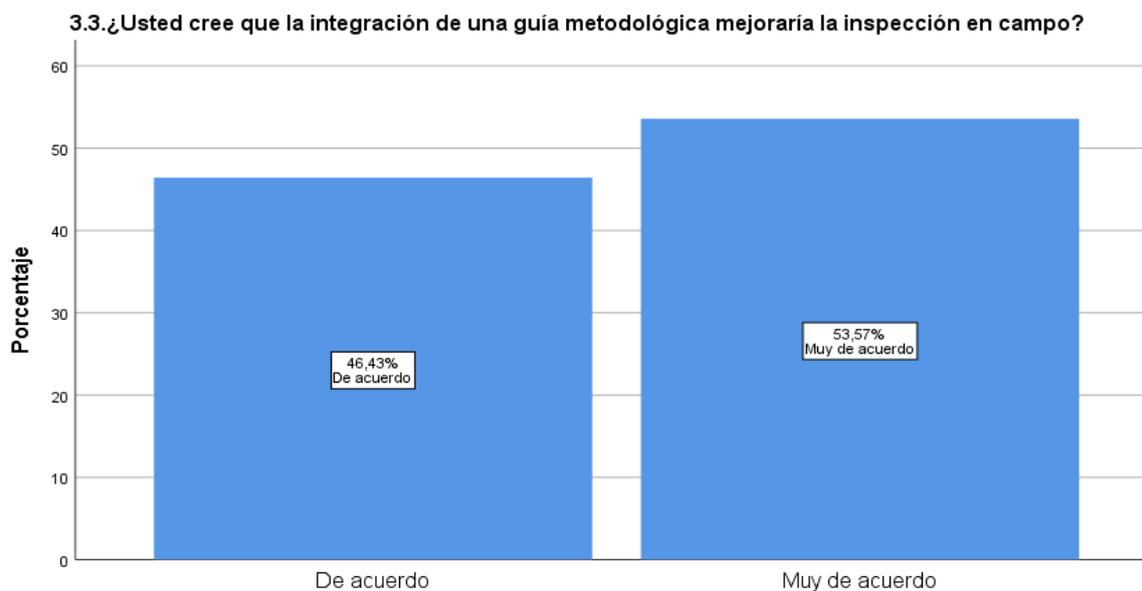
¿Usted cree que la gestión de calidad aseguraría la durabilidad de los pavimentos rígidos?



Nota: Elaboración propia

Figura 73

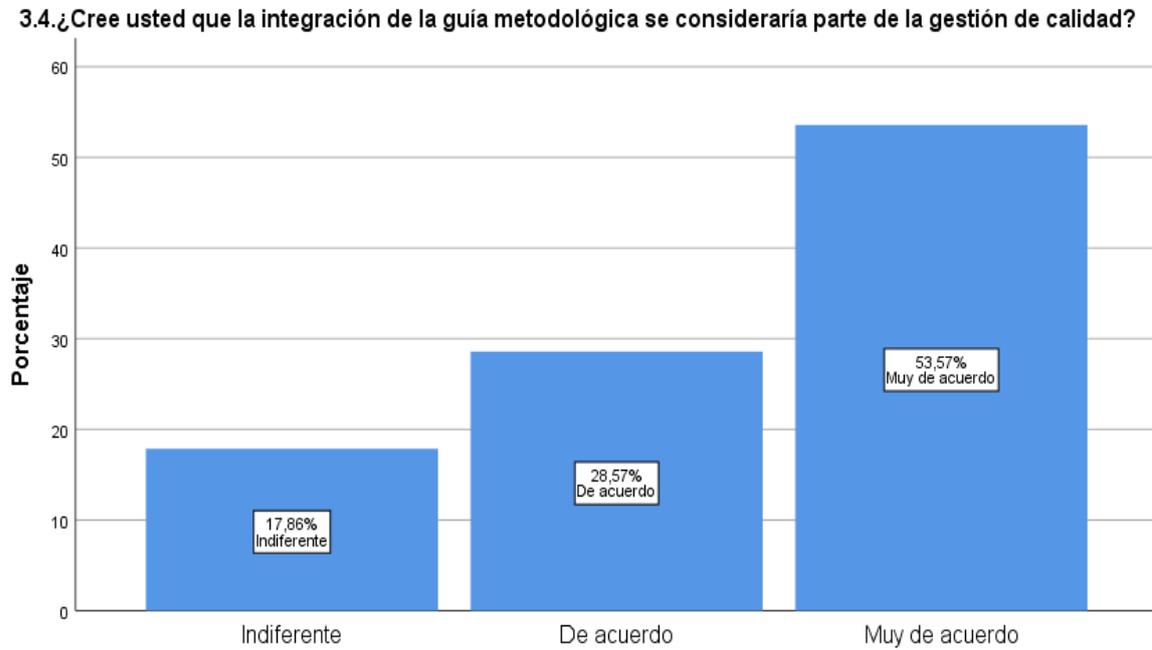
¿Usted cree que la integración de una guía metodológica mejoraría la inspección en campo?



Nota: Elaboración propia

Figura 74

¿Cree usted que la integración de la guía metodológica se consideraría parte de la gestión de calidad?



Nota: Elaboración propia

Variable dependiente: Diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos

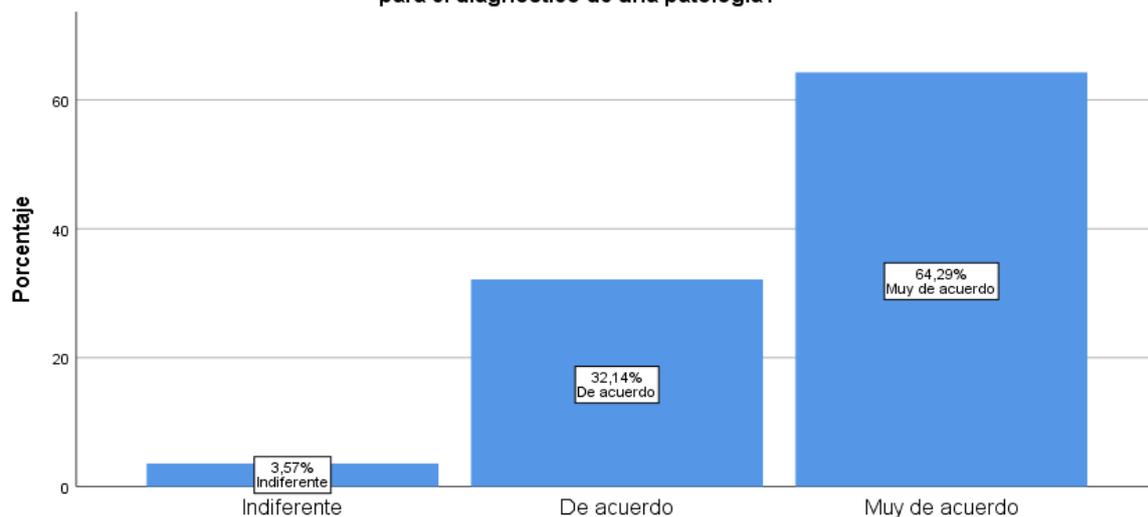
Dimensión 4: Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos

4. Plantear el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos.

Figura 75

¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daños en los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología?

4.1. ¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daños en los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología?

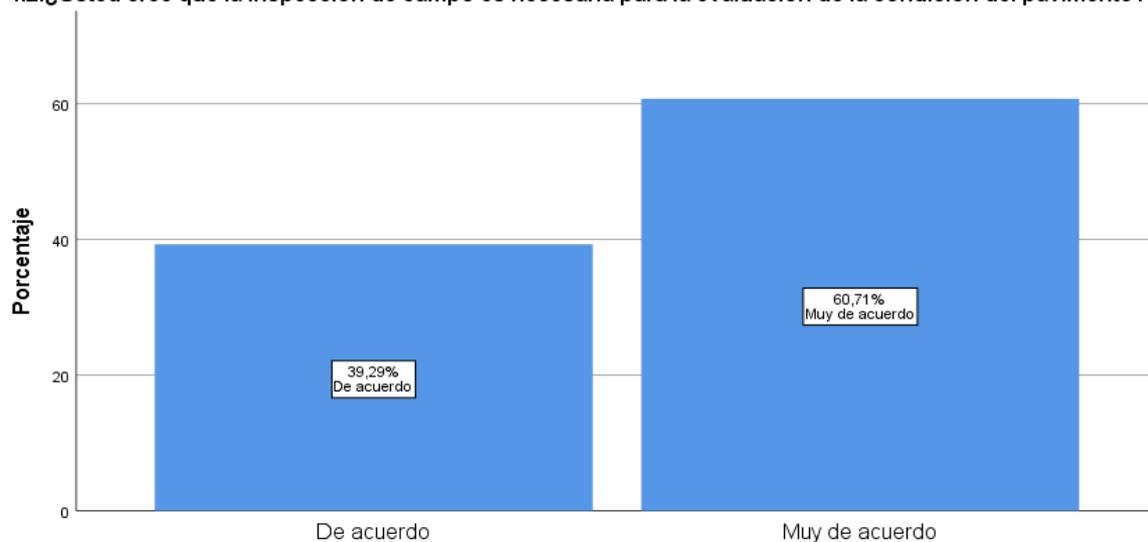


Nota: Elaboración propia

Figura 76

¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?

4.2. ¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?

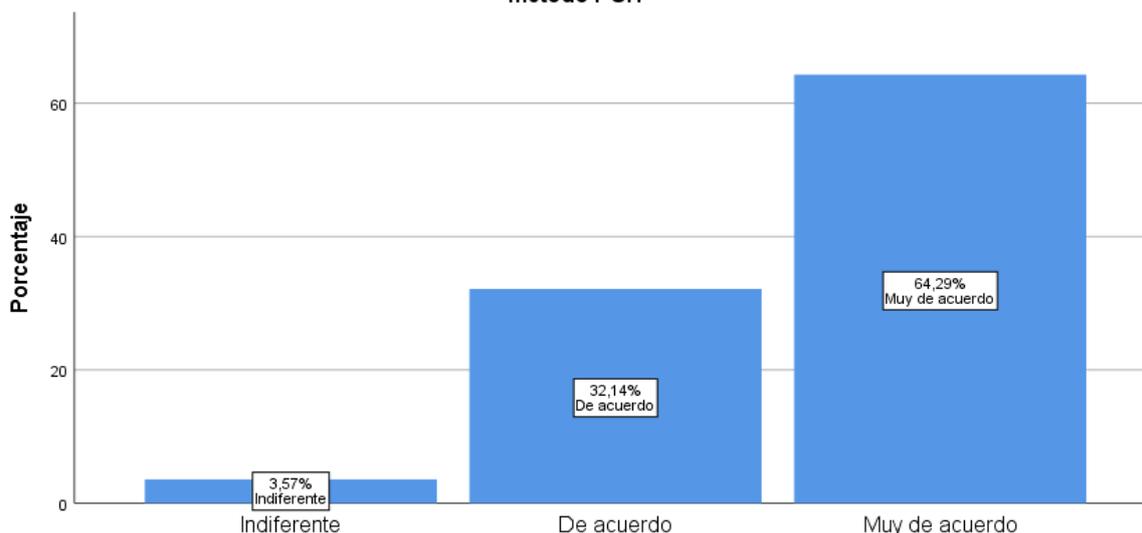


Nota: Elaboración propia

Figura 77

¿Cree usted que se debería hacer una inspección a las faltas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?

4.3. ¿Cree usted que se debería hacer una inspección a las fallas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?

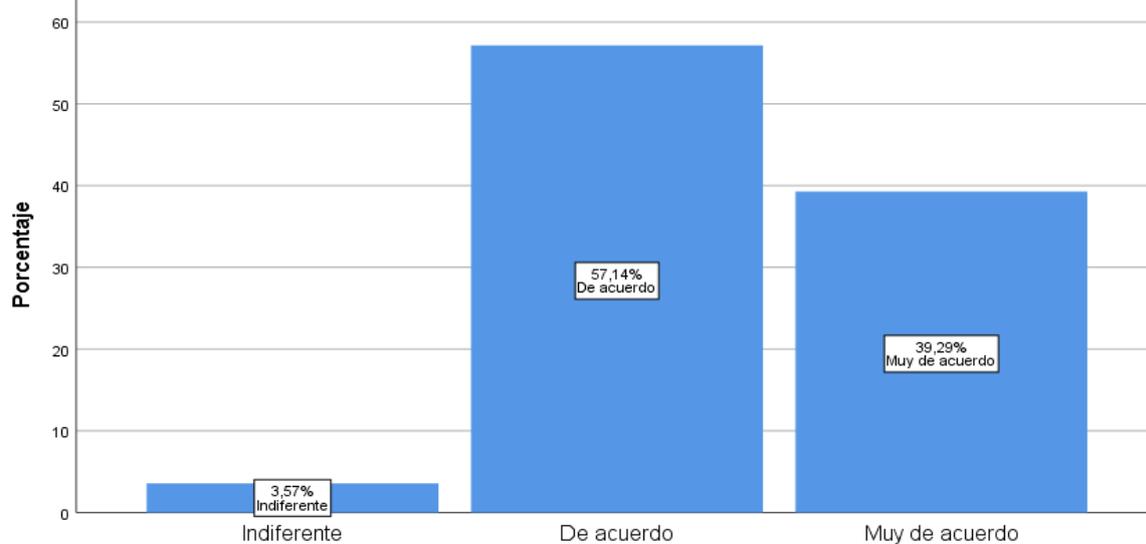


Nota: Elaboración propia

Figura 78

¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para la evaluación de pavimentos?

4.4. ¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para evaluación de pavimentos?

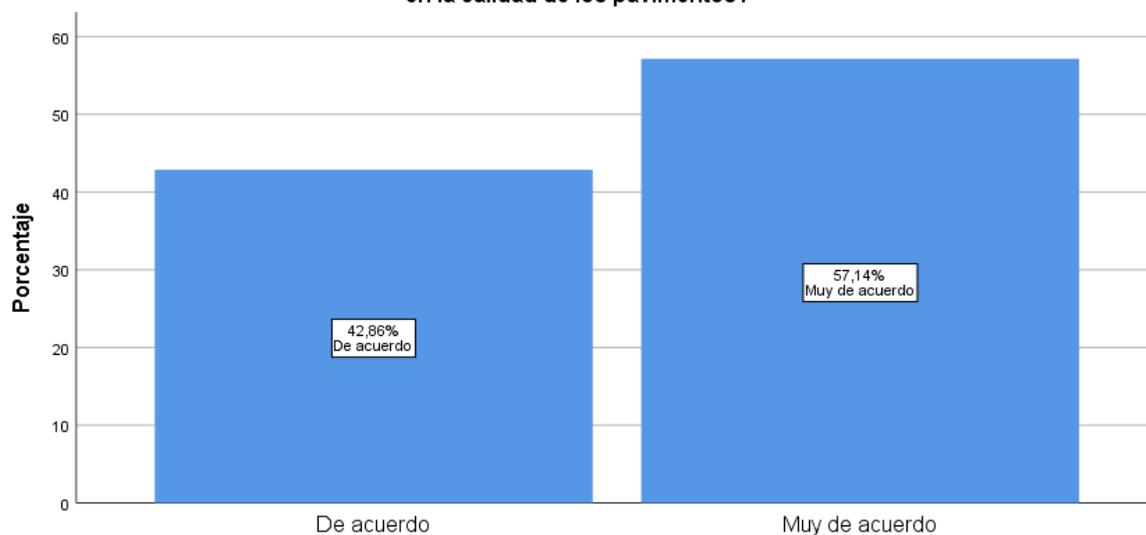


Nota: Elaboración propia

Figura 79

¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran influyen en la calidad de los pavimentos?

4.5. ¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran, influyen en la calidad de los pavimentos?



Nota: Elaboración propia

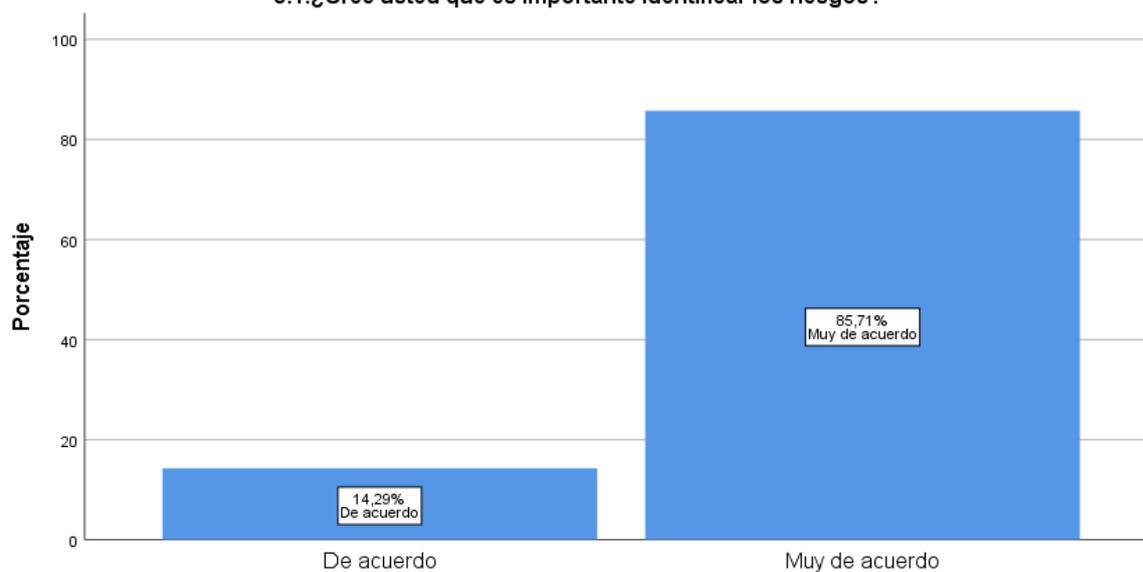
Dimensión 5: Gestión del riesgo del proyecto

5. Gestión del riesgo del proyecto

Figura 80

¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?

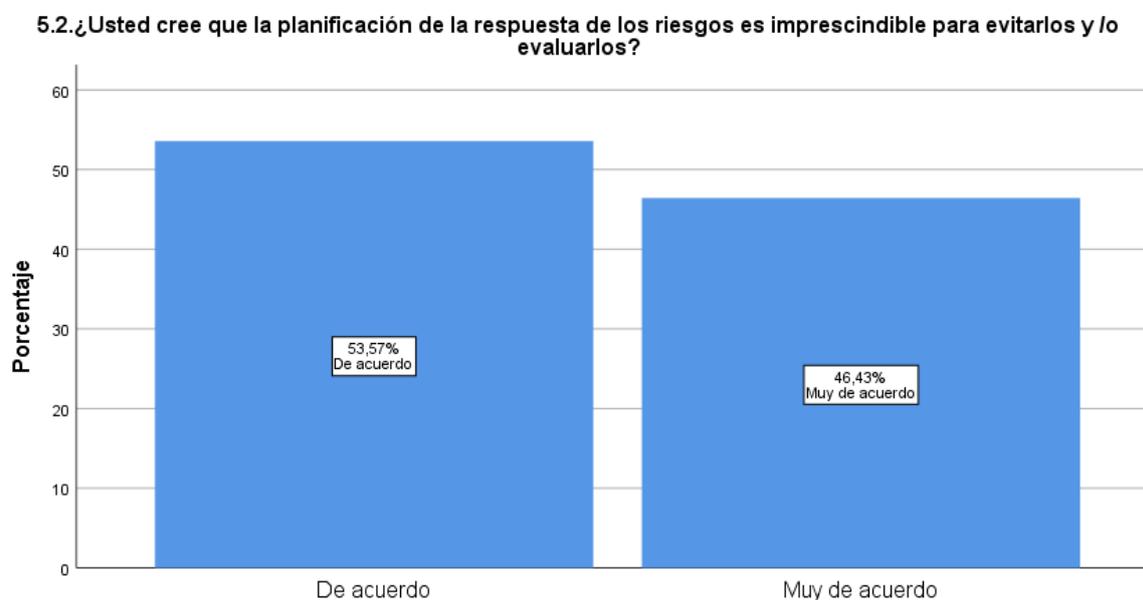
5.1. ¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?



Nota: Elaboración propia

Figura 81

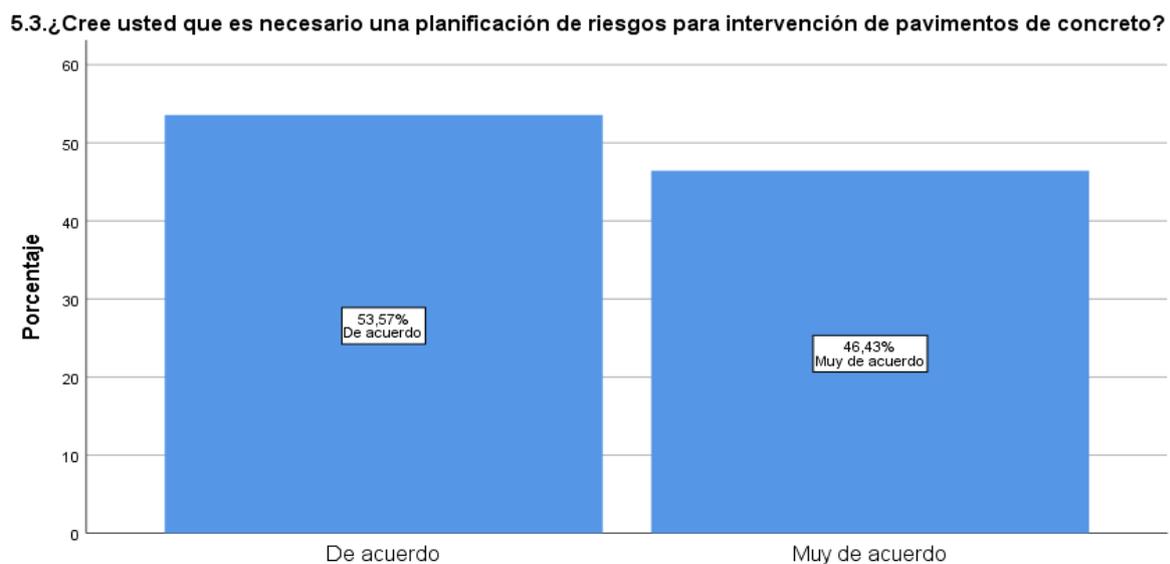
¿Usted cree que la planificación de la respuesta de los riesgos es imprescindible para evitarlos y evaluarlos?



Nota: Elaboración propia

Figura 82

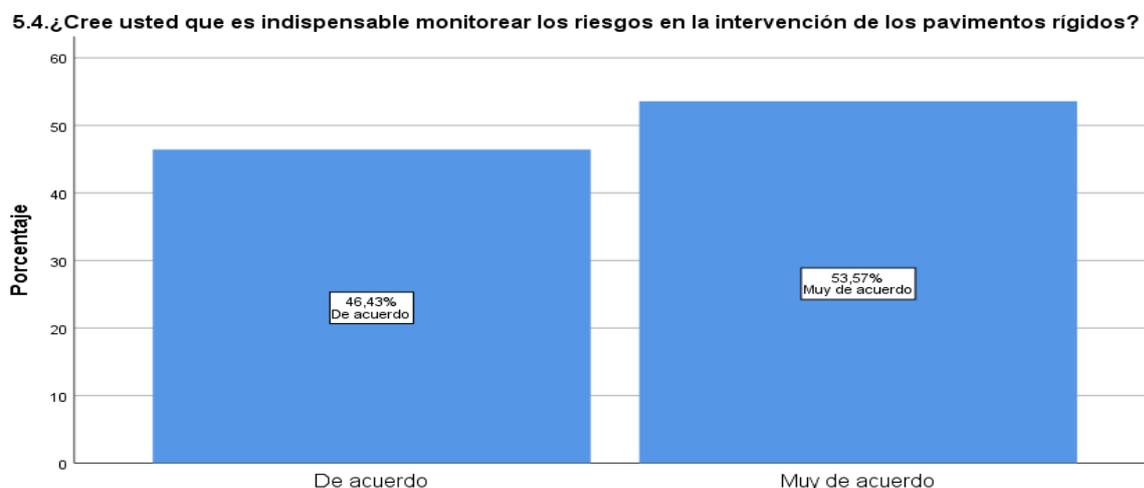
¿Cree usted que es necesario una planificación de riesgos para intervención en pavimentos de concreto?



Nota: Elaboración propia

Figura 83

¿Cree usted que es indispensable monitorear los riesgos en la intervención de los pavimentos rígidos?



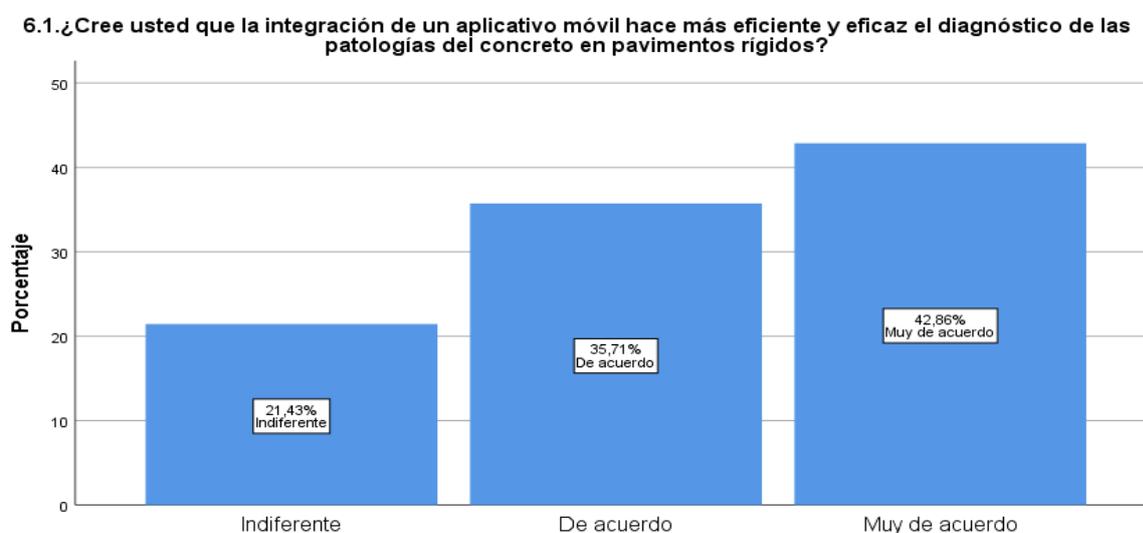
Nota: Elaboración propia

Dimensión 6: Gestión de la integración de un aplicativo móvil

6. Gestión de la integración de un aplicativo móvil

Figura 84

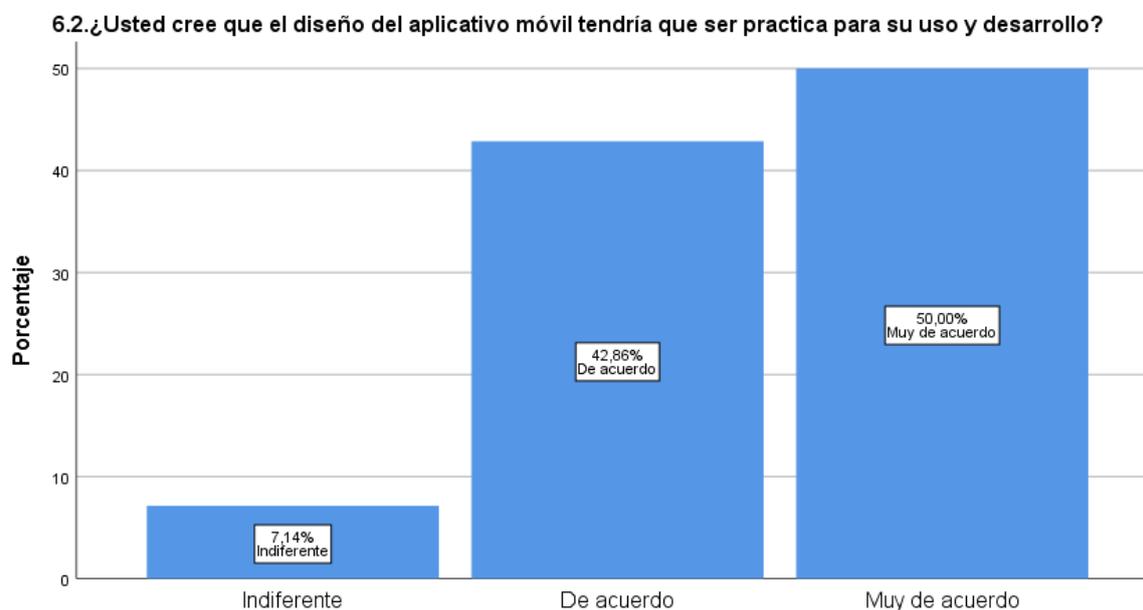
¿Cree usted que la integración de un aplicativo móvil hace más eficiente y eficaz el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?



Nota: Elaboración propia

Figura 85

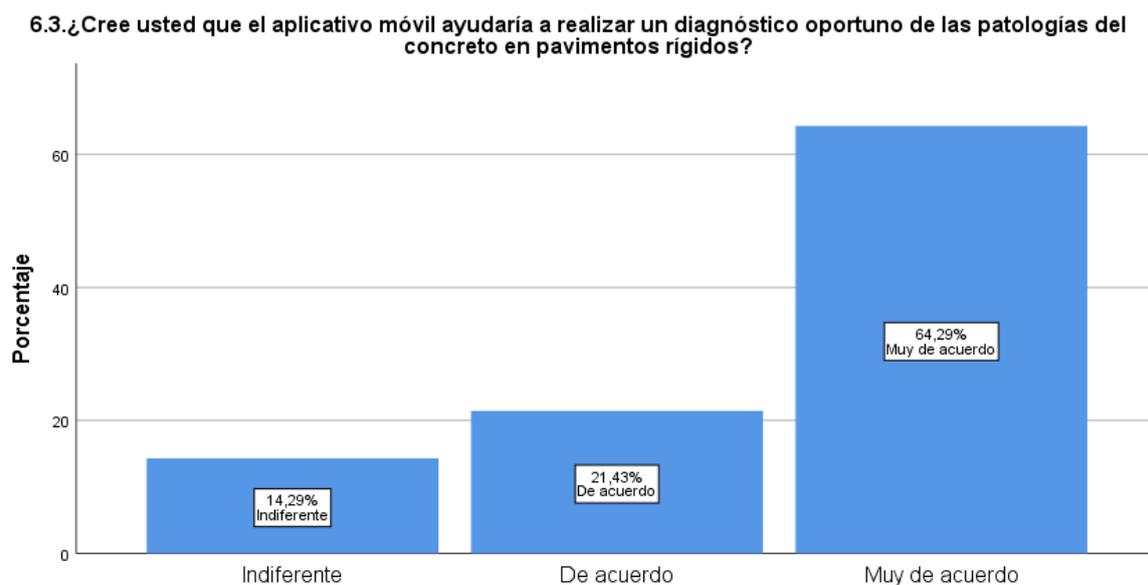
¿Usted cree que el diseño del aplicativo móvil tendría que ser práctico para su uso y desarrollo?



Nota: Elaboración propia

Figura 86

¿Cree usted que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?



Nota: Elaboración propia

Se puede apreciar que, de los 28 encuestados, el 64,29 % indicó que están muy de acuerdo con que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos y el 21,43 % de acuerdo; además, con un porcentaje de 14,29 % con una posición indiferente.

4.1.2 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 2

Para realizar exploraciones de campo e identificación de patologías del concreto en pavimentos rígidos para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela, hemos utilizado el formato de inspección visual *in situ*, lo cual nos dio como resultado lo siguiente.

Tabla 17

Resultados de la inspección visual en campo inicial

INSPECCIÓN VISUAL EN CAMPO				
NOMBRE DEL PROYECTO	"PROPUESTA DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA EL MEJOR DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS DE CONCRETO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA AVENIDA VENEZUELA "			
RESPONSABLE DE INSPECCIÓN	DANIELA ALBITES VILLALOBOS MARIA ANTONIETA GUTIERREZ VARGAS			
TRAMO EVALUADO	PROGRESIVA KM 0+00- PROGRESIVA 0+300			
DISTRITO	SAN JUAN BAUTISTA			
PROVINCIA	HUAMANGA			
DEPARTAMENTO	AYACUCHO			
NOMBRE DE LA CALLE	AVENIDA VENEZUELA			
SENTIDO DE LA VIA	DOBLE VÍA			
INICIO DETALLADO	EN EL INICIO DE LA PROGRESIVA			
FIN DETALLADO	INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA VENEZUELA Y LA AVENIDA 9 DE DICIEMBRE			
TAMAÑO NOMINAL DE LOSA	3.00X2.40	GRUPO	CANTIDAD DE PAÑOS	NOM. LOSA
		G-1	300	LN
FECHA DE INSPECCIÓN	considera daniela	NRO INSP: 1	HORA INC 7.35 a. m.	HORA FIN 5.30 p. m.

n.º	n.º DE LOSA	TIPO DE PATOLOGÍA	SEVERIDAD	MEDIDAS DE LA LOSA	OBSERVACIONES
1	Paño 2	Grieta lineal	Baja	LV	NINGUNA
2	Paño 3	Desintegración	Media	LN	NINGUNA
3	Paño 4	Grieta longitudinal	Alta	LN	NINGUNA
4	Paño 8	Grieta de esquina	Baja	LN	NINGUNA
5	Paño 9	Grieta longitudinal	Media	LN	NINGUNA
6	Paño 10	Grieta de esquina	Baja	LN	NINGUNA
7	Paño 11	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
8	Paño 13	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
9	Paño 16	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
10	Paño 19	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
11	Paño 21	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
12	Paño 24	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
13	Paño 27	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
14	Paño 30	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
15	Paño 33	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
16	Paño 35	Grieta de esquina	Baja	LN	NINGUNA
17	Paño 37	Grieta de esquina	Baja	LN	NINGUNA
18	Paño 38	G. esquina y descascaramiento	Baja	LN	NINGUNA
19	Paño 39	Grieta de esquina	Baja	LN	NINGUNA
20	Paño 43	G. esquina y descascaramiento	Baja	LN	NINGUNA
21	Paño 45	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
22	Paño 48	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA

23	Paño 51	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
24	Paño 54	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
25	Paño 56	Grieta longitudinal	Media	LN	NINGUNA
26	Paño 57	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
27	Paño 62	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
28	Paño 63	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
29	Paño 66	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
30	Paño 71	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
31	Paño 73	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
32	Paño 74	Grieta de esquina	Alta	LN	NINGUNA
33	Paño 75	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
34	Paño 76	Grieta de esquina	Alta	LN	NINGUNA
35	Paño 78	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
36	Paño 79	Grieta de esquina	Media	LN	NINGUNA
37	Paño 81	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
38	Paño 87	Desintegración	Media	LN	NINGUNA
39	Paño 88	Popouts	Baja	LN	NINGUNA
40	Paño 91	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
41	Paño 92	Grietas de esquina	Media	LN	NINGUNA
42	Paño 94	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
43	Paño 95	Grietas de esquina	Media	LN	NINGUNA
44	Paño 96	Parche grande	Media	LN	NINGUNA
45	Paño 97	Grietas de esquina	Media	LN	NINGUNA

46	Paño 98	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
47	Paño 99	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
48	Paño 100	Popouts	Media	LN	NINGUNA
49	Paño 102	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
50	Paño 104	Grietas de esquina	Baja	LN	NINGUNA
51	Paño 105	Grietas de esquina, desintegración	Alta	LN	NINGUNA
52	Paño 106	Descascaramiento	Baja	LN	NINGUNA
53	Paño 107	Popouts, desintegración	Media	LN	NINGUNA
54	Paño 108	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
55	Paño 109	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
56	Paño 111	Parche Grande	Media	LN	NINGUNA
57	Paño 112	Desintegración, popouts, parche grande	Alta	LN	NINGUNA
58	Paño 113	Popouts, desintegración	Media	LN	NINGUNA
59	Paño 114	Popouts, G. transversal	Media	LN	NINGUNA
60	Paño 117	Popouts	Baja	LN	NINGUNA
61	Paño 118	Grietas de Esquina, parche grande	Media	LN	NINGUNA
62	Paño 119	Popouts, desintegración	Media	LN	NINGUNA
63	Paño 120	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
64	Paño 122	Popouts	Media	LN	NINGUNA
65	Paño 123	G. transversales, popouts	Media	LN	NINGUNA
66	Paño 124	Popouts	Media	LN	NINGUNA
67	Paño 125	Popouts	Media	LN	NINGUNA

68	Paño 126	G. transversales, popouts	Alta	LN	NINGUNA
69	Paño 127	G. transversales, popouts	Alta	LN	NINGUNA
70	Paño 128	Popouts	Media	LN	NINGUNA
71	Paño 129	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
72	Paño 131	Popouts	Media	LN	NINGUNA
73	Paño 132	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
74	Paño 134	Descascaramiento, parche grande	Media	LN	NINGUNA
75	Paño 135	Grieta longitudinal, transversal	Media	LN	NINGUNA
76	Paño 136	Grieta diagonal, popouts	Baja	LN	NINGUNA
77	Paño 138	Parche grande	Alta	LN	NINGUNA
78	Paño 141	G. transversales, popouts	Alta	LN	NINGUNA
79	Paño 142	Popouts	Media	LN	NINGUNA
80	Paño 143	Popouts	Media	LN	NINGUNA
81	Paño 144	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
82	Paño 147	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
83	Paño 148	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
84	Paño 149	Desintegración, popouts	Media	LN	NINGUNA
85	Paño 151	Grieta de esquina	Media	LN	NINGUNA
86	Paño 152	Desintegración, popouts	Media	LN	NINGUNA
87	Paño 153	G. transversales, lineal	Alta	LN	NINGUNA
88	Paño 157	Grieta lineal, popouts	Alta	LN	NINGUNA
89	Paño 158	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
90	Paño 160	Desintegración, popouts	Media	LN	NINGUNA

91	Paño 161	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
92	Paño 163	G. transversales, pulimiento	Alta-Media	LN	NINGUNA
93	Paño 164	Descascaramiento	Media	LN	NINGUNA
94	Paño 165	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
95	Paño 166	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
96	Paño 168	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
97	Paño 169	G. transversales, craquelado	Alta	LN	NINGUNA
98	Paño 170	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
99	Paño 171	Grietas de retracción, popouts	Media	LN	NINGUNA
100	Paño 172	Popouts	Baja	LN	NINGUNA
101	Paño 173	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
102	Paño 174	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
103	Paño 175	Descascaramiento, popouts	Alta	LN	NINGUNA
104	Paño 176	Descacaramiento Escala	Alta	LN	NINGUNA
105	Paño 177	Parche grande	Alta	LN	NINGUNA
106	Paño 179	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
107	Paño 180	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
108	Paño 181	Escala, popouts	Media	LN	NINGUNA
109	Paño 182	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
110	Paño 183	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
111	Paño 187	Grieta de esquina, desintegración	Media	LN	NINGUNA
112	Paño 188	Pulimiento, grietas de retracción	Alta	LN	NINGUNA
113	Paño 189	G. transversales, pulimiento	Alta	LN	NINGUNA

114	Paño 192	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
115	Paño 201	G. transversales, pulimiento	Alta	LN	NINGUNA
116	Paño 202	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
117	Paño 205	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
118	Paño 206	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
119	Paño 207	G. transversales	Media	LN	NINGUNA
120	Paño 208	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
121	Paño 209	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
122	Paño 210	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
123	Paño 212	Grietas de retracción	Baja	LN	NINGUNA
124	Paño 213	Desintegración	Media	LN	NINGUNA
125	Paño 214	Parche grande, descascamiento	alto	LN	NINGUNA
126	Paño 215	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
127	Paño 218	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
128	Paño 220	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
129	Paño 223	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
130	Paño 225	G. transversales, descascamiento	Alta	LN	NINGUNA
131	Paño 227	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
132	Paño 230	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
134	Paño 232	Grietas de retracción	Baja	LN	NINGUNA
135	Paño 233	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA
136	Paño 235	Grietas de retracción	Media	LN	NINGUNA
137	Paño 236	G. transversales	Alta	LN	NINGUNA

138	Paño 239	Grietas de durabilidad	Alta	LN	NINGUNA
139	Paño 241	Grietas de durabilidad	Alta	LN	NINGUNA
140	Paño 245	Punzonamiento, bombeo	Alta	LN	NINGUNA
141	Paño 246	Daño de sello de junta	alta	LN	NINGUNA
142	Paño 251	Punzonamiento, bombeo	Alta	LN	NINGUNA
143	Paño 252	Punzonamiento, bombeo	Alta	LN	NINGUNA
144	Paño 253	Losa dividida	Alta	LN	NINGUNA
145	Paño 254	Losa dividida, pulimiento	alta	LN	NINGUNA
146	Paño 258	Punzonamiento, bombeo	Alta	LV	NINGUNA

Nota: Elaboración propia

De acuerdo a los datos obtenidos, se caracterizará el porcentaje del área de afectación de cada paño. A continuación, se relacionarán los daños encontrados de acuerdo a severidades y cantidad de paños afectados.

- B: Severidad baja
- M: Severidad media
- A: Severidad alta

Grietas transversales (GT)

Tabla 18

cuadro de Afectación GT

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
0	11	58	0,00 %	15,94 %	84,06 %

Nota: Elaboración propia

Grietas longitudinales (GL)**Tabla 19***Cuadro de afectación GL*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
0	3	1	0,00 %	75,00 %	25,00 %

Nota: Elaboración propia**Grietas lineales(GS)****Tabla 20***Cuadro de afectación GS*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
2	0	1	66,67 %	0,00 %	33,33 %

Nota: Elaboración propia**Grietas de retracción (GR)****Tabla 21***Cuadro de afectación GR*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
2	8	1	18,18 %	87,13 %	9,09 %

Nota: Elaboración propia**Grietas de esquina (GE)****Tabla 22***Cuadro de afectación GE*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
8	6	3	47,06 %	63,35 %	17,65 %

Nota: Elaboración propia

Desintegración (DE)**Tabla 23***Cuadro de afectación DE*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN			Nota:
B	R	A	B	R	A	
0	10	2	0,00 %	83,33 %	16,67 %	

Elaboración propia

Descascaramiento de losa (DL)**Tabla 24***Cuadro de afectación DL*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN			Nota:
B	R	A	B	R	A	
3	2	4	33,33 %	31,58 %	44,44 %	

Elaboración propia

Parche grande (PG)**Tabla 25***Cuadro de afectación PG*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN			Nota:
B	R	A	B	R	A	
0	4	4	0,00 %	50,00 %	50,00 %	

Elaboración propia

Popouts (PO)**Tabla 26***Cuadro de afectación PO*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN			Nota:
B	R	A	B	R	A	
4	18	6	14,29 %	74,56 %	21,43 %	

Elaboración propia

Pulimiento(PU)**Tabla 27***Cuadro de afectación PU*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
0	1	3	0,00 %	25,00 %	75,00 %

Nota: Elaboración propia**Bombeo(BO)****Tabla 28***Cuadro de afectación BO*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
0	0	4	0,00 %	0,00 %	100,00 %

Nota: Elaboración propia**PUNZONAMIENTO (PZ)****Tabla 29***Cuadro de afectación PZ*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
0	0	4	0,00 %	0,00 %	100,00 %

Nota:

Elaboración propia

LOSA DIVIDIDA (LD)**Tabla 30***Cuadro de afectación LD*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
0	0	2	0,00 %	0,00 %	100,00 %

Nota: Elaboración propia

DAÑO DE SELLO DE JUNTA (DS)**Tabla 31***Cuadro de afectación DS*

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	R	A	B	R	A
0	0	1	0,00 %	0,00 %	100,00 %

Nota: Elaboración propia**4.1.3 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 3**

Para presentar la propuesta de solución de la estructura del pavimento en el tramo en estudio, para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela, hemos recolectado información del formato de inspección; las cuales contienen las patologías existentes en cada paño del pavimento, para la intervención de propuestas de solución. Los cuales detallamos a continuación:

Los resultados que se presentan se tomaron en forma estadística en cuadro de barras, determinando el porcentaje mayor del tipo de patología y la condición predominante de cada una de ellas al tener datos de cantidades.

Tabla 32*Porcentaje de severidad según el tipo de patología*

Tipos de patología	Severidad baja	Severidad media	Severidad alta
Grietas transversales (GT)		15,94 %	84,06 %
Grietas longitudinales (GL)		75 %	25 %
Grietas lineales (S)	66,67 %	0 %	33,33 %
Grietas de retracción (GR)	18,18 %	87,13 %	9,09 %
Grietas de esquina (GE)	47,06 %	63,35 %	17,65 %
Desintegración (DE)	0 %	83,33 %	16,67 %
Descascaramiento de Losa (DL)	33,33 %	31,58 %	44,44 %
Parque Grande (PG)	0 %	50 %	50 %
Popouts (PO)	14,29 %	74,56 %	21,43 %
Pulimiento (PU)		25 %	75 %
Bombeo (BO)			100 %
Punzonamiento (PZ)			100 %
Losa dividida (LD)			100 %
Daño de sello de junta (DS)			100 %

Nota: Elaboración propia

Una vez obtenidos los resultados, se procede a analizar los cuadros estadísticos de acuerdo al grado de severidad.

Figura 87

Porcentaje del tipo de patología según el grado de severidad baja



Nota: Elaboración propia

Al tener resultados de la condición de severidad baja, se considera el análisis, las que estén en proporción de 50 % a mayores rangos.

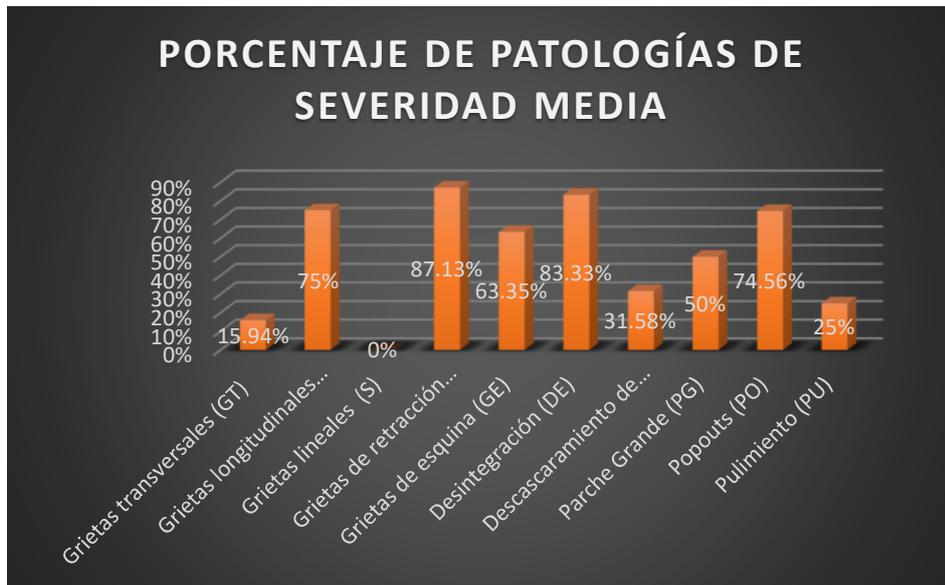
Seleccionamos en un cuadro ya con su respectivo análisis de cada patología.

El análisis consta de:

- tipificar la patología con una fotografía según el grado de severidad
- posibles causas de la patología
- evolución de la patología

Figura 88

Porcentaje del tipo de patología según el grado de severidad media

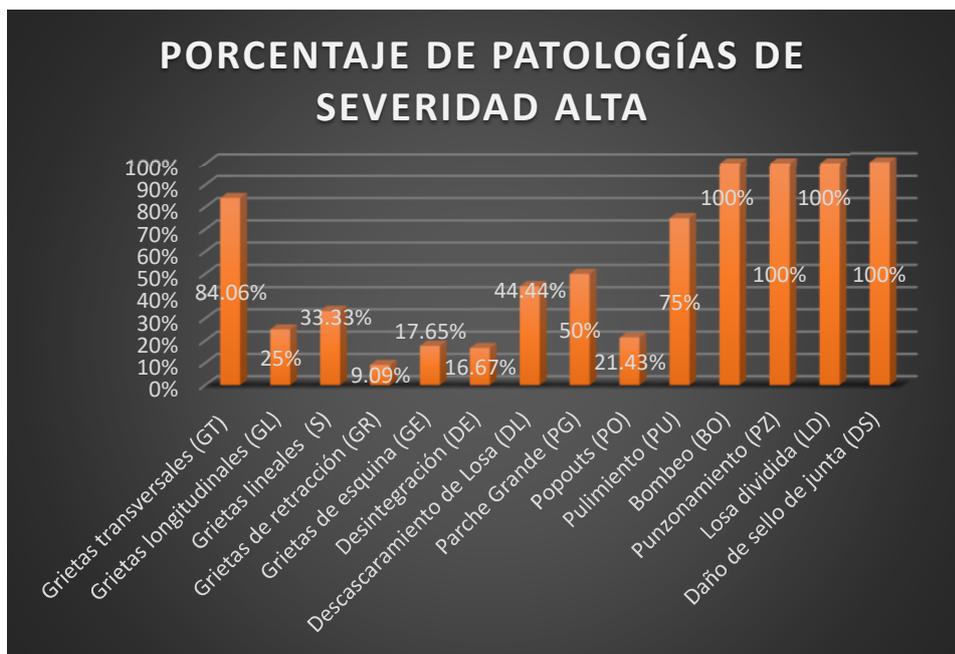


Nota: Elaboración propia

Al tener resultados de la condición de severidad media se considera de análisis las que estén en proporción de 50% a mayores rangos.

Figura 89

Porcentaje del tipo de patología según el grado de severidad alta



Nota: Elaboración propia

Al tener estos resultados, se considera de mayor afección a las que contengan la tipología de patología del 50 % o mayor de la condición de severidad alta.

La propuesta de solución a la estructura se recomendará de acuerdo al grado de severidad que sufre dicha estructura. A continuación, se describen las soluciones de intervención:

4.1.3.1 Mantenimiento rutinario

Su objetivo es evitar la destrucción gradual de una vía mediante acciones y reparaciones preventivas de protección física de la estructura básica y de su superficie de rodadura.

4.1.3.2 Mantenimiento periódico

El mantenimiento periódico es destinado primordialmente a recuperar los deterioros de la capa de rodadura ocasionados por el tránsito y por fenómenos climáticos; también, podrá contemplar la construcción de algunas obras de drenaje menores y de protección faltantes en la vía. Su objetivo es proteger la estructura básica y la superficie de las vías, mediante la ejecución de actividades extensivas periódicas, tales como tratamientos superficiales.

4.1.3.3 Mantenimiento diferido

Su objetivo es detener y restablecer las condiciones de transitabilidad de un pavimento, evitando que los deterioros no atendidos con oportunidad sean más graves e irreversibles.

4.1.3.4 Rehabilitación

Se requiere, previamente, efectuar trabajos de mantenimiento como tratamiento de fisuras, parchados, etc. en la estructura existente y posibles mejoramientos de drenaje. Su objetivo es establecer la capacidad estructural y la calidad original de la superficie de rodadura.

4.1.3.5 Reconstrucción

Las causas determinantes probables son una deficiente construcción o ausencia de mantenimiento adecuado. Su objetivo es restaurar los deterioros provocados por desatención o descuido prolongado de las vías, a fin de asegurar el normal funcionamiento de la vía al menor costo posible.

4.1.3.6 Reparaciones de emergencia

Son aquellas que se realizan cuando el camino está en mal estado o incluso intransitable, como consecuencia del descuido prolongado o de un desastre natural, por no disponerse de los recursos necesarios para reconstruirlo o rehabilitarlo, que es lo que correspondería hacer. Generalmente, las reparaciones de emergencia dejan el camino en estado regular.

4.1.3.7 Sello de fisura y grietas

El sello de fisuras y grietas se puede efectuar mediante la conformación, ubicación y clasificación de las fisuras, su limpieza y la aplicación de productos sellantes; ya sean bituminosos o hidráulicos en frío o en caliente, cuyas características y cantidades dependen de la abertura de los daños existentes.

4.1.3.8 Técnica de parcheo y bacheo

Para la ejecución de esta técnica de rehabilitación, es necesario realizar la intervención de las áreas localizadas, donde se presentan los daños relacionados con el deterioro estructural de la carpeta de rodadura, ya sean baches, descascaramiento, parches afectados, grietas en bloque, piel de cocodrilo, entre otros. Dicha intervención puede comprender la capa rígida o asfáltica del tramo vial, para lo cual sería la técnica del parcheo o podría comprender la capa granular en los determinados casos donde la severidad del deterioro permita evidenciar la presencia de estas capas granulares esta técnica se conoce como bacheo.

4.1.3.9 Reconstrucción de tipo rígido

Consiste en la colocación de un pavimento de concreto hidráulico sobre la superficie que quede expuesta después de remover el espesor de capas que el ingeniero estima debe ser retirado para garantizar el apoyo uniforme a las losas de concreto.

4.1.4 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 4

Teniendo como resultado nuestra interfaz del aplicativo móvil.

Figura 90

Modelo del aplicativo móvil



Nota: Elaboración propia

4.1.5 Resultado para lograr explicar el objetivo específico 5

Para evaluar el estado actual del pavimento rígido utilizando el PCI, para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela, hemos utilizado la metodología PCI. Lo cual se detalla a continuación.

Tabla 33*Tipo de mantenimiento del PCI de la Av Venezuela*

Vía	Clasificación PCI	Tipo de mantenimiento
AVENIDA VENEZUELA	68.00 Estado bueno	Mantenimiento rutinario

Nota: Elaboración propia

De la evaluación de la vía por la metodología del PCI, se estableció que la vía requiere de mantenimiento rutinario.

4.1.6 Prueba de hipótesis e inferencia estadística

Teniendo como resultado nuestra interfaz del aplicativo móvil, los resultados en esta sección se fundamentan en el orden de los objetivos e hipótesis, como se detalla a continuación.

4.1.6.1 Objetivo específico 1

Simplificar y clasificar las patologías del concreto de acuerdo a su origen en una ficha técnica, con su propuesta de solución, para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

Hipótesis específica 1 o hipótesis del investigador

Al seguir los lineamientos de la guía metodológica, simplificamos toda información que contenga cada patología, para dar propuestas preventivas y soluciones Av. Venezuela.

Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas

Para probar esta hipótesis, determinaremos la influencia y el grado de influencia que existe de la variable independiente (guía metodológica) sobre la variable dimensión 4, diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la variable dependiente

(diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos) a través de la prueba de hipótesis estadísticas y teniendo como instrumento de medida el cuestionario.

Hipótesis nula (H₀): No existe una influencia significativa de la guía metodológica en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

Hipótesis alterna H(a): Sí existe una influencia significativa de la guía metodológica en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

Consideraciones de la prueba

Para determinar si existe una influencia significativa de la variable independiente sobre la variable dependiente, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert; también, se realizó el análisis de correlación de Rho de Spearman (ver tabla 37), para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Decisión

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se compara el grado de significancia p resultado de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia $\alpha=0.05$, asumido como un riesgo del 5 %; de concluir que existe una relación entre las variables cuando no hay una relación real.

Por lo tanto:

Si $p < 0.05$; entonces, se rechaza H₀ y se acepta H_a.

Si $p > 0.05$; entonces, no se rechaza H₀.

Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

Se procedió a realizar el cálculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS, versión 25.

Tabla 34

*Tabla cruzada guía metodológica*Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos*

Recuento		Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos			
		Bajo	Medio	Alto	Total
Guía Metodológica	Bajo	3	4	1	8
	Medio	3	3	3	9
	Alto	0	2	9	11
Total		6	9	13	28

Nota: Elaboración propia

Una vez realizada la baremación de la escala de Likert a los tres niveles (alto, medio y bajo), para su mejor análisis, se observa en la tabla cruzada que hay mejores incidencias entre los mismos niveles, que se encuentran en la diagonal y poca incidencia entre los niveles más opuestos; lo que nos indica que existe una relación entre ambas variables. El resultado de la prueba chi cuadrado nos indicará si es significativa o no dicha relación.

Tabla 35

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,665 ^a	4	,031
Razón de verosimilitud	13,068	4	,011
Asociación lineal por lineal	8,804	1	,003
N de casos válidos	28		

a. 8 casillas (88,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,71.

Nota: Elaboración propia

Tabla 36*Medidas simétricas*

		Medidas simétricas			
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,571	,118	3,547	,002 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,591	,121	3,738	,001 ^c
N de casos válidos		28			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Nota: Elaboración propia

De los resultados de la prueba Chi cuadrado de Pearson, vemos que el p valor sig = 0.031 es menor al nivel de significancia de 0.05 ($0.031 < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador (H_a).

De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.591; la cual indica, según la tabla 37, que el grado de relación de las dos variables es positivo, considerable.

Conclusión

De los resultados obtenidos de la prueba Chi cuadrado y Rho de Spearman, podemos concluir estadísticamente, con un nivel de significancia del 5 %, que sí existe una influencia significativa directa y positivamente considerable de la guía metodológica en el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos; esto es, se puede evidenciar que, al seguir los lineamientos de la guía metodológica, simplificamos toda información que contenga cada patología para dar propuestas preventivas y soluciones avenida Venezuela.

4.1.6.2 Objetivo específico 2

Realizar exploraciones de campo para la identificación de patologías del concreto en pavimentos rígidos, para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

Hipótesis específica 2 o hipótesis del investigador

Las exploraciones de campo mejoran el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas

Para probar esta hipótesis, determinaremos la influencia y el grado de influencia que existe de la dimensión 3, gestión de calidad de la variable independiente (guía metodológica) sobre la variable dimensión 4, diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la variable dependiente (diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos), a través de la prueba de hipótesis estadísticas y teniendo como instrumento de medida el cuestionario.

Hipótesis nula (H₀): No existe una influencia significativa de la gestión de calidad de la guía metodológica en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

Hipótesis alterna (H_a): Sí existe una influencia significativa de la gestión de calidad de la guía metodológica en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

Consideraciones de la prueba

Para determinar si existe una influencia significativa de la variable independiente sobre la variable dependiente, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales, en la escala de Likert; también, se

realizó el análisis de correlación de Rho de Spearman (ver tabla 37), para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Tabla 37

Grado de relación según el coeficiente de correlación de Rho de Spearman

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0	No existe correlación
+0.01 a +0.10	Correlación positiva débil
+0.11 a +0.50	Correlación positiva media
+0.51 a +0.75	Correlación positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlación positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlación positiva perfecta

Nota: Elaboración propia

Decisión

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se compara el grado de significancia p resultado de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia $\alpha=0.05$ asumido como un riesgo del 5 % de concluir que existe una relación entre las variables cuando no hay una relación real.

Por tanto:

Si $p < 0.05$; entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Si $p > 0.05$; entonces, no se rechaza H_0 .

Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

Se procedió a realizar el cálculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS, versión 25.

Tabla 38

*Tabla cruzada de gestión de calidad *diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos*

Recuento		Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos			Total
		Bajo	Medio	Alto	
Gestión de la Caridad	Bajo	6	2	1	9
	Medio	0	5	3	8
	Alto	0	2	9	11
Total		6	9	13	28

Nota: Elaboración propia

Una vez realizada la baremación de la escala de Likert a los tres niveles (alto, medio y bajo) para su mejor análisis. Se observa en la tabla cruzada que hay mejores incidencias entre los mismos niveles que se encuentran en la diagonal y poca incidencia entre los niveles más opuestos; lo que nos indica que existe una relación entre ambas variables. El resultado de la prueba chi cuadrado nos indicará si es significativa o no dicha relación.

Tabla 39

Pruebas de chi-cuadrado

	Pruebas de Chi-cuadrado		
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	21,425 ^a	4	,000
Razón de verosimilitud	22,571	4	,000
Asociación lineal por lineal	14,366	1	,000
N de casos válidos	28		

a. 8 casillas (88,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,71.

Nota: Elaboración propia

Tabla 40*Medidas simétricas*

Medidas simétricas					
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,729	,106	5,437	,000 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,711	,118	5,158	,000 ^c
N de casos válidos		28			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Nota: Elaboración propia

De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson, vemos que el p valor sig = 0.000 es menor al nivel de significancia de 0.05 ($0.000 < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador H_a .

De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.711; lo cual indica, según la tabla 37, que el grado de la relación de las dos variables es positiva considerable.

Conclusión

De los resultados obtenidos de la prueba Chi cuadrado y Rho de Spearman, podemos concluir estadísticamente, con un nivel de significancia del 5 %, que sí existe una influencia significativa directa y positivamente considerable de la gestión de la calidad en el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos; esto es, se puede evidenciar que las exploraciones de campo mejoran de manera significativa el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

4.1.6.3 Objetivo específico 3

Presentar la propuesta de solución de la estructura del pavimento en el tramo en estudio para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

Hipótesis específica 3 o hipótesis del investigador

Al determinar las principales causas que ocasionan patologías en pavimentos rígidos, se previenen futuros daños en la Av. Venezuela.

Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas:

Para probar esta hipótesis, determinaremos la influencia y el grado de influencia que existe de la variable independiente (guía metodológica) sobre la variable dimensión 5 gestión del riesgo del proyecto de la variable dependiente (diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos) a través de la prueba de hipótesis estadísticas y teniendo como instrumento de medida el cuestionario.

Hipótesis nula (H₀): No existe una influencia significativa de la guía metodológica en la gestión del riesgo del proyecto de la avenida Venezuela.

Hipótesis alterna (H_a): Sí existe una influencia significativa de la guía metodológica en la gestión del riesgo del proyecto de la avenida Venezuela.

Consideraciones de la prueba

Para determinar si existe una influencia significativa de la variable independiente sobre la variable dependiente, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert; también, se realizó el análisis de correlación de Rho de Spearman (ver tabla 37) para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Decisión

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparó el grado de significancia p resultado de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia $\alpha=0.05$, asumido como un riesgo del 5 % de concluir, que existe una relación entre las variables cuando no hay una relación real.

Por lo tanto:

Si $p < 0.05$; entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Si $p > 0.05$; entonces, no se rechaza H_0 .

Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

Se procedió a realizar el cálculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS, versión 25.

Tabla 41

*Tabla cruzada guía metodológica*gestión del riesgo del proyecto*

Tabla cruzada guía metodológica*gestión del riesgo del proyecto					
Recuento		Gestión del Riesgo del Proyecto			Total
		Bajo	Medio	Alto	
Guía Metodológica	Bajo	4	4	0	8
	Medio	2	7	0	9
	Alto	0	6	5	11
Total		6	17	5	28

Nota: Elaboración propia

Una vez realizada la baremación de la escala de Likert a los tres niveles (alto, medio y bajo), para su mejor análisis, se observa en la tabla cruzada que hay mejores incidencias entre los mismos niveles que se encuentran en la diagonal y poca incidencia entre los niveles más opuestos; lo que nos indica que existe una relación entre ambas variables. El resultado de la prueba chi cuadrado nos indicará si es significativa o no dicha relación.

Tabla 42*Pruebas de chi-cuadrado*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,786 ^a	4	,008
Razón de verosimilitud	16,895	4	,002
Asociación lineal por lineal	10,935	1	,001
N de casos válidos	28		

a. 7 casillas (77,8 %) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,43.

Nota: Elaboración propia

Tabla 43*Medidas simétricas*

Medidas simétricas					
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,636	,093	4,207	,000 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,642	,092	4,267	,000 ^c
N de casos válidos		28			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Nota: Elaboración propia

De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson, vemos que el p valor sig = 0.008 es menor al nivel de significancia de 0.05 ($0.008 < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis del investigador (H_a).

De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.642, la cual indica según la tabla 37, que el grado de la relación de las dos variables es positiva considerable.

Conclusión

De los resultados obtenidos de la prueba Chi cuadrado y Rho de Spearman, podemos concluir estadísticamente, con un nivel de significancia del 5 %, que sí existe una influencia significativa directa y positivamente considerable de la guía metodológica en la gestión de riesgo del proyecto; esto es, se puede evidenciar que, al determinar las principales causas que ocasionan patologías en pavimentos rígidos, se previenen de manera significativa futuros daños en la avenida Venezuela.

4.1.6.4 Objetivo específico 4

Creación de la propuesta de una guía metodológica que contenga un aplicativo móvil para mejorar el diagnóstico de las patologías del concreto de la Av. Venezuela.

Hipótesis específica 4 o hipótesis del investigador

Al integrar la guía metodológica en un aplicativo móvil, su uso se hace más versátil para el diagnóstico de patologías en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas

Para probar esta hipótesis, determinaremos la influencia y el grado de influencia que existe de la variable independiente (guía metodológica) sobre la variable dimensión 6 gestión de la integración de un aplicativo móvil de la variable dependiente (diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos) a través de la prueba de hipótesis estadísticas y teniendo como instrumento de medida el cuestionario.

Hipótesis nula (H₀): No existe una influencia significativa de la guía metodológica en la gestión de la integración de un aplicativo móvil de la avenida Venezuela.

Hipótesis alterna (H_a): Sí existe una influencia significativa de la guía metodológica en la gestión de la integración de un aplicativo móvil de la avenida Venezuela.

Consideraciones de la prueba

Para determinar si existe una influencia significativa de la variable independiente sobre la variable dependiente, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert; también, se realizó el análisis de correlación de Rho de Spearman (ver tabla 37) para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Decisión

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparó el grado de significancia p resultado de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia $\alpha=0.05$, asumido como un riesgo del 5 % de concluir, que existe una relación entre las variables cuando no hay una relación real.

Por lo tanto:

Si $p < 0.05$; entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Si $p > 0.05$; entonces, no se rechaza H_0 .

Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

Se procedió a realizar el cálculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS, versión 25.

Tabla 44

*Tabla cruzada guía metodológica*gestión de la integración de un App móvil*

Tabla cruzada Guía Metodológica*Gestión de la Integración de un App Móvil					
Móvil					
Recuento					
		Gestión de la Integración de un App Móvil			
		Bajo	Medio	Alto	Total
Guía Metodológica	Bajo	7	1	0	8
	Medio	3	1	5	9
	Alto	1	4	6	11
Total		11	6	11	28

Nota: Elaboración propia

Una vez realizada la baremación de la escala de Likert a los tres niveles (alto, medio y bajo), para su mejor análisis, se observa en la tabla cruzada que hay mejores incidencias entre los mismos niveles que se encuentran en la diagonal y poca incidencia entre los niveles más opuestos; lo que nos indica que existe una relación entre ambas variables. El resultado de la prueba chi cuadrado nos indicará si es significativa o no dicha relación.

Tabla 45

Pruebas de chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	13,659 ^a	4	,008
Razón de verosimilitud	16,540	4	,002
Asociación lineal por lineal	9,461	1	,002
N de casos válidos	28		

a. 9 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,71.

Nota: Elaboración propia

Tabla 46*Medidas simétricas*

		Medidas simétricas			
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,592	,115	3,745	,001 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,581	,128	3,639	,001 ^c
N de casos válidos		28			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Nota: Elaboración propia

De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson, vemos que el p valor sig = 0.008 es menor al nivel de significancia, de 0.05 ($0.008 < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis del investigador (H_a).

De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.581; el cual indica, según la tabla 37, que el grado de la relación de las dos variables es positiva considerable.

Conclusión

De los resultados obtenidos de la prueba Chi cuadrado y Rho de Spearman, podemos concluir estadísticamente, con un nivel de significancia del 5 %, que sí existe una influencia significativa directa y positivamente considerable de la guía metodológica en la gestión de la integración de un aplicativo móvil; esto es, se puede evidenciar que, al integrar la guía metodológica en un aplicativo móvil, su uso se hace significativamente más versátil para el diagnóstico de patologías en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

4.1.6.5 Objetivo específico 5

Evaluar el estado actual del pavimento rígido utilizando el PCI para el mejor diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos de la Av. Venezuela.

Hipótesis específica 5 o hipótesis del investigador

Evaluar los estados del pavimento mediante el PCI nos permite tener un mejor panorama para una eficiente creación de la propuesta de la guía metodológica en la Av. Venezuela.

Planteamiento de las pruebas de hipótesis estadísticas

Para probar esta hipótesis, determinamos la influencia y el grado de influencia que existe de la dimensión 2, alcance del cronograma del proyecto de la variable independiente (guía metodológica) sobre la variable dimensión 4, diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la variable dependiente (diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos) a través de la prueba de hipótesis estadísticas y teniendo como instrumento de medida el cuestionario.

Hipótesis nula (H₀): No existe una influencia significativa del alcance del cronograma del proyecto de la guía metodológica en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

Hipótesis Alternativa (H_a): Sí existe una influencia significativa del alcance del cronograma del proyecto de la guía metodológica en el diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos de la avenida Venezuela.

Consideraciones de la prueba

Para determinar si existe una influencia significativa de la variable independiente sobre la variable dependiente, se utilizó la prueba no paramétrica de Chi Cuadrado de Pearson, debido a que las variables son categóricas ordinales en la escala de Likert; también, se realizó

el análisis de correlación de Rho de Spearman (ver tabla 37) para medir la dirección y el grado de la fuerza de la relación.

Decisión

Para aceptar o rechazar la hipótesis nula, se comparó el grado de significancia p resultado de la prueba Chi Cuadrado y el nivel de significancia $\alpha=0.05$ asumido, con un riesgo del 5 % de concluir, que existe una relación entre las variables cuando no hay una relación real.

Por lo tanto:

Si $p < 0.05$; entonces, se rechaza H_0 y se acepta H_a .

Si $p > 0.05$; entonces, no se rechaza H_0 .

Resultados de la prueba Chi-Cuadrado de Pearson

Se procedió a realizar el cálculo de la prueba Chi Cuadrado de Pearson a través de las tablas cruzadas o de contingencia en el programa estadístico SPSS, versión 25.

Tabla 47

*Tabla cruzada alcance del cronograma del proyecto*Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos*

Tabla cruzada Alcance del cronograma del proyecto*Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos

Recuento		Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos			
		Bajo	Medio	Alto	Total
Alcance del cronograma del proyecto	Bajo	3	4	0	7
	Medio	3	3	4	10
	Alto	0	2	9	11
Total		6	9	13	28

Nota: Elaboración propia

Una vez realizada la baremación de la escala de Likert a los tres niveles (alto, medio y bajo) para su mejor análisis, se observa en la tabla cruzada que hay mejores incidencias entre los mismos niveles que se encuentran en la diagonal y poca incidencia entre los niveles

más opuestos; lo que nos indica que existe una relación entre ambas variables. El resultado de la prueba Chi cuadrado nos indicará si es significativa o no dicha relación.

Tabla 48

Pruebas de Chi-cuadrado

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	12,549 ^a	4	,014
Razón de verosimilitud	17,094	4	,002
Asociación lineal por lineal	10,867	1	,001
N de casos válidos	28		

a. 8 casillas (88,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,50.

Nota: Elaboración propia

Tabla 49

Medidas simétricas

Medidas simétricas					
		Valor	Error estándar asintótico ^a	T aproximada ^b	Significación aproximada
Intervalo por intervalo	R de Pearson	,634	,091	4,185	,000 ^c
Ordinal por ordinal	Correlación de Spearman	,652	,093	4,385	,000 ^c
N de casos válidos		28			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

c. Se basa en aproximación normal.

Nota: Elaboración propia

De los resultados de la prueba chi cuadrado de Pearson, vemos que el p valor sig = 0.014 es menor al nivel de significancia de 0.05 ($0.014 < 0.05$); por tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis del investigador (H_a).

De los resultados de las correlaciones de la prueba de Rho de Spearman, vemos que el coeficiente de correlación es igual a +0.652; lo cual indica, según la tabla 37, que el grado de la relación de las dos variables es positiva considerable.

Conclusión

De los resultados obtenidos de la prueba Chi cuadrado y Rho de Spearman, podemos concluir estadísticamente, con un nivel de significancia del 5 %, en que sí existe una influencia significativa directa y positivamente considerable del cronograma del proyecto de la guía metodológica en el diagnóstico de las patologías de concreto en pavimentos rígidos; esto es, se puede evidenciar que evaluar los estados del pavimento mediante PCI permite, de manera significativa, tener un mejor panorama para una eficiente creación de la propuesta de la guía metodológica en la avenida Venezuela.

4.2 Discusión de resultados

En la tesis titulada *Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y medidas de conservación. Caso de estudio: Carrera 1ra del barrio Bocagrande*, se **concluyó** en que el pavimento de la avenida El Malecón obtuvo un valor de PCI= 44.4 %, dentro de la escala de clasificación establecida en la norma ASTM D-6433 07, corresponde a un estado “Regular”. De las losas estudiadas, el 65 % presentó un estado “Regular”, un 25 % “Malo” y un 10 % “Bueno”. Las unidades de muestreo con un estado más desfavorable (“Malo”) son 1, 4, 6, 8 y 9, con valores de PCI iguales al 32 %, 30 %, 37 %, 32 % y 36 %, respectivamente; mientras que las unidades en mejores condiciones (“Bueno”) son 17 y 20, con un PCI de 56 % y 63.02 %, respectivamente. En caso nuestro, al aplicar la metodología del PCI como fuente para el diagnóstico de patologías en pavimentos rígidos, apoyado de la norma ASTM-D6433 en el tramo de estudio, se encuentra que, en la ciudad de Ayacucho – provincia de Huamanga y distrito de San Juan Bautista, se realizó la evaluación y el análisis, donde se obtuvo como resultado el pavimento rígido, usando como sustento la norma en todo momento, del cual se obtuvo como resultado de la unidad de muestreo C1, RESULTANDO

68,00, que representa un pavimento en estado BUENO, siendo considerado como un predictor confiable la metodología del PCI. Con este resultado obtenido, se considera que se tiene que realizar un mantenimiento preventivo, con la finalidad de prevalecer el tiempo de servicialidad para el cual estaba proyectado dicha estructura. Este resultado investigativo se considera referencial, pues se desarrolló una guía metodológica para realizar el mismo análisis de una forma que consideramos más práctica y eficiente.

En la tesis **titulada** *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el índice de condición del pavimento (PCI)*, se obtuvo como **conclusión** lo siguiente: que, primeramente, se propone una metodología para la aplicación del método de evaluación Índice de Condición del Pavimento (PCI), aplicada al tramo objeto de estudio, que obtuvo una calificación de REGULAR al evaluar el estado técnico del pavimento. Con esta evaluación, conjuntamente con el análisis efectuado durante la inspección visual, se concluye en que el pavimento no presenta señales de agotamiento de la capacidad estructural. Esta evaluación es una alerta para el Centro Provincial de Vialidad y sugiere un estudio de soluciones para su intervención superficial en corto plazo.

Durante la inspección visual realizada al pavimento en el tramo objeto de estudio, se detectaron diferentes deterioros, los cuales se identificaron por su tipo, cantidad y severidad. Los más frecuentes fueron las grietas longitudinales y transversales, el agrietamiento en bloques, el parcheo y desprendimiento de agregados, lo que representa un 66 % de los daños levantados. No existe ninguna unidad muestreada en condición de excelente. La evaluación que se obtiene, con la aplicación del PCI, en el tramo objeto de estudio, corresponde con la evaluación visual de especialistas; por tanto, dada la ausencia de equipos de auscultación en la provincia, el Centro Provincial de Vialidad debe valorar la posibilidad de la implementación de este método, para lograr que los intendentes realicen las evaluaciones con mayor uniformidad y calidad y propuestas de intervención más efectivas y económicas. En la presente tesis estudiada, se muestra una técnica implementada, con su manual respectivo de toma de datos *IN SITU*; la cual permite tener mayor calidad en la obtención de datos en campo, consecuentemente, teniendo mejores resultados. En caso nuestro, al utilizar una guía

metodológica para la identificación de patologías en pavimentos rígidos, en el cual se considera la cantidad total y el grado de severidad exacta; evidentemente, se obtienen datos más exactos, pues no considera una muestra; además de ello, considera la propuesta de integrar la guía metodológica dentro de un aplicativo móvil, convirtiéndose en una herramienta muy práctica y eficaz; pues, el teléfono móvil es un elemento de uso muy personal y el análisis estadístico lo confirma; sintetiza gran cantidad de información como la base de datos de la guía metodológica, que está en una ficha técnica de cada una de las patologías, convirtiéndolo en un elemento de consulta práctico para su uso y desarrollo, obteniendo como resultados el tener menos probabilidad de errores en el momento de la inspección visual, convirtiéndose así en una propuesta confiable.

Las propuestas de automatización de procesos, cada vez, son más comunes y el proceso de ir adaptándonos se convierte en una decisión inteligente; pues, se tiene los resultados de forma más rápida y con menos errores, lo que nos lleva a darle más importancia a los procesos donde únicamente el límite de la intervención humana sea posible; en este caso, sería la observación (contar la cantidad de patologías, analizar la severidad y el detalle de cada una de ellas), apoyándonos en la base de datos y realizando la operación en la guía metodológica que estaría integrada en el aplicativo móvil.

4.2.1 Análisis de los resultados del PCI y la guía metodológica elaborada

RANGOS DE CALIFICACION DEL 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

ESCALA DE VALORACIÓN		
10	972-1080	FALLO
9	864-971	MUY MALO
8	756-863	MALO
7	648-755	INSATISFACTORIA
6	540-647	LIMITADA
5	432-539	REGULAR
4	324-431	EFICIENTE
3	216-323	BUENO
2	108-215	MUY BUENO
1	0-108	EXCELENTE

Al realizar la comparación de resultados de la metodología conocida como índice de condición de pavimentos (PCI) con los resultados de la guía metodológica elaborada en la

presente tesis, se demuestra que el resultado tanto de la guía metodológica como la del índice de condición de pavimento (PCI) se encuentran en un mismo rango de evaluación, comprobando así que la elaboración de la guía metodológica es confiable para análisis posteriores, ya que nos da resultados más detallados y precisos a comparación de la otra metodología (PCI).

CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio patológico en la Av. Venezuela, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se formuló una guía metodológica como sistema de mejora, donde se verificó que se incrementa la probabilidad de éxitos en nuestro proyecto, para el diagnóstico de las patologías. En nuestro caso, luego de realizar los respectivos estudios, la implementación de esta guía metodológica reduce los riesgos negativos que pudieran ocasionar sobre costos elevados en los mantenimientos de estas estructuras, ya que la intervención oportuna para el diagnóstico de las patologías será eficaz.
2. Se simplificó y clasificó las patologías del concreto de acuerdo a su origen en una ficha técnica con una considerable relación positiva y significativa, para el sistema de mejora del mantenimiento y permitir la eficiencia en relación al mejor diagnóstico de las patologías para prevenir de manera significativa futuros daños.
3. Se realizaron exploraciones en campo para la identificación de las patologías del concreto de pavimentos rígidos, utilizando la guía metodológica diseñada y la metodología del PCI como referencia.
4. Se logró presentar una propuesta de solución de la estructura del pavimento, puesto que los resultados obtenidos aplicando la guía metodológica desarrollada arroja un estado eficiente de la estructura, procediéndose así a realizar una oportuna intervención en dicha estructura.
5. Componer una propuesta de creación de un aplicativo móvil que contenga la guía metodológica es esencial para nuestro proyecto, ya que garantiza un seguimiento eficaz de inicio a fin de la estructura, el cual permite llevar un mejor control en el diagnóstico de la patología, ya que su uso tecnológico dará resultados precisos y rápidos.
6. Evaluar el estado actual del pavimento rígido de la Av. Venezuela, utilizando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI), nos muestra que el estado

actual en que se encuentra el pavimento, tomando en cuenta la norma ASTM-D6433 en todo momento, arroja un mejor resultado de efectividad para su mantenimiento; así, nuestro resultado es desde la unidad de muestra C1, resultando 68,00, que representa un pavimento en estado BUENO.

7. Del análisis de los resultados obtenidos de la prueba Chi cuadrado y Rho de Spearman, podemos concluir estadísticamente, con un nivel de significancia del 5 %, que sí existe una influencia significativa directa y positivamente considerable de la gestión de la calidad en el diagnóstico de las patologías, en la gestión de riesgo del proyecto, en la gestión de integración de un aplicativo móvil. Esto se puede evidenciar en las exploraciones de campo, al determinar las principales causas que ocasionan patologías en pavimentos rígidos, se previenen de manera significativa futuros daños; asimismo, al integrar la guía metodológica en un aplicativo móvil, su uso se hace significativamente más versátil.
8. La elaboración de la presente guía metodológica tiene un aporte muy importante para el diagnóstico de patologías en pavimentos rígidos, ya que los resultados que se obtienen son más precisos, detallados y en menor tiempo.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el mantenimiento periódico de la estructura; ya que, de esta manera, se tendrán bien identificados los deterioros o patologías existentes; los mismos se podrán controlar mediante intervención oportuna, pudiendo retribuir y corregir los daños de la estructura a futuro.
2. Es recomendable hacer viable el uso de un aplicativo móvil; ya que, con esta herramienta, el diagnóstico de las patologías *in situ* será más eficiente, puesto que los resultados obtenidos con este aplicativo serán inmediatos, ahorrándonos tiempo para la intervención inmediata en la estructura.
3. Es recomendable realizar la evaluación frecuente de las vías, detectando así el grado de severidad de los deterioros, con la finalidad de implementar acciones correctivas o reparaciones técnicas adecuadas; mejorando, de esta manera, la vida útil de la estructura del pavimento.
4. Se recomienda que la información obtenida en la presente investigación sirva de referencia o modelo para el diagnóstico correcto de patologías en pavimentos rígidos.
5. Se recomienda realizar monitoreos de las fallas patológicas en periodos cortos de tiempo, para evaluar los daños existentes y el incremento de otros tipos de patología.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Díaz, G. A. (2019). *Patologías del pavimento de la Calle 35/Av. Catama hasta el punto de intersección de la Carrera 32 con Calle 38 del Municipio de Villavicencio - Meta*. Villavicencio.
- Berrios, Llarela y Buxarrais, M. R. (2001). *Valores y tecnologías de la información y comunicación*. Bogotá.
- Choquecahuana Guerrero, E. (2017). *Determinación y evaluación del nivel de incidencia de las patologías del pavimento rígido del Jr San Martín, Jr Chiclayo, Calle 22 de Agosto, Jr OCaña y Ruta 2.ª provincia de Huancabamba, departamento de Piura*.
- Contreras, C. (2014). *Evaluación, diagnóstico patológico y propuesta de intervención del Puente Romero Aguirre*. Cartagena.
- Cote Sosa, G. y Villalba Oyola, L. (2017). *Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de Indias y Medidas de Conservación. Caso de Estudio: Carrera 1ra del Barrio Bocagrande*. Cartagena.
- Del Águila Ramírez, B. E. (2017). *Evaluación patológica del pavimento rígido de la calle Brasil 8 a 12 y Técnicas de Reparación*. Iquitos.
- Díaz Barreiro, P. (2014). *Protocolo para los estudios de patología de la construcción en edificaciones de concreto reforzado en Colombia*. Bogotá.
- Francica Naranjo, Germán. (1988). *Modelo de simulación en muestreo. Chia - Colombia*. Chia : s.n., 1998. 9581201734.
- G. Schiffman, León y Lazar Kanuk, Leslie. (2010). *Comportamiento del consumidor* . Nueva York.
- Gallo López, W. M. (2006). *Inspecciones técnicas de seguridad estructural en edificaciones de concreto armado*. Piura : Repositorio Pirhua.

- González-Fernández, H. (2018). *Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante. El índice de condición del pavimento (PCI)*. Santiago de Cuba: Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, 27 de junio del 2018.
- Granda Hinojosa, C. G. (2019). *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial, tramo Chaupimarca-Yanacancha - Pasco 2018*. Pasco.
- Guía de patologías Constructivas, Estructurales y no estructurales*. (2004). Colombia.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Interamericana Editores, S.A. 9786071502919.
- Hillón Sarmiento, A., López Guamantín, V. H. y Ortega Moreno, Á. (2017). *Estudio patológico del pavimento rígido paso nacional por Ipiales Carretera Guachucal- Ipiales PR 21+800 – PR23 +800. CARRERA 7 ENTRE CALLES 24 Y 34 IPIALES (NARIÑO)*. San Juan de Pasto-Colombia.
- Jaregui Solano, B. (2014). *Evaluación del estado actual del pavimento rígido*. Jaén-Cajamarca.
- Khazanivich, Yu. (2001). *Modeling of jointed plain concrete pavement fatigue crack in pavespec 3.0*. Guatemala.
- López Huamán, C. A. (2014). *Determinación y evaluación de las patologías en el concreto de pavimentos rígidos en ciencia de los materiales*. Ayacucho.
- Mendoza Ipanaque, Hipólito. (2014). *Definición y Evaluación de las Patologías del concreto de las Veredas de la Av. Lima Comprendida entre las Cuadras I y V, del Distrito de la Unión, Provincia y Departamento de Piura, para determinar su posible rehabilitación*. Piura.
- Ñaupas, P. H. (2013). *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis*. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Santana Trujillo, A. S. y Cuesta Rojas, J. (2019). *Determinación de patologías en losas de concreto hidráulico en la calle 4d entre carreras 22 a la 26a barrio la Alborada*. Villavicencio.

Rovoste Ríos, J. A. (2014). *Análisis estadístico de fallas en pavimentos rígidos aplicado en tres calles de la ciudad de Valdivia*. Valdivia-Chile.

Sánchez de Guzmán, D. (2002). *Durabilidad y patología del concreto*. Bogotá.

Valera Vásquez, L. R. (2002). *Pavement Condition index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Manizales.

ANEXO

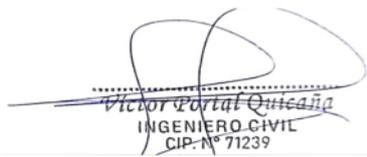
Anexo 1: Informe de validación de expertos

• **Validador experto número 1**

Proyecto de investigación titulado " PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022"						
Nombre del instrumento motivo de la evaluación	Cuestionario, sobre propuesta de una guía metodológica para la mejora del diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos de la Avenida Venezuela – Ayacucho 2022					
Autor del Instrumento	Bach. Daniela Albites Villalobos Bach. María Antonieta Gutierrez Vargas					
Población	28 ingenieros civiles.					
Indicaciones	El puntaje para cada respuesta del 1 al 5 de las cuales 5 es que se encuentra muy bien y 1 que es insuficiente el nivel de pregunta.					
DIMENSIÓN	ÍTEMS	SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	IMPORTANCIA	OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
Dimensión 1	1. Plantear el alcance de información.					
	1.1. ¿Usted cree que se debería realizar una organización de la base teórica?	5	5	5	5	_____
	1.2. ¿Cree usted que la clasificación de la información en una ficha técnica mejora el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?		5	5	5	_____
	1.3. ¿Cree usted que la recopilación de base teórica ayudaría a integrar conocimientos de las patologías del concreto ?		4	5	5	_____
	1.4. ¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?		5	5	5	_____
Dimensión 2	2. Planear Gestión del tiempo del proyecto					
	2.1. ¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?	5	5	5	5	_____
	2.2. ¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?		5	5	5	_____

Dimensión 3	3. Gestión de la calidad						
	Gestion de la calidad	3.1. ¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios ?	5	5	5	4	_____
		3.2. ¿Usted cree que la gestión de calidad aseguraría la durabilidad de los pavimentos rígidos ?		5	5	4	_____
		3.3. ¿Usted cree que la integración de una guía metodológica mejoraría la inspección en campo?		5	5	5	_____
		3.4. ¿Cree usted que la integración de la guía metodológica se consideraría parte de la gestión de calidad ?		5	5	4	_____
Dimensión 4	4. Plantear el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos.						
	Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos.	4.1. ¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daños el los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología ?	5	5	4	5	_____
		4.2. ¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?		4	5	5	_____
		4.3. ¿Cree usted cree que se debería hacer una inspección a las fallas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?		5	5	5	_____
		4.4. ¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para evaluación de pavimentos?		4	5	5	_____
		4.5. ¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran, influyen en la calidad de los pavimentos?		5	5	5	_____

Dimensión 5 Gestión del riesgo del proyecto.	5. Gestión del riesgo del proyecto..					
	5.1. ¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?	5	5	5	4	_____
	5.2. ¿Usted cree que la planificación de la respuesta de los riesgos es imprescindible para evitarlos y/o evaluarlos ?		5	5	5	_____
	5.3. ¿Cree usted que es necesario una planificación de riesgos para intervención de pavimentos de concreto?		5	4	5	_____
	5.4. ¿Cree usted que es indispensable monitorear los riesgos en la intervención de los pavimentos rígidos ?		5	5	5	_____
Dimensión 6	6. Gestión de la integración de un aplicativo móvil					
Gestión de la integración de un aplicativo móvil	6.1. ¿Cree usted que la integración de un aplicativo móvil hace mas eficiente y eficaz el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos ?	5	5	5	5	_____
	6.2. ¿Usted cree que el diseño del aplicativo móvil tendría que ser práctica para su uso y desarrollo?		5	5	5	_____
	6.3. ¿Cree usted que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos ?		5	5	5	_____

Firma del validador experto.	 Victor Portal Quicaña INGENIERO CIVIL CIP. N° 71239
Apellidos y Nombres	PORTAL QUICAÑA VICTOR
D.N.I	28315382

El presente cuadro es parte de un proyecto de investigación titulado " PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022"	
CUADRO DE VALIDACIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS	
Tipo de Validador	Interno () Externo <input checked="" type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres	Victor Víctor Quicaño Wilson
Sexo	Masculino <input checked="" type="checkbox"/> Femenino ()
Profesión	Ingeniero Civil
Grado Académico	Licenciado () Magister () Doctor ()
Años de Experiencia laboral.	5-10 () 11-15 () 16-20 <input checked="" type="checkbox"/> 21 a más años ()
SOLO PARA VALIDADO EXTERNO :	
Organización Donde Labora	INGEOTECNO
Cargo Actual	Gerente Técnico
Área de especialización	Geotecnia
Número de teléfono de contacto.	961372637
Correo electrónico	ingetecno.vp@talq.com.ve
FIRMA DEL VALIDADOR EXPERTO	 Victor Víctor Quicaño INGENIERO CIVIL CIP-N° 71239
D.N.I.	2836502
CIP	71239

• **Validador experto número 2**

Proyecto de investigación titulado " PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022"						
Nombre del instrumento motivo de la evaluación	Cuestionario, sobre propuesta de una guía metodológica para la mejora del diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos de la Avenida Venezuela – Ayacucho 2022					
Autor del Instrumento	Bach. Daniela Albites Villalobos Bach. Maria Antonieta Gutierrez Vargas					
Población	28 ingenieros civiles.					
Indicaciones	El puntaje para cada respuesta del 1 al 5 de las cuales 5 es que se encuentra muy bien y 1 que es insuficiente el nivel de pregunta.					
DIMENSIÓN	ÍTEMS	SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	IMPORTANCIA	OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
Dimensión 1	1. Plantear el alcance de información.					
Alcance de información	1.1. ¿Usted cree que se debería realizar una organización de la base teórica?	5	5	5	5	_____
	1.2. ¿Cree usted que la clasificación de la información en una ficha técnica mejora el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?		5	5	5	_____
	1.3. ¿Cree usted que la recopilación de base teórica ayudaría a integrar conocimientos de las patologías del concreto ?		5	5	5	_____
	1.4. ¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?		5	5	5	_____
Dimensión 2	2. Planear Gestión del tiempo del proyecto					
Alcance del cronograma del proyecto.	2.1. ¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?	5	5	5	5	_____
	2.2. ¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?		5	5	5	_____

Dimensión 3	3. Gestión de la calidad						
	Gestion de la calidad	3.1. ¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios ?	5	5	5	4	_____
		3.2. ¿Usted cree que la gestión de calidad aseguraría la durabilidad de los pavimentos rígidos ?	5	5	5	4	_____
		3.3. ¿Usted cree que la integración de una guía metodológica mejoraría la inspección en campo?	5	5	5	5	_____
		3.4. ¿Cree usted que la integración de la guía metodológica se consideraría parte de la gestión de calidad ?	5	5	5	4	_____
Dimensión 4	4. Plantear el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos.						
	Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos.	4.1. ¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daños en los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología ?	5	5	4	5	_____
		4.2. ¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?	5	5	5	5	_____
		4.3. ¿Cree usted que se debería hacer una inspección a las fallas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?	5	5	4	5	_____
		4.4. ¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para evaluación de pavimentos?	4	5	5	5	_____
		4.5. ¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran, influyen en la calidad de los pavimentos?	5	5	5	5	_____

Dimensión 5 Gestión del riesgo del proyecto.	5. Gestión del riesgo del proyecto..					
	5.1. ¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?	5	5	5	5	_____
	5.2. ¿Usted cree que la planificación de la respuesta de los riesgos es imprescindible para evitarlos y/o evaluarlos ?		5	5	5	_____
	5.3. ¿Cree usted que es necesario una planificación de riesgos para intervención de pavimentos de concreto?		5	5	5	_____
	5.4. ¿Cree usted que es indispensable monitorear los riesgos en la intervención de los pavimentos rígidos ?		5	5	5	_____
Dimensión 6	6. Gestión de la integración de un aplicativo móvil					
Gestión de la integración de un aplicativo móvil	6.1. ¿Cree usted que la integración de un aplicativo móvil hace mas eficiente y eficaz el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos ?	5	5	5	5	_____
	6.2. ¿Usted cree que el diseño del aplicativo móvil tendría que ser práctica para su uso y desarrollo?		5	5	5	_____
	6.3. ¿Cree usted que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos ?		5	5	5	_____

Firma del validador experto.	  Luis A. Gutiérrez Yupanqui INGENIERO CIVIL CIP 266355
Apellidos y Nombres	GUTIÉRREZ YUPANQUI LUIS
D.N.I	73992850

El presente cuadro es parte de un proyecto de investigación titulado "PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA - AYACUCHO 2022"

CUADRO DE VALIDACIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS

Tipo de Validador	Interno () Externo (x)
Apellidos y Nombres	
Sexo	Masculino (x) Femenino ()
Profesión	INGENIERO CIVIL
Grado Académico	Licenciado (x) Magister () Doctor ()
Años de Experiencia laboral	5-10 () 11-15 (x) 16-20 () 21 o más años ()
SOLO PARA VALIDADO EXTERNO :	
Organización Donde Labora	GEOTECNICA
Cargo Actual	ASISTENTE SUPERVISOR TÉCNICO DE MANTENIMIENTO
Área de especialización	GEOTECNICA
Número de teléfono de contacto	954836091
Correo electrónico	luis.gu@geotecnica.com

FIRMA DEL VALIDADOR EXPERTO



Luis A. Guzmán Yupaqui
INGENIERO CIVIL
CIP 26036

D.N.I.

71991817

CIP

26036

• **Validador experto número 3**

Proyecto de investigación titulado " PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022"						
Nombre del instrumento motivo de la evaluación	Cuestionario, sobre propuesta de una guía metodológica para la mejora del diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos de la Avenida Venezuela – Ayacucho 2022					
Autor del Instrumento	Bach. Daniela Albites Villalobos Bach. Maria Antonieta Gutierrez Vargas					
Población	28 ingenieros civiles.					
Indicaciones	El puntaje para cada respuesta del 1 al 5 de las cuales 5 es que se encuentra muy bien y 1 que es insuficiente el nivel de pregunta.					
DIMENSIÓN	ÍTEMS	SUFICIENCIA	CLARIDAD	COHERENCIA	IMPORTANCIA	OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES
Dimensión 1	1. Plantear el alcance de información.					
Alcance de información	1.1. ¿Usted cree que se debería realizar una organización de la base teórica?	5	5	5	5	_____
	1.2. ¿Cree usted que la clasificación de la información en una ficha técnica mejora el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos?		5	5	5	_____
	1.3. ¿Cree usted que la recopilación de base teórica ayudaría a integrar conocimientos de las patologías del concreto ?		5	5	5	_____
	1.4. ¿Cree usted que es conveniente realizar una gestión del alcance de la información para la elaboración de una guía metodológica?		5	5	5	_____
Dimensión 2	2. Planear Gestión del tiempo del proyecto					
Alcance del cronograma del proyecto.	2.1. ¿Cree usted que se debería elaborar un cronograma de inspección para el diagnóstico de pavimentos de concreto rígido?	5	5	5	5	_____
	2.2. ¿Usted cree que es importante considerar una guía metodológica que nos permita reducir el tiempo de diagnóstico de patologías del concreto en pavimentos rígidos?		5	5	5	_____

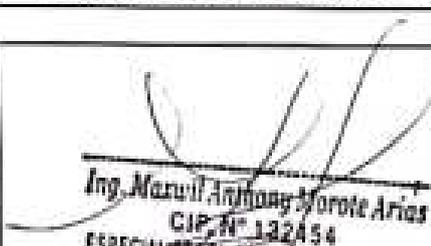
Dimensión 3	3. Gestión de la calidad					
Gestion de la calidad	3.1. ¿Cree usted que la guía metodológica tendrá la aprobación de los usuarios ?	5	5	5	5	_____
	3.2. ¿Usted cree que la gestión de calidad aseguraría la durabilidad de los pavimentos rígidos ?	5	5	5	5	_____
	3.3. ¿Usted cree que la integración de una guía metodológica mejoraría la inspección en campo?	5	5	5	5	_____
	3.4. ¿Cree usted que la integración de la guía metodológica se consideraría parte de la gestión de calidad ?	5	5	5	5	_____
Dimensión 4	4. Plantear el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos.					
Diagnóstico de la patología del concreto en pavimentos rígidos.	4.1. ¿Cree usted que se considera importante la evaluación de la condición de daños en los pavimentos rígidos para el diagnóstico de una patología ?	5	5	4	5	_____
	4.2. ¿Usted cree que la inspección de campo es necesaria para la evaluación de la condición del pavimento?	5	5	5	5	_____
	4.3. ¿Cree usted que se debería hacer una inspección a las fallas y severidad del pavimento para utilizar el método PCI?	5	5	5	5	_____
	4.4. ¿Cree usted que la metodología del PCI es la más indicada para evaluación de pavimentos?	5	5	5	5	_____
	4.5. ¿Cree usted que las características físicas, mecánicas y químicas de los materiales que integran, influyen en la calidad de los pavimentos?	5	5	5	5	_____

Dimensión 5 Gestión del riesgo del proyecto.	5. Gestión del riesgo del proyecto..					
	5.1. ¿Cree usted que es importante identificar los riesgos?	5	5	5	5	_____
	5.2. ¿Usted cree que la planificación de la respuesta de los riesgos es imprescindible para evitarlos y/o evaluarlos ?		5	5	5	_____
	5.3. ¿Cree usted que es necesario una planificación de riesgos para intervención de pavimentos de concreto?		5	5	5	_____
	5.4. ¿Cree usted que es indispensable monitorear los riesgos en la intervención de los pavimentos rígidos ?		5	5	5	_____
Dimensión 6 Gestión de la integración de un aplicativo móvil	6. Gestión de la integración de un aplicativo móvil					
	6.1. ¿Cree usted que la integración de un aplicativo móvil hace mas eficiente y eficaz el diagnóstico de las patologías del concreto en pavimentos rígidos ?	5	5	5	5	_____
	6.2. ¿Usted cree que el diseño del aplicativo móvil tendría que ser práctica para su uso y desarrollo?		5	5	5	_____
	6.3. ¿Cree usted que el aplicativo móvil ayudaría a realizar un diagnóstico oportuno de las patologías del concreto en pavimentos rígidos ?		5	5	5	_____

Firma del validador experto.	 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias CIP. N° 132454 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y SUELOS
Apellidos y Nombres	MOROTE ARIAS MAXWIL A.
D.N.I	43482601

El presente cuadro es parte de un proyecto de investigación titulado " PROPUESTA DE UNA GUIA METODOLÓGICA PARA LA MEJORA DEL DIAGNÓSTICO DE LAS PATOLOGÍAS DEL CONCRETO EN PAVIMENTOS RÍGIDOS DE LA AVENIDA VENEZUELA – AYACUCHO 2022"

CUADRO DE VALIDACIÓN DEL JUICIO DE EXPERTOS

Tipo de Validador	Interno () Externo <input checked="" type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres	MOROTE ARIAS, MARUÍL ANTHONY
Sexo	Masculino <input checked="" type="checkbox"/> Femenino ()
Profesión	INGENIERO CIVIL
Grado Académico	Licenciado <input checked="" type="checkbox"/> Magister () Doctor ()
Años de Experiencia laboral.	5-10 <input checked="" type="checkbox"/> 11-15 () 16-20 () 21 a más años ()
SOLO PARA VALIDADO EXTERNO :	
Organización Donde Labora	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO SAC
Cargo Actual	INGENIERO GEOTECNICO
Área de especialización	GEOTECNIA
Número de teléfono de contacto.	999526400
Correo electrónico	INGEOMAX.GTECNICA@GMAIL.COM
FIRMA DEL VALIDADOR EXPERTO	 Ing. Maruil Anthony Morote Arias CIP N° 132454 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y SUELOS
D.N.I.	43482601
CIP	132454

Anexo 4: Formato del PCI para la recolección de datos propio de pavimentos rígidos

EVALUACIÓN DEL PCI DE PAVIMENTO RIGIDO				
HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA				
Vía:	Tramo:	Unidad de Muestra:		
Inspección:	Fecha:	Área de muestra total(m2):		
Total de losas de muestra (unid.):				
TIPO DE FALLA:		DIAGRAMA:		
21. Blow up / Buckling.				
22. Grieta de esquina.				
23. Losa dividida.				
24. Grieta de durabilidad "D"				
25. Escala				
26. Sello de junta.				
27. Desnivel Carril / Berma.				
28. Grieta lineal.				
29. Parcheo (grande).				
30. Parcheo (pequeño).				
31. Pulimento de agregados.				
32. Popouts.				
33. Bombeo.				
34. Punzonamiento.				
35. Cruce de vía férrea.				
36. Desconchamiento.				
37. Retracción				
38. Descascaramiento de esquina.				
39. Descascaramiento de junta.				
Tipo de Falla:	Severidad:	N° de losas:	% Densidad:	Valor de reducción:
				1
				2
				3
				4
				5
				6
				7
				8
				9
				10
				11
				12
				13
TOTAL, VALOR DEDUCIDO				
MAYOR VALOR DEDUCIDO				

Anexo 5: Formato de la ficha técnica

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA		
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
POSIBLES CAUSAS		
NIVELES DE SEVERIDAD		
MEDIDAS		
PROPUESTA DE SOLUCIÓN		
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO		

Instrucciones formato de la ficha técnica

Para el presente formato se debe tener en cuenta:

- **Información del especialista**

En este caso la persona que realice la descripción de las patologías en la ficha técnica debe ser necesariamente un especialista, técnico y/o afines a la carrera de ingeniería civil.

- **Información general de la estructura**

En este caso lo que se pretende es obtener todos los datos de la estructura que se analizará, para poder identificar el nombre de la patología, a su vez se debe tener en cuenta la ubicación exacta de la estructura dañada para tomar datos correctos para su identificación.

- **Características de la estructura**

En este punto se debe identificar la estructura mediante fotografías para reconocer qué grado de severidad tiene dicha estructura. Una vez identificada el grado de severidad que tiene la estructura, se podrá tomar medidas y/o propuestas de solución para la estructura.

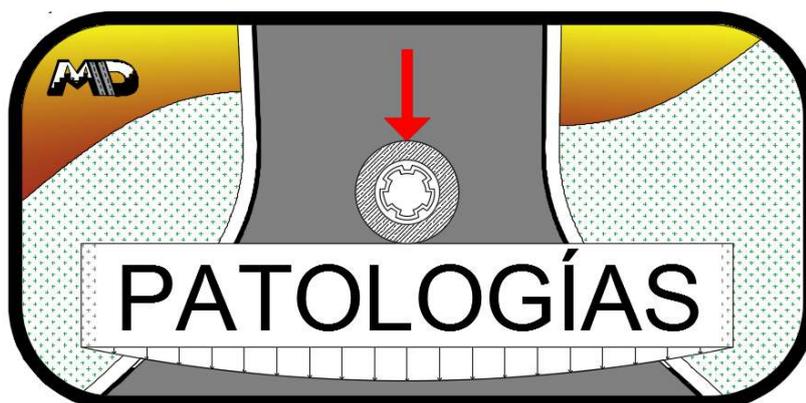
- **Problemas y errores**

Uno de los problemas que pueden ocasionar una inadecuada identificación es:

- La falta de conocimiento técnico para la interpretación e identificación de la patología, conlleva a incurrir en el error de no identificar adecuadamente la patología.
- No realizar correctamente la intervención para la reparación de la estructura, puede ocasionar fallas a futuro.

Instrucciones de uso del aplicativo móvil

- Como primer punto comprendería descargar el aplicativo móvil de Play Store el cual se presenta con este icono.



- Después el aplicativo te mostrará las fichas técnicas que integran cada patología y el usuario podrá buscar la que necesite en ese momento de inspección visual para así poder llenar el formato el de identificación de patologías del PCI.
- Posterior a ello el interfaz del aplicativo te mostrará en la barra de **menú**, la **patología** que está buscando.

- Una vez que identifique la patología le dará un clic en el botón de **información** a así te mostrará toda la información con referencia a la patología y a la intervención que requiere dicha estructura para su mantenimiento oportuno.
- A continuación, se muestra el diseño proyectado en el aplicativo móvil.



Diseño del aplicativo móvil a utilizar como propuesta

Anexo 6: Manual de guía metodológica

**GUIA METODOLÓGICA PARA MEJORAR EL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS DE
PAVIMENTOS RÍGIDOS**



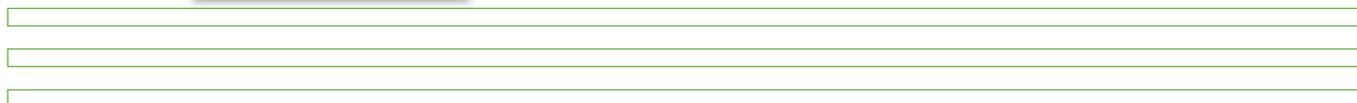
GUIA METODOLÓGICA PARA MEJORAR EL DIAGNÓSTICO DE PATOLOGÍAS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.



AUTORES:

- ALBITES VILLALOBOS, DANIELA
- GUTIERREZ VARGAS, MARIA ANTONIETA

MAYO 2023



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	179
2. BASES TEÓRICAS.....	180
3. BASE LEGAL.....	181
4. OBJETIVOS DE LA GUÍA METODOLÓGICA.....	181
5. ALCANCE DE LA GUÍA METODOLÓGICA.....	181
6. CONSIDERACIONES NECESARIAS DE UN BUEN INSPECTOR.....	182
7. RECURSOS.....	183
8. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	183
9. FLUJOGRAMA DE PROCEDIMIENTOS.....	184
10. PROCEDIMIENTO.....	185
10.1 Primera etapa.....	185
10.1.1 Proceso de identificación.....	185
10.1.1.1 Parte superior de la ficha de análisis de campo	185
10.1.1.2 Parte inferior de la ficha de análisis de campo.....	186
10.2 Segunda etapa.....	190
10.3 Tercera etapa.	190
10.4 Cuarta etapa.....	192
10.4.1 Valoración y análisis del proceso de identificación.....	193
10.4.2 Análisis de los resultados.....	194
10.4.3 Análisis de cada color para su respectivo desarrollo.....	194
ANEXO	234

1. Introducción

La presente guía metodológica tiene como propósito, proporcionar una herramienta útil para los profesionales que se dedican a la evaluación y /o reparación de pavimentos rígidos. Siendo considerado el pavimento rígido uno de los tipos de pavimentos que tiene mayor durabilidad y por ello mayor vida útil en comparación con el pavimento flexible, el más ostensible con el medio ambiente, con menor requerimiento de mantenimiento, entre otras características y beneficios. Sin embargo, con el paso del tiempo, este tipo de pavimento puede sufrir desgaste y deterioro, lo que puede afectar la seguridad y la comodidad de los conductores.

Esta guía permitirá identificar los problemas que afectan al pavimento rígido y tomar las medidas necesarias para solucionarlos.

Al determinar de manera más precisa las patologías existentes en una estructura de pavimento de concreto rígido, ya que considera la totalidad del detalle observado de las patologías del concreto en pavimentos rígidos en toda la estructura para mejorar el panorama del diagnóstico.

Teniendo como primera etapa el análisis y recolección de datos en campo, previamente determinado el lugar de estudio y contabilizando los paños en total de todo el Proyecto. Se crea una referencia de datos del Proyecto, para acercarnos al tiempo de servicio que tiene la estructura, además de ello poder zonificarla.

En la segunda etapa prevalece la base teórica completa y práctica para facilitar la evaluación y el análisis in situ. Tiene un desarrollo estratégico y no obvia ningún posible agente patológico, considera la dimensión, la gravedad, tipología y la densidad desde su génesis. Consta de diversas fuentes reglamentarias establecidas siendo un pilar normativo definido.

Y en las etapas posteriores se realiza el trabajo de gabinete la cual se describe con mayor detalle en cada una de ellas.

2. Bases teóricas

2.1. Patología del concreto

La patología del concreto se define como el estudio sistemático de los procesos y características de las “enfermedades” o los “defectos y daños” que puede sufrir el concreto, sus causas, consecuencias y remedios. En resumen, se entiende por Patología a aquella parte de la durabilidad que se refiere a los signos, causas posibles y diagnóstico del deterioro que experimentan las estructuras del concreto.

2.2. Diagnóstico

El diagnóstico es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer, para establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos. El diagnóstico conlleva siempre una evaluación, con valoración de acciones en relación con objetivos.

2.3. Pavimento rígido

Pavimento cuya superficie de ruedo está constituida principalmente por concreto hidráulico (hormigón). En estos pavimentos las cargas son absorbidas y distribuidas principalmente por la losa de concreto, mientras que las capas inferiores sirven como apoyo.

2.4. Guía metodológica

Una guía metodológica es la sistematización y documentación de un proceso, actividad, práctica. La guía describe las distintas operaciones o pasos en su secuencia lógica, señalando generalmente quién, cómo, dónde, cuándo y para qué han de realizarse.

3. Base legal

- La Asociación Americana de Carreteras (AASHTO), que ha desarrollado una guía para el diseño y evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, así como una guía para la evaluación de la capacidad estructural de los pavimentos existentes.
- La Asociación Internacional de Pavimentos (IPA), que ha publicado una guía para el diagnóstico y evaluación de pavimentos asfálticos.
- La Asociación Española de la Carretera (AEC), que ha elaborado una guía para el diagnóstico de patologías en pavimentos asfálticos y de hormigón.

4. Objetivos de la guía metodológica

- Determinar la zona de estudio identificando la cantidad de paños a estudiar.
- Diagnosticar las patologías existentes en toda su envergadura.
- Clasificar y cuantificar las patologías existentes y así determinar en qué porcentaje predomina cada patología.
- Aplicar la técnica del proceso de evaluación de las patologías que se muestra en esta guía.
- Determinar el grado de severidad de falla que tiene el Proyecto.
- Definir los procedimientos de reparación de cada patología existente.
- Determinar la cantidad exacta de materiales a utilizar para cada tipo de patología existente.

5. Alcance de la guía metodológica

El pavimento rígido es una parte fundamental de las vías de comunicación terrestre, ya que permite el tránsito de vehículos y personas de manera segura y eficiente. Sin embargo, con el paso del tiempo y el uso constante, pueden aparecer patologías que afecten su funcionamiento y durabilidad. Por esta razón, es necesario contar con una guía metodológica para el diagnóstico de patologías del pavimento rígido que permita identificar los problemas y establecer soluciones adecuadas.

La guía metodológica del diagnóstico de patologías del pavimento rígido es un documento que tiene como objetivo principal proporcionar un marco de referencia para la evaluación de las condiciones de los pavimentos rígidos existentes, así como para la identificación y evaluación de las patologías que puedan presentarse. Esta guía se basa en la recopilación de información técnica y científica, así como en la experiencia de expertos en el campo de la ingeniería vial.

El alcance de esta guía es amplio, ya que abarca desde la definición de los conceptos básicos relacionados con el pavimento rígido, hasta la descripción detallada de las técnicas y herramientas necesarias para llevar a cabo un diagnóstico adecuado. Además, se incluyen recomendaciones sobre las medidas preventivas y correctivas que se pueden tomar para evitar o solucionar las patologías del pavimento rígido.

6. Consideraciones necesarias de un buen inspector

El perfil de un buen inspector consta de cualidades analíticas y críticas, de manera objetiva apoyándose de la experiencia y la base teórica de la guía metodológica.

Debería preferiblemente tener conocimientos en el diseño y construcción de pavimentos rígidos en énfasis el uso del concreto, y conocer la normativa vigente, recomendaciones técnicas, estándares de calidad en base la construcción de pavimentos rígidos.

Dentro de las habilidades de inspección debe poseer capacidades para identificar las fallas y defectos de ejecución, capacidad para evaluar el estado de conservación de la estructura. Fundamentalmente debe ser una persona responsable y con capacidad de trabajo bajo presión, con habilidad de dirigir y trabajar en equipo el cual está orientado al cumplimiento de objetivos.

7. Recursos

7.1. Recursos humanos

- Consta de una cuadrilla de un jefe de operación
- Personal de apoyo en la medición

7.2. Recursos de materiales

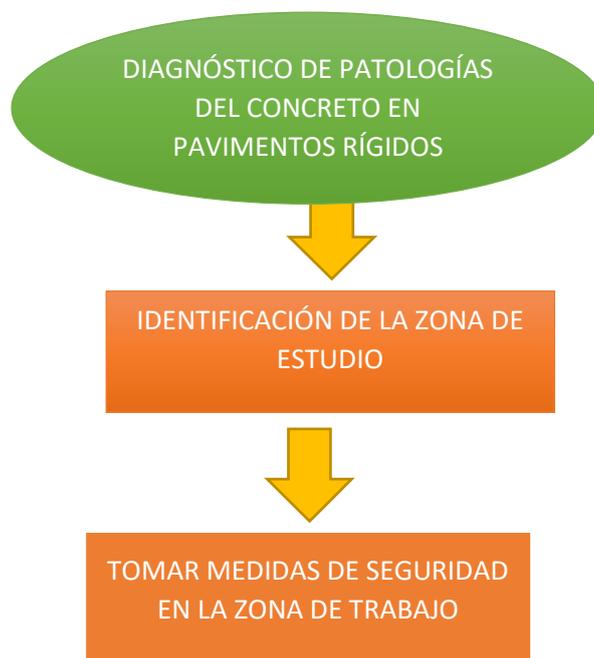
- Flexómetro
- Escobilla metálica
- Cámara fotográfica
- Tiza
- Pizarrón para identificación.

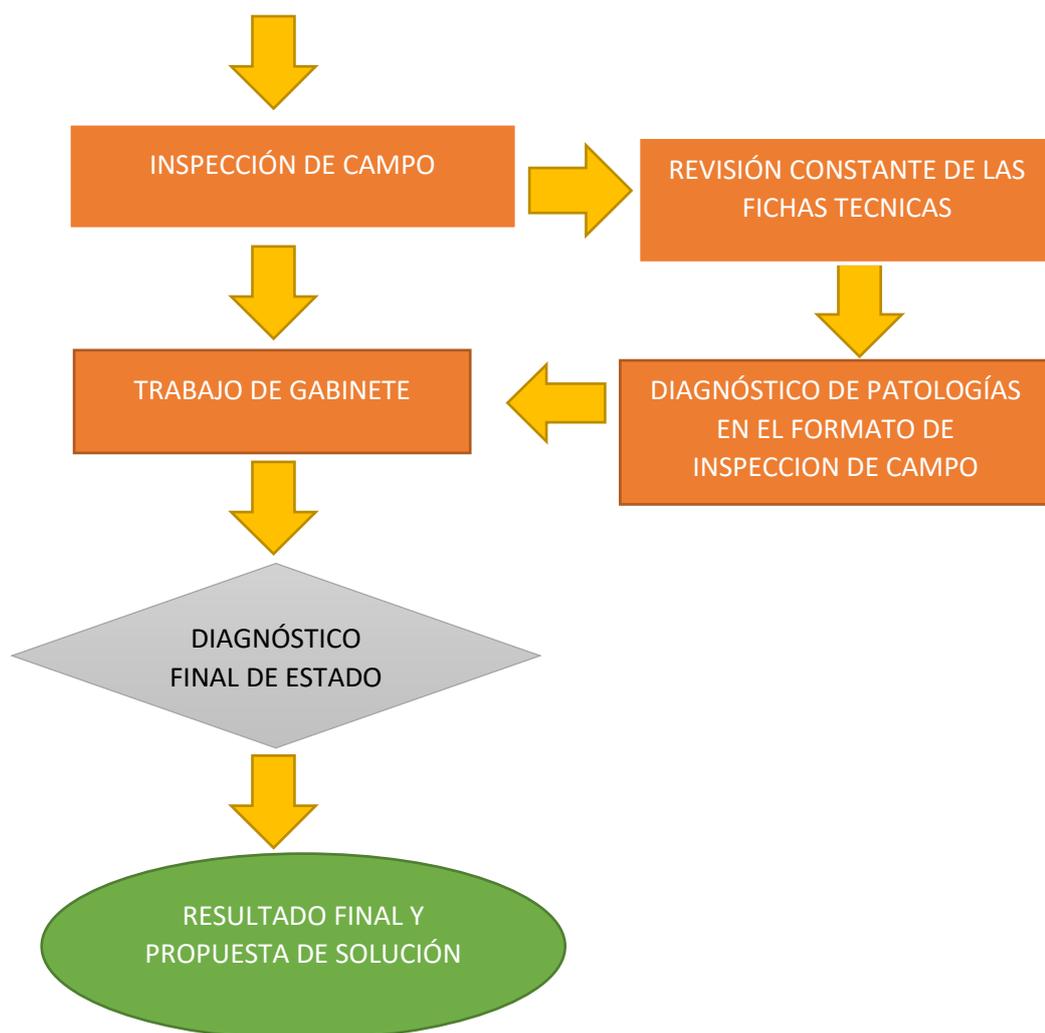
8. Medidas de seguridad

Contar con conos, cintas de seguridad, y respectivas medidas de seguridad para realizar la inspección correspondiente.

- Realizar la señalización de la zona de trabajo, es importante colocar las señales de advertencia y así evitar accidentes.
- Planificación previa, se debe considerar tener un plan previo antes de realizar la inspección.
- Observación del entorno, es importante observar cuidadosamente el entorno o la zona de trabajo y verificar que no exista peligros.
- Realizar un análisis de los obstáculos y posibles riesgos potenciales.
- Como recomendación antes de comenzar cualquier inspección de campo es fundamental considerar las medidas de seguridad necesarias para garantizar la seguridad de todo el equipo de trabajo.

9. Flujograma de procedimientos





10. Procedimiento

10.1. Primera etapa

10.1.1. Proceso de identificación

10.1.1.1. Parte superior de la ficha de análisis de campo

En esta primera etapa de la guía metodológica se tiene que realizar la identificación de la vía a evaluar, considerando todos los datos de la ficha de inspección

Se procede a llenar correctamente la primera ficha de evaluación de campo que está dividida en dos partes, en la parte superior de la ficha conlleva la información detallada del Proyecto (la descripción de cada ítem se encuentra en la parte 1-a).

Esta parte superior de la ficha de inspección de campo se considera solo en la parte inicial de la inspección de cada Proyecto. La cual se muestra en el **anexo 1**.

INSPECCIÓN VISUAL EN CAMPO	
NOMBRE DEL PROYECTO	
RESPONSABLE DE INSPECCION	
TRAMO EVALUADO	
DISTRITO	
PROVINCIA	
DEPARTAMENTO	

PARTE SUPERIOR

Nota: Elaboración propia

1-a Evaluación de ítem

- a) **Nombre del proyecto:** se considera el nombre del responsable solicitante de la evaluación, para qué proyecto se está realizando la evaluación se pone el nombre completo del proyecto.
- b) **Responsable de inspección:** se considera el nombre completo de la persona o responsable que esté realizando la inspección de campo.
- c) **Tramo evaluado:** vamos a considerar el nombre del lugar de toda la extensión de la evaluación.
- d) **Distrito, provincia y departamento:** la zonificación del lugar del proyecto.

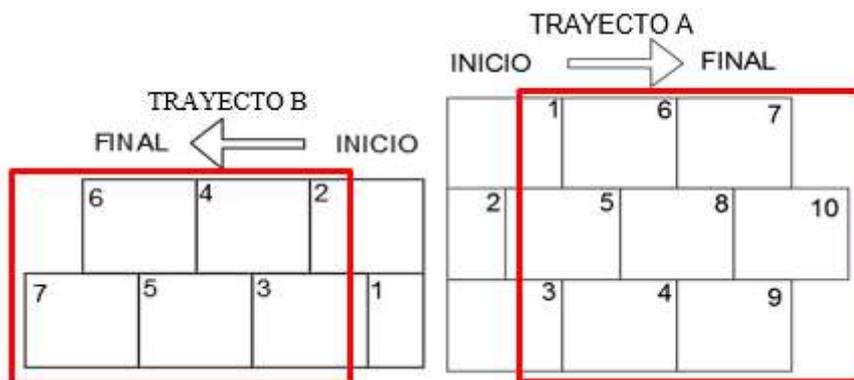
10.1.1.2. Para inferior de la ficha de análisis de campo

En la parte inferior de la ficha de inspección de campo se considera los siguientes ítems 1-b:

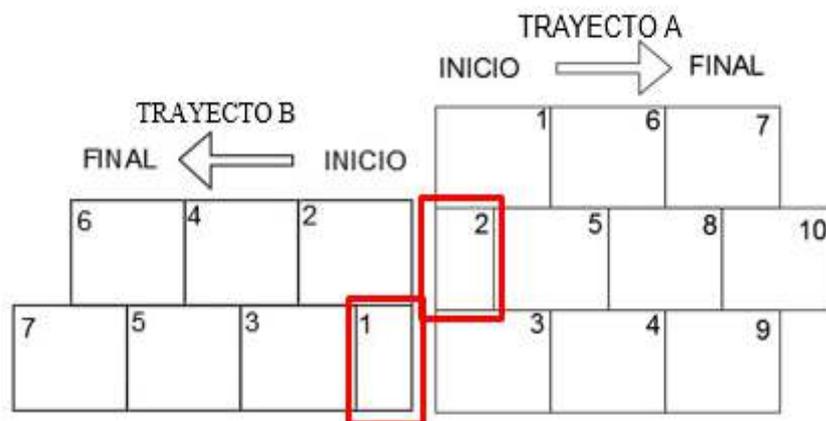
La cual se realizará con su respectiva flecha identificativa.



- c) **Inicio detallado:** se considera el inicio descriptivo del lugar del grupo a evaluar.
- d) **Fin detallado:** se considera el final descriptivo del lugar de grupo a evaluar.
- e) **Tamaño nominal de losa:** el tamaño nominal de losa se considera a la medida de las losas con su respectiva nomenclatura:
- **LN:** la losa de medida nominal considerada una losa cuya medida se presenta en mayor porcentaje a lo largo del trayecto con una medida no variable.



- **LV:** Losa de medida variable, se considera a todas las losas cuyas medidas son diferentes a la Losa Nominal, se encuentran en menor porcentaje, tiende a estar en el inicio o al final del trayecto y en las intersecciones, su análisis comprende en tomar las medidas perimétricas y colocarlas en las observaciones.



- f) **Grupo y cantidad de paños:** La determinación estadística de la cantidad de paños por evaluar se clasifica en grupos de 300 paños para realizar su fácil evaluación, cada 300 paños se considerarán como un grupo de trabajo con su respectivo análisis. La cual tiene

la denominación de **G-1** haciendo referencia al primer grupo de trabajo seguidamente de **G-2**, al segundo grupo de trabajo y así sucesivamente.

En caso de que fuera menor a 300 paños se considera como un grupo o un tramo de trabajo que es todo el Proyecto.

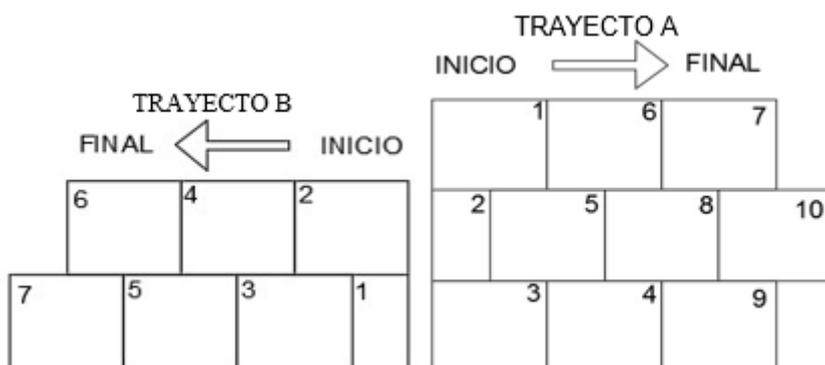
Se considera esa cantidad por el rendimiento por equipo desarrollador en un día y en óptimas condiciones de trabajo.

g) En el enmarcado amarillo (NRO) 

En esta parte se coloca el respectivo orden del trabajo que se realiza de presencia y comodidad del inspector, tiene que ser correlativo y ordenado para su posterior trabajo en gabinete.

h) En el enmarcado rojo (NÚMERO DE LOSA) 

Se realiza la enumeración de las losas de forma consecutiva considerando los cambios en las juntas adyacentes para su respectivo análisis. Como se muestra en la imagen.



Considerar dibujar el conteo de las losas para posteriores replanteos de evaluación e inspección (formato en blanco con sus dibujos respectivos).

i) En el enmarcado verde (TIPO DE PATOLOGÍA) 

En este enmarcado se realiza la correcta identificación de la patología con su respectivo nombre y/o nomenclatura.

j) En el enmarcado celeste (SEVERIDAD) 

En este enmarcado se realiza el análisis de la severidad de las patologías las cuales tiene su respectiva nomenclatura de acuerdo al grado de severidad, cada patología tiene su respectivo análisis para identificar su grado de severidad.

Alta: A

Media: M

Baja: B

k) En el enmarcado oro (MEDIDAS DE LA LOSA) 

En este enmarcado se coloca las medidas de la losa, en caso de que sea una misma medida a lo largo de todo el trayecto se considera una nomenclatura de LN (losa nominal), en caso de que sea una medida diferente LV (losa de medida variable) con su respectiva medida y descripción.

I) En el enmarcado marrón (OBSERVACIÓN)

En este enmarcado se consideran los posibles detalles y/u observación que se puedan presentar en el momento de la inspección.

A modo de énfasis recordar que la toma de datos en campo es sumamente importante, de todo el proceso de evaluación, por ello considerar cada detalle que se encuentre nos ayuda a tener mejores resultados.

En este enmarcado se considera la densidad de cuantas patologías existen en un solo paño. (Ver ANEXO A-3)

10.2. Segunda etapa

Al considerar la elaboración de una guía metodológica se construye una base de datos estratégicamente elaborada las cuales se encuentran integradas en una ficha técnica con su respectiva descripción detallada de cada patología: la descripción incluye, el nombre, fotografías para su fácil reconocimiento, el génesis de las patologías las consideraciones de severidad, la nomenclatura, las consideraciones para su evaluación, y las soluciones respectivas.

Estas fichas técnicas están estratégicamente organizadas para su fácil búsqueda a la hora de realizar la inspección en campo, posee un índice en la primera página para de esta manera se considere más eficiente el uso de la guía.

Los cuadros de la ficha técnica están en el ANEXO A-2

10.3. Tercera etapa

10.3.1. Clasificación de cantidad por tipo de patología

De acuerdo a los datos obtenidos se caracterizará el porcentaje del área afectada de cada paño, a continuación se relacionarán los daños encontrados de acuerdo a severidades y cantidad de paños afectados.

- B: Severidad baja
- M: Severidad media
- A: Severidad alta

Tipo de patologías

Cuadro de afectación de la patología

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A

Ejemplo n.º 1

Grietas longitudinales (GL)

cuadro de Afectación GL

TOTAL DE PAÑOS AFECTADOS			% DE ÁREA DE AFECTACIÓN		
B	M	A	B	M	A
0	3	1	0.00%	75.00%	25.00%

10.3.2. Clasificación de la totalidad de la patología:

Se tomarán en forma estadística en cuadro de barras determinando el porcentaje mayor del tipo de patología y la condición predominante de cada una de ellas al tener datos de cantidades.

En este cuadro se realiza el control de manera porcentual del total de las patologías con base al 100 %.

TABLA DE VALORACIÓN PORCENTUAL.

Tipos de patologías	Severidad Baja	Severidad Media	Severidad Alta
Grietas transversales (GT)			
Grietas longitudinales (GL)			
Grietas lineales (S)			
Grietas de retracción (GR)			
Grietas de esquina (GE)			
Desintegración (DE)			
Descascaramiento de Losa (DL)			
Parche Grande (PG)			
Popouts (PO)			
Pulimiento (PU)			
Bombeo (BO)			
Punzonamiento (PZ)			
Losa dividida (LD)			
Daño de sello de junta (DS)			
Blowup-Buckling			
Grietas de Durabilidad			
Escala			
Desnivel Carril /Berma			

Ejemplo N° 2

Enumeración del porcentaje total en base al 100% del análisis.

Tipos de patologías	Severidad Baja	Severidad Media	Severidad Alta
Grietas transversales (GT)		15.94 %	84.06 %
Grietas longitudinales (GL)		75 %	25 %
Grietas lineales (S)	66.67 %	0 %	33.33 %
Grietas de retracción (GR)	18.18 %	87.13 %	9.09 %
Grietas de esquina (GE)	47.06 %	63.35 %	17.65 %
Desintegración (DE)	0 %	83.33 %	16.67 %
Descascaramiento de Losa (DL)	33.33 %	31.58 %	44.44 %

Parche Grande (PG)	0 %	50 %	50 %
Popouts (PO)	14.29 %	74.56 %	21.43 %
Pulimiento (PU)		25 %	75 %
Bombeo (BO)			100 %
Punzonamiento (PZ)			100 %
Losa dividida (LD)			100 %
Daño de sello de junta (DS)			100 %

10.4. Cuarta etapa

Se tipifica las patologías predominantes para un análisis y diagnóstico determinante con su respectiva solución y seleccionará el tipo de mantenimiento.

- Clasificar la patología con una fotografía según el grado de severidad.
- Posibles causas de la patología
- Evolución de la patología

10.4.1. Valoración y análisis del proceso de identificación.

En este cuadro se procede a realizar el análisis del porcentaje de la patología.

CUADRO DE VALORACIÓN SEGÚN EL PORCENTAJE DE LAS PATOLOGÍAS EXISTENTES

SEVERIDAD / PORCENTAJE	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
A	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30

Ejemplo n.º 3

De acuerdo al porcentaje y verificando la tabla de valores realizamos el análisis.

PATO. / SEVERIDAD	B	M	A
Grietas transversales (GT)	0	2	24
Grietas longitudinales (GL)	0	14	6
Grietas lineales (S)	6	0	9
Grietas de retracción (GR)	1	16	0
Grietas de esquina (GE)	4	12	3
Desintegración (DE)	0	16	3
Descascaramiento de Losa (DL)	3	6	12
Parche Grande (PG)	0	10	15
Popouts (PO)	1	14	6
Pulimiento (PU)	0	4	21

Bombeo (BO)	0	0	30
Punzonamiento (PZ)	0	0	30
Losa dividida (LD)	0	0	30
Daño de sello de junta (DS)	0	0	30
SUMA	15	94	219
			TOTAL 328

10.4.2. Análisis de los resultados

10.4.2.1. Tabla de verificación de los resultados

ESCALA DE VALORACIÓN		
10	972-1080	FALLO
9	864-971	MUY MALO
8	756-863	MALO
7	648-755	INSATISFACTORIA
6	540-647	LIMITADA
5	432-539	REGULAR
4	324-431	EFICIENTE
3	216-323	BUENO
2	108-215	MUY BUENO
1	0-108	EXCELENTE

10.4.2.2. Análisis de cada color para su respectivo desarrollo.

Las consideraciones que llevan este resultado hacen referencia al proyecto.

Representación del color Rojo: Requiere una intervención de manera urgente considerando el análisis de costo de reparación versus la reconstrucción, los parámetros son:

- FALLO: considerado que la estructura tiene que ser reconstruida.
- MUY MALO: considera realizar un análisis de costo.
- MALO: considera que con la correcta reparación todavía cumple con la función

Representación del color Amarillo: Requiere un mantenimiento rutinario y/o periódico de manera oportuna. Los parámetros establecidos dentro de este color son:

- INSATISFACTORIO, LIMITADA, REGULAR donde muestra una transición que si no se realiza el mantenimiento ya es predictivo.

Representación del color Azul: Dentro del parámetro de:

- EXCELENTE Y BUENO la intervención se maneja dentro de los lineamientos de mantenimiento establecidos en la ejecución del proyecto pues se consideran deseables y óptimos en su función.

En los parámetros de BUENO Y EFICIENTE se realizará un mantenimiento periódico de manera oportuna.

Ejemplo n.º 4

Obtuvimos la suma total de 328 que consta de un pavimento eficiente

ESCALA DE VALORACIÓN		
10	972-1080	FALLO
9	864-971	MUY MALO
8	756-863	MALO
7	648-755	INSATISFACTORIA
6	540-647	LIMITADA
5	432-539	REGULAR
4	324-431	EFICIENTE
3	216-323	BUENO
2	108-215	MUY BUENO
1	0-108	EXCELENTE

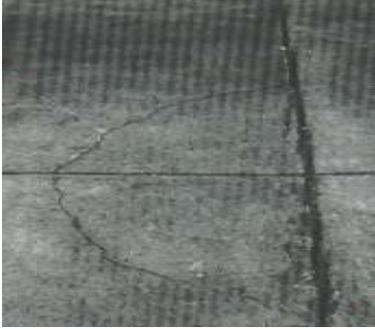
De este resultado podemos afirmar que la estructura del pavimento está en un nivel EFICIENTE y procede a realizarse su oportuno mantenimiento periódico.

Aporte. Al tener un 100% contabilizada las patologías vamos a tener un presupuesto más direccionado, pues cada patología tiene diferente intervención y diferente costo si la tratamos de forma independiente.

Fichas técnicas:

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	BLOWUP-BUCKLING (BL)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA

DESCRIPCIÓN
<p>Los blowups o buckles ocurren en tiempo cálido, usualmente en una grieta o junta transversal que no es lo suficientemente amplia para permitir la expansión de la losa. Por lo general, el ancho insuficiente se debe a la infiltración de materiales incompresibles en el espacio de la junta. Cuando la expansión no puede disipar suficiente presión, ocurrirá un movimiento hacia arriba de los bordes de la losa (Buckling) o fragmentación en la vecindad de la junta. También pueden ocurrir en los sumideros y en los bordes de las zanjas realizadas para la instalación de servicios públicos.</p>
POSIBLES CAUSAS
<p>Excesiva expansión del hormigón por efecto de temperaturas elevadas o altos contenidos de humedad, originando una fuerza de compresión excéntrica en correspondencia con juntas (eventualmente grietas) con perceptibles defectos, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Infiltración de material incompresible en el interior de las juntas; - Falta de verticalidad en las caras de las juntas; - Deficiente alineamiento de pasadores; - Significativa reducción del espesor de la losa; - Deficiente consolidación del hormigón en la parte superior de la losa.
NIVELES DE SEVERIDAD
<ul style="list-style-type: none"> •Baja: Causan una calidad de tránsito de baja severidad •Media: Causa una calidad de tránsito de severidad media. •Alta: Causa una calidad de tránsito de alta severidad.
MEDIDAS
<p>En una grieta, un blowup se cuenta como presente en una losa. Sin embargo, si ocurre en una junta y afecta a dos losas se cuenta en ambas. Cuando la severidad del blowup deja el pavimento inutilizable, este debe repararse de inmediato.</p>
ALTERNATIVAS DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> •Baja: Ninguna acción. Vigilar posible evolución •Media: -Bacheo temporario con mezcla asfáltica, con remoción parcial del hormigón (áreas sobreelevadas). •Alta: -Parcheo profundo. Reemplazo de la losa. -Reparación de todo el espesor de la losa con hormigón (área contigua a la junta).
POSIBLE EVOLUCIÓN
<p>La falla inicialmente afecta la comodidad de manejo en forma creciente durante su evolución para culminar en última instancia con la desintegración total del área de pavimento contigua a la junta. El proceso suele ser relativamente rápido, por lo que su atención es prioritaria. Los daños pueden ser evitados con un buen mantenimiento de las juntas (resellado periódico). Es difícil que estos daños se generalicen sobre toda la sección de pavimento.</p>

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	GRIETA DE ESQUINA (GE)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Una grieta de esquina es una grieta que intercepta las juntas de una losa a una distancia menor o igual que la mitad de la longitud de la misma en ambos lados, medida desde la esquina. Una grieta de esquina se diferencia de un descascaramiento de esquina en que aquella se extiende verticalmente a través de todo el espesor de la losa, mientras que el otro intercepta la junta en un ángulo. La grieta de esquina no debe ser confundida con descascaramiento o desportillamiento de esquina, los que típicamente se extienden a 0.30 m a cada lado de la junta e intersectan a estas formando ángulo, es decir, no sin afectar todo el espesor.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Es provocada por la repetición de las cargas pesadas del tránsito en combinación con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La acción del bombeo a través de bordes y juntas, que debilita y erosiona en apoyo de la fundación; - Deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece se produzcan altas deflexiones de esquina; - Debilitamiento de las condiciones de soporte de la fundación; - Pavimentos muy estrechos que favorecen la concentración de las repeticiones de las cargas muy próximas al borde; - Albeo de las losas por variaciones térmicas o de contenido de humedad. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: La grieta está definida por una grieta de baja severidad y el área entre la grieta y las juntas está ligeramente agrietada o no presenta grieta alguna. • Media: Se define por una grieta de severidad media o el área entre la grieta y las juntas presenta una grieta de severidad media. • Alta: Se define por una grieta de severidad alta o el área entre la junta y las grietas está muy agrietada. 		
MEDIDAS		
<p>La losa dañada se registra como una (1) losa si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sólo tiene una grieta de esquina. 		

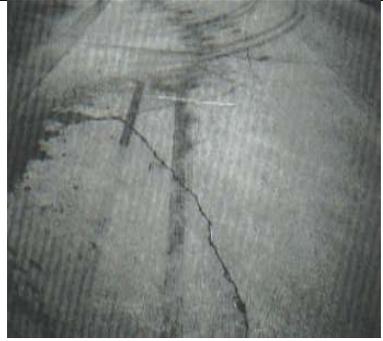
- Contiene más de una grieta de una severidad particular.
 - Contiene dos o más grietas de severidades diferentes.
- Para dos o más grietas se registrará el mayor nivel de severidad. .

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

- **Baja:**
 - Ninguna acción.
- **Media:**
 - Sellado de grietas,
 - Revisar estado del sellante de las juntas y resellar si es necesario,
 - Sellado de grietas,
 - Mejoramiento condiciones de drenaje de los paseos (en combinación con alguna de las técnicas precedentes).
- **Alta:**
 - Bacheo superficial con mezcla asfáltica,
 - Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón,
 - Bacheo temerario con mezcla asfáltica (nivelante o profundo),
 - Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón (puede ser necesario la colocación de pasadores).

POSIBLE EVOLUCIÓN

La esquina de la losa es el punto más débil del pavimento. Las deflexiones de esquina suelen ser importantes cuando se produce el debilitamiento y/o erosión del soporte de la fundación. En estos casos la evolución es rápida y acompañada de hundimientos que hacen la circulación poco confortable.

FICHA TÉCNICA			
PATOLOGÍA	LOSA DIVIDIDA (LD)		
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD			
			
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA	
DESCRIPCIÓN			
<p>La losa es dividida por grietas en cuatro o más pedazos debido a sobrecarga o a soporte inadecuado. Si todos los pedazos o grietas están contenidos en una grieta de esquina, el daño se clasifica como una grieta de esquina severa. Constituye una manifestación de deterioro de mayor gravedad para la integridad del pavimento, que la presencia de alguna de dichas fisuras en forma aislada o individual, por lo que recibe una denominación específica.</p>			
POSIBLES CAUSAS			
<p>Es una falla provocada por acumulación de las acciones destructivas de las cargas pesadas del tránsito (fatiga) frente a una condición de infradiseño estructural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiencia del espesor del pavimento; - Condiciones de soporte deficientes; - Bombeo a través de juntas y grietas; - Falta de mantenimiento oportuno; 			
NIVELES DE SEVERIDAD			
<p>Se establecen tres niveles de severidad (bajo, medio, alto) en base a la severidad de las fisuras que definen la malla, y el número de paños en que queda dividida la losa:</p>			
	Cantidad de grietas existentes en una losa		
Grado de severidad de las grietas	4 a 5	6 a 8	8 a más
B	B	B	M
M	M	M	A
A	M	M	A
MEDIDAS			
<p>Se cuentan por número de losas afectadas en la sección de pavimento inspeccionada, registrando estas separadamente según su nivel de severidad. No deben contarse o relevarse otros daños en losas identificadas con fisuras múltiples de nivel de severidad medio alto.</p>			
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO			
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: -Sellado de grietas de ancho mayor de 3mm. • Media: 			

- Sellado de grietas, Bacheo superficial con mezcla asfáltica (en superficie),
- Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón.

• **Alta:**

- Reposición de losas con hormigón (afectadas); hormigón convencional o compactado a rodillo
- Trabajos preparación previa + recubrimiento con hormigón, total o parcialmente adherido o con capa separadora, según condiciones específicas (hormigón convencional o compactado a rodillo).
- Trabajos bacheo previo y alteo del pavimento con base granular (o estabilizado) y carpeta asfáltica.

POSIBLE EVOLUCIÓN

En general son indicativas de una situación de infradiseño y por consiguiente tienden a extenderse a toda la sección de pavimento, durante su evolución. La subdivisión de la losa en paños más pequeños continúa durante el proceso de deterioro del pavimento, con la aparición y propagación de nuevas fisuras. Este proceso puede ser rápido o por el contrario prolongarse por muchos años, según la intensidad del tráfico.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	GRIETA DE DURABILIDAD (GD)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Las grietas de durabilidad son causadas por la expansión de los agregados grandes debido al proceso de congelamiento y descongelamiento, el cual, con el tiempo, fractura gradualmente el concreto. Este tipo de daño puede llevar a la destrucción eventual de la totalidad de la losa.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Generalmente las grietas por durabilidad aparecen en el concreto debido a:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ambientes alcalinos - Reactividad álcali-silice cuando los agregados son expuestos a cambios de temperatura. - Humedecimiento excesivo en el borde del pavimento sumado a exceso de cargas. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<ul style="list-style-type: none"> •Baja: Las grietas cubren menos del 15% del área de la losa. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unas pocas piezas pueden haberse desprendido. •Media: Existe una de las siguientes condiciones: <ol style="list-style-type: none"> 1. Las grietas "D" cubren menos del 15% del área de la losa y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse con facilidad. 2. Las grietas "D" cubren más del 15% del área. La mayoría de las grietas están cerradas, pero unos pocos pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente. • Alta: Las grietas "D" cubren más del 15% del área y la mayoría de los pedazos se han desprendido o pueden removerse fácilmente. 		
MEDIDAS		
<p>Cuando el daño se localiza y se califica en una severidad, se cuenta como una losa. Si existe más de un nivel de severidad, la losa se cuenta como poseedora del nivel de daño más alto. Por ejemplo, si grietas "D" de baja y media severidad están en la misma losa, la losa se registra como de severidad media únicamente.</p>		

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Baja: Parcheo profundo.• Media: Reconstrucción de juntas.• Alta: Reemplazo de la losa.
POSIBLE EVOLUCIÓN
<p>En niveles de deterioro medio y alto, se recomienda demoler una franja de losa igual al área afectada por las fisuras y reemplazar todo el espesor de la losa.</p>

FICHA TÉCNICA										
PATOLOGÍA	ESCALA (ES)									
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD										
										
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA								
DESCRIPCIÓN										
<p>Escala es la diferencia de nivel a través de la junta. Algunas causas comunes que la originan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Asentamiento debido una fundación blanda. •Bombeo o erosión del material debajo de la losa. •Alabeo de los bordes de la losa debido a cambios de temperatura o humedad. 										
POSIBLES CAUSAS										
<p>Es resultado en parte del acenso a través de la junta o grieta, del material suelto proveniente de debajo de la losa anterior (en sentido de la circulación del tránsito) como también por depresión del extremo de la losa posterior, al disminuir el soporte de la fundación. Son manifestaciones indicativas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bombeo bajo las losas; - Deficiente transferencia de carga en juntas; - Falta de apoyo de la fundación. 										
NIVELES DE SEVERIDAD										
<p>Se define por la diferencia de niveles a través de la grieta o junta como se indica en la siguiente tabla.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Grado de severidad</th> <th style="text-align: center;">Diferencia en altura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Baja</td> <td style="text-align: center;">De 3 a 10 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Media</td> <td style="text-align: center;">De 10 a 19 mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Alta</td> <td style="text-align: center;">Mas de 19 mm</td> </tr> </tbody> </table>			Grado de severidad	Diferencia en altura	Baja	De 3 a 10 mm	Media	De 10 a 19 mm	Alta	Mas de 19 mm
Grado de severidad	Diferencia en altura									
Baja	De 3 a 10 mm									
Media	De 10 a 19 mm									
Alta	Mas de 19 mm									
MEDIDAS										
<p>Los escalonamientos se miden contando y registrando separadamente según su severidad, el número existente en una sección o muestra, generalmente en términos de número de losas afectadas, de acuerdo a las siguientes premisas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El escalonamiento a través de una junta, se cuenta como una losa; - El escalonamiento a través de una grieta es una falla combinada; no se computa como el escalonamiento, pero se considera al definir la severidad de la grieta. La medición se efectúa a una distancia de 0.30 a 0.50m del borde externo de las losas. No se efectúa la medición en juntas afectadas por reparaciones temporarias. 										

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO**• Baja:**

-Fresado.

• Media:

-Resellar juntas que experimentan escalonamiento,

-Restauración de la fisura para rodamiento-corte de escalonamiento.

• Alta:

-Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón,

-Bacheo profundo con mezcla asfáltica.

POSIBLE EVOLUCIÓN

Juntas escalonadas pueden permanecer estables mucho tiempo o por lo contrario, evolucionar más o menos rápidamente. La intensidad del tráfico pesado, las condiciones de la interface losa/superficie de asiento y la existencia de dispositivo para la transferencia de carga a través de la junta. Son factores claves. Inicialmente afecta la comodidad de circulación (golpeteo al transponer las juntas) pero una vez alcanzado un nivel de severidad alto, conduce al desarrollo de agrietamiento y otros daños.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	DAÑO DEL SELLO DE LA JUNTA (DS)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Es cualquier condición que permite que suelo o roca se acumule en las juntas, o que permite la infiltración de agua en forma importante. La acumulación de material incompresible impide que la losa se expanda y puede resultar en fragmentación, levantamiento o descascaramiento de los bordes de la junta. La infiltración de agua a la fundación reduce su capacidad soporte y favorece el bombeo de material fino. Los defectos que suelen presentarse típicamente comprenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta o ausencia de material de sello; - Desprendimiento o pérdida de adherencia con los bordes de las losas; - Extrusión del material sellante (el material expulsado sobresale a los lados de la junta); - Endurecimiento y fracturamiento del material. 		
POSIBLES CAUSAS		
<p>La infiltración de agua a la fundación reduce su capacidad soporte y favorece el bombeo de material fino. Los defectos que suelen presentarse típicamente comprenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta o ausencia de material de sello; - Desprendimiento o pérdida de adherencia con los bordes de las losas; - Extrusión del material sellante (el material expulsado sobresale a los lados de la junta); - Endurecimiento y fracturamiento del material. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: El material de sello se encuentra en general en buena condición en toda la sección o muestra inspeccionada; pueden presentarse, pero solo en cantidad reducida, algunos de los defectos arriba indicados, pero no existen riesgo de infiltración de material incompresible. • Media: el material de sello se encuentra en general en condición regular, en toda la sección o muestra; uno o más defecto de la relación arriba indicada ocurren en grado moderado; el material de sello necesita ser reemplazo dentro de un periodo de 2 a 3 años. • Alta: Material de sello se encuentra en general en condición muy pobre en o bien no existe en toda la sección o muestra; uno o más defectos de la relación arriba indicada ocurren con grado de severidad alto; las juntas requieren ser selladas o reselladas a la brevedad. 		

MEDIDAS
Las deficiencias del material de sello no se cuentan sobre una base de losa a losa. La calificación asignada se refiere a condición del material de sello prevaleciente en toda el área o sección de pavimento inspeccionada
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Baja: Ninguna acción• Media: Resellado de juntas (solo aquellas con condición más crítica).• Alta: Resellado de juntas.
POSIBLE EVOLUCIÓN
La falla inicialmente afecta la comodidad de manejo en forma creciente durante su evolución para culminar en última instancia con la desintegración total del área de pavimento contigua a la junta. El proceso suele ser relativamente rápido, por lo que su atención es prioritaria. Los daños pueden ser evitados con un buen mantenimiento de las juntas (resellado periódico). Es difícil que estos daños se generalicen sobre toda la sección de pavimento.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	DESNIVEL CARRIL/BERMA (DC)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>El desnivel carril / berma es la diferencia entre el asentamiento o erosión de la berma y el borde del pavimento. La diferencia de niveles puede constituirse como una amenaza para la seguridad. También puede ser causada por el incremento de la infiltración de agua.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Las posibles causas del descenso de la berma, son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asentamiento de la berma por compactación insuficiente. - En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hacia el borde externo de la losa. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: -La diferencia entre el borde del pavimento y la berma es de 25 mm a 51 mm. • Media: -La diferencia de niveles es de 51 mm a 102 mm. • Alta: -La diferencia de niveles es mayor que 102 mm. 		
MEDIDAS		
<p>El desnivel carril / berma se calcula promediando los desniveles máximo y mínimo a lo largo de la losa. Cada losa que exhiba el daño se mide separadamente y se registra como una losa con el nivel de severidad apropiado.</p>		
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO		
<p>B, M, A: Renivelación y llenado de bermas para coincidir con el nivel del carril.</p>		

POSIBLE EVOLUCIÓN

Los deterioros con mayor probabilidad de ocurrencia como consecuencia de la evolución del descenso de la berma son:

- Separación entre la berma y la losa
- Despotrillamientos en la arista próxima a la berma.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	GRIETAS LINEALES (GRIETAS LONGITUNDALES, TRANSVERSALES)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Estas grietas, que dividen la losa en dos o tres pedazos, son causadas usualmente por una combinación de la repetición de las cargas de tránsito y el alabeo por gradiente térmico o de humedad.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Es causada por uno, o una combinación de los siguientes factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Excesiva repeticiones de cargas pesadas (fatiga); - Deciente apoyo de las losas (localizadas generalmente a una distancia de 0.50 a 2.00 m de la junta trasversal); - Asentamientos de la fundación (a veces en forma de arco y acompañada de hundimiento); - Excesiva relación longitud/ancho de la losa, o deficiencias en la ejecución de las juntas (grietas activas localizadas al centro de las losas o distribuidas regularmente a lo largo del pavimento); - Variaciones significativas en el espesor de las losas. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
LOSAS SIN REFUERZO		
<p>Baja: Grietas no selladas con ancho menor que 12mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.</p> <p>Media: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Grieta no sellada con ancho entre 12 mm y 51 mm. •Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 51mm con escala menor que 10mm. •Grieta sellada de cualquier ancho con escala menor que 10 mm. <p>Alta: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Grieta no sellada con ancho mayor que 51 mm. •Grieta sellada o no de cualquier ancho con escala mayor que 10 mm. 		
LOSAS CON REFUERZO		
<p>Baja: Grietas no selladas con ancho entre 3 mm y 25 mm, o grietas selladas de cualquier ancho con llenante en condición satisfactoria. No existe escala.</p> <p>Media: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grieta no sellada con un ancho entre 25 mm y 76 mm y sin escala. • Grieta no sellada de cualquier ancho hasta 76 mm con escala menor que 10 mm. • Grieta sellada de cualquier ancho con escala hasta de 10 mm. <p>Alta: Existe una de las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grieta no sellada de más de 76 mm de ancho. • Grieta sellada o no de cualquier ancho y con escala mayor que 10 mm. 		

MEDIDAS
Una vez se ha establecido la severidad, el daño se registra como una losa. Si dos grietas de severidad media se presentan en una losa, se cuenta dicha losa como una poseedora de grieta de alta severidad.
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Baja: Sellado de grietas más anchas que 3 mm.• Media: Sellado de grietas.• Alta: Sellado de grietas. Parcheo profundo. Reemplazo de la losa
POSIBLE EVOLUCIÓN
Fisuras activas evolucionan rápidamente si no se les da mantenimiento oportuno, periódicamente: la infiltración de material incomprensible provoca desportillamiento y fragmentación de los bordes, muy molesta para el tránsito, pueden combinarse con otras formas de agrietamientos, principalmente longitudinal, dando lugar a fisuras múltiples. Cuando existen evidencias de bombeo o de vacíos bajo las losas, la reparación debe involucrar la restitución de las condiciones de apoyo de la losa; de lo contrario, el mecanismo de falla continuara actuando.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	PARCHE GRANDE (PG)(MAYOR DE 0.45m ²)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>- Si hubo reemplazo de por lo menos la mitad de una losa de concreto, el traspaso de carga entre el parche y la losa es insuficiente por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<p>• Baja: El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño.</p> <p>• Media: El parche está moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable.</p> <p>• Alta: El parche está muy dañado. El estado de deterioro exige reemplazo.</p>		
MEDIDAS		
<p>Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.</p>		

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

- **Baja:** Mantenimiento rutinario.

- **Media:**

- Sellado de grietas-

- Reparar en todo el espesor, una franja que comprenda toda el área afectada.

- **Alta:**

- Reemplazo del parche.

- Reconstruir la junta de contracción utilizar pasadores de carga, barras de marre, tirilla de respaldo y sello de la junta, cuando corresponda.

POSIBLE EVOLUCIÓN

El deterioro de los parches en concreto, puede conducir a daño total del parche y de las zonas aledañas al mismo.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	PARCHE PEQUEÑO (PP)(MENOR DE 0.42m2)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material nuevo. Una excavación de servicios públicos (utility cut) es un parche que ha reemplazado el pavimento original para permitir la instalación o mantenimiento de instalaciones subterráneas.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>- En parches pequeños, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza epóxico como material de adhesión.</p>		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: -El parche está funcionando bien, con poco o ningún daño. • Media: -El parche esta moderadamente deteriorado o moderadamente descascarado en sus bordes. -El material del parche puede ser retirado con esfuerzo considerable. • Alta: -El parche está muy dañado. -El estado de deterioro exige reemplazo. 		
MEDIDAS		
<p>Si una losa tiene uno o más parches con el mismo nivel de severidad, se cuenta como una losa que tiene ese daño. Si una sola losa tiene más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad. Si la causa del parche es más severa, únicamente el daño original se cuenta.</p>		
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO		
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: Mantenimiento rutinario • Media: Sellado de grietas. • Alta: Reemplazo total del parche 		
POSIBLE EVOLUCIÓN		
<p>El deterioro de los parches en concreto, puede conducir a daño total del parche y de las zonas aledañas al mismo.</p>		

FICHA TÉCNICA	
PATOLOGÍA	PULIMIENTO DE AGREGADOS(PU)
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD	
	
NO TIENE SEVERIDAD DEFINIDA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Este daño se causa por aplicaciones repetidas de cargas del tránsito. Cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto, se reduce considerablemente la adherencia con las llantas. Cuando la porción del agregado que se extiende sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye significativamente a reducir la velocidad del vehículo.</p>	
POSIBLES CAUSAS	
<p>El pulimiento es causado primariamente por la acción abrasiva del tráfico, que produce el desgaste de la superficie del hormigón, particularmente cuando este es de calidad pobre. Los siguientes factores conducen a hormigones susceptibles de experimentar una degradación de su superficie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inadecuada dosificación del hormigón (bajo contenido de cemento, alta relación agua/cemento); - Adición de agua a la superficie durante las operaciones de determinación, en la etapa de construcción del pavimento; - Técnicas de terminación superficial inadecuadas; - Agregados pétreos degradables. 	
NIVELES DE SEVERIDAD	
<p>No se definen niveles de severidad. Es suficiente con indicar que existe un pulimiento de la superficie. El grado de pulimiento debe ser significativo para ser reportado: un examen de cerca debe revelar que el número de contactos con el agregado sobre la superficie del pavimento es muy reducido, y esta se presenta suave al tacto.</p>	
MEDIDAS	
<p>Una losa con agregado pulido se cuenta como una losa. De ser necesario puede medirse contando el número de losas afectadas en una sección o muestra. Se cuenta por número de losas afectadas en la muestra o sección de pavimento.</p>	
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO	
<p>Si algún sector de la superficie del pavimento se sospecha que presenta una condición extremadamente peligrosa y mantener un continuo monitoreo o seguimiento de dichos sectores. Solicitar autorización para la ejecución de alguno de los tratamientos siguientes:</p>	

- Aplicación de una lechada (asfáltica o cemento) en áreas localizadas.
- Sellado de la superficie con lechada.
- Restauración de la textura y lisura para rodamiento (aserrado de surcos transversales).

POSIBLE EVOLUCIÓN

La evolución depende de la durabilidad del hormigón y la naturaleza de los agregados (si son degradables o no). Si el problema se origina en prácticas de construcción defectuosa, una vez corregida el pulimiento no es recurrente. Por el contrario, alguno de los tratamientos indicados resulta de dudosa efectividad (opción temporal) cuando la causa de la fisura se debe al pulimiento de agregados muy degradables.

FICHA TÉCNICA	
PATOLOGÍA	POPOUTS (PO)
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD	
	
NO TIENE SEVERIDAD DEFINIDA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Un popout es un pequeño pedazo de pavimento que se desprende de la superficie del mismo. Puede deberse a partículas blandas o fragmentos de madera rotos y desgastados por el tránsito. Varían en tamaño con diámetros entre 25.0 mm y 102.0 mm y en espesor de 13.0 mm a 51.0 mm.</p>	
POSIBLES CAUSAS	
<p>Son causa por el efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de calidad pobre, poco durables y por alguna de las causas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, y agregados de inapropiada graduación. - Deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuosos). <p>Ciertos factores exógenos pueden favorecer el deterioro de la superficie, como el ataque de agua angulosas sueltas sobre las pistas, que incrementan el poder abrasivo del tránsito.</p>	
NIVELES DE SEVERIDAD	
<p>No se definen grados de severidad. Sin embargo, el popout debe ser extenso antes que se registre como un daño. La densidad promedio debe exceder aproximadamente tres por metro cuadrado en toda el área de la losa.</p>	
MEDIDAS	
<p>Debe medirse la densidad del daño. Si existe alguna duda de que el promedio es mayor que tres popout por metro cuadrado, deben revisarse al menos tres áreas de un metro cuadrado elegidas al azar. Cuando el promedio es mayor que dicha densidad, debe contabilizarse la losa.</p>	
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO	

- Reparación parcial con hormigón fino o con mortero de cemento (según profundidad de desprendimiento).
- Reparación parcial + recubrimiento con hormigón totalmente adherido.
- Bacheo superficial y sellado de superficie con lechada asfáltica.

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

Pueden permanecer estables mucho tiempo, como también evolucionar, siendo la durabilidad del hormigón un factor clave. La evolución puede tener lugar en dos sentidos. Por un lado, crecimiento de partículas cada vez más gruesas, que puede generalizarse en toda la superficie de la losa o por el contrario progresar localmente originando pequeños baches superficiales.

FICHA TÉCNICA	
PATOLOGÍA:	BOMBEO (BO)
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD	
	
NO TIENE SEVERIDAD DEFINIDA	
DESCRIPCIÓN	
<p>El bombeo es la expulsión de material de la fundación de la losa a través de las juntas o grietas. Esto se origina por la deflexión de la losa debida a las cargas. Cuando una carga pasa sobre la junta entre las losas, el agua es primero forzada bajo losa delantera y luego hacia atrás bajo la losa trasera. Esta acción erosiona y eventualmente remueve las partículas de suelo lo cual generan una pérdida progresiva del soporte del pavimento. El bombeo puede identificarse por manchas en la superficie y la evidencia de material de base o subrasante en el pavimento cerca de las juntas o grietas.</p>	
POSIBLES CAUSAS	
<p>El mecanismo que da origen a estas fallas tiene lugar cuando concurren tres factores:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cargas pesadas y frecuentes capaces de provocar deflexiones importantes. - Presencia de agua libre en interface losa/fundación. - Fundación constituida por suelos finos o materiales erosionable (las subbase estabilizadas son susceptibles de experimentar bombeo aunque solo con un nivel de severidad bajo) 	
NIVELES DE SEVERIDAD	
<p>Se diferencian tres niveles de severidad (bajo, media y alta) según el grado de actividad del bombeo y las manifestaciones que lo acompañan. Estas pueden ser mejor apreciadas durante una lluvia o inmediatamente de esta.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Durante la lluvia se comprueba que al paso de camiones pesados el agua es eyectada a través de juntas; hay evidencias de la presencia de agua entre pavimento y paseo. Sin embargo, no se observan vestigio de material fino provenientes de las capas inferiores, en la superficie del pavimento. - La existencia de vacíos bajo las losas puede ser detectada a través de la percepción del basculamiento de sus extremos cuando pasan vehículos pesados. Alrededor de juntas y/o bordes del pavimento se observan algunos vestigios de material fino. -Las losas experimentan un importante basculamiento al paso de las cargas, debido a presencia de vacíos. Hay signos evidentes de que una cantidad significativa de material fino ha sido bombeada a través de las juntas y grietas (acumulación de lodo y material fino). Otras degradaciones acompañan el fenómeno (agrietamiento, escalonamiento). 	
MEDIDAS	

El bombeo de una junta entre dos losas se contabiliza como dos losas. Sin embargo, si las juntas restantes alrededor de la losa tienen bombeo, se agrega una losa por junta adicional con bombeo.

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

- Verificar necesidad de resellar las juntas y evaluar la condición de los elementos de desagüe.
- Resellar juntas y grietas; vigilar posible evolución.
- Mejorar condiciones de drenaje superficial de paseos y/o elementos de desagüe
- Subllenado de vacíos bajo losas (en combinación con la técnica precedente).
- Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón; mejorar condiciones de drenaje superficial de paseos y/o elementos de desagüe.
- Bacheo temporario con mezcla asfáltica (en todo el espesor)
- Sub-llenado de vacíos bajo losas
- Reposición de losas con hormigón
- En todos los casos deben complementarse con el resellado de juntas y grietas y mejoramiento de las condiciones de drenaje de paseos y elementos de desagüe.

POSIBLE EVOLUCIÓN

El mecanismo de deterioro que produce el bombeo lleva en sí mismo los factores que alimentan su crecimiento progresivo: a medida que se reduce el soporte de las losas por la presencia de cavidades en la interface losa/superficie de asiento, aumentan las deflexiones bajo carga; esto moviliza una cantidad adicional de agua y material fino, que incrementa la profundidad y extensión de los vacíos o cavidades, acelerando la evolución del fenómeno. Esta evolución puede caracterizarse por la aparición de otras manifestaciones complementarias (agrietamientos, escalonamientos) que conducen gradualmente a la rotura de las losas, con un alto impacto en la serviciabilidad del pavimento.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	PUNZONAMIENTO (PZ)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Este daño es un área localizada de la losa que está rota en pedazos. Puede tomar muchas formas y figuras diferentes, pero, usualmente, está definido por una grieta y una junta o dos grietas muy próximas, usualmente con 1.52 m entre sí. Este daño se origina por la repetición de cargas pesadas, el espesor inadecuado de la losa, la pérdida de soporte de la fundación o una deficiencia localizada de construcción del concreto.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Resultan de la continua acción del tránsito y del agua sobre losas que evidencian fisuras múltiples de severidad alta, por conjugación de varias causas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiencia del espesor del pavimento frente al tráfico real; - Condición de soporte deficientes (vacíos bajo las losas); - Bombeo a través de juntas y grietas; - Hormigón de calidad muy pobre (deficiencias de construcción) - Falta de mantenimiento oportuno. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<p>Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base a las manifestaciones que preceden o acompañan al bache o rotura.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baja: Grietas de severidad media a baja subdividen parte de la losa en bloques de reducida área (de largo o ancho menor de 1.5 m); no hay signos de dislocamientos ni hundimiento. - Media: Grietas de severidad alta subdividen parte de la losa en bloques muy fragmentados y desportillados; algunos trozos han sido removidos o por el tráfico. - Alta: Amplios sectores de la losa han sido removidos o desintegrados por la acción del tráfico, formando cavidades profundas. 		

Grado de severidad de las grietas	Cantidad de grietas existentes en una losa		
	2 a 3	4 a 5	5 a más
Baja	B	B	M
Media	B	M	A
Alta	M	A	A

MEDIDAS

Si la losa tiene uno o más punzonamientos, se contabiliza como si tuviera uno en el mayor nivel de severidad que se presente.

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

- Baja: Sellado de grietas.
- Media: Sellado de grietas, bacheo superficial con mescla asfáltica (en superficie), reparación en todo el espesor de la losa con hormigón.
- Alta: Reposición de losas con hormigón (afectadas); hormigón convencional o compactado a rodillo, trabajos preparación previa + recubrimiento con hormigón, total o parcialmente adherido o con capa separadora, según condiciones específicas (hormigón convencional o compactado a rodillo).

POSIBLE EVOLUCIÓN

En general son indicativas de una situación de infradiseño y por consiguiente tienden a extenderse a toda la sección de pavimento, durante su evolución. La subdivisión de la losa en paños más pequeños continúa durante el proceso de deterioro del pavimento, con la aparición y propagación de nuevas fisuras. Este proceso puede ser rápido o por el contrario prolongarse por muchos años, según la intensidad del tráfico.

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	DESCONCHAMIENTO, MAPA DE GRIETAS, CRAQUELADO (DM)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>El mapa de grietas o craquelado (crazing) se refiere a una red de grietas superficiales, finas o capilares, que se extienden únicamente en la parte superior de la superficie del concreto. Las grietas tienden a interceptarse en ángulos de 120 grados.</p> <p>Generalmente, este daño ocurre por exceso de manipulación en el terminado y puede producir el descamado, que es la rotura de la superficie de la losa a una profundidad aproximada de 6 mm a 13 mm..</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Son provocadas por la acción del tránsito y del clima sobre una superficie del pavimento con perceptibles defectos originados en una técnica y control de calidad muy pobres durante la construcción del pavimento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Superficie muy débil por defecto de la exudación de mortero y agua durante las operaciones de terminado (sobretérminado) - Derrames de productos químicos que ataquen al hormigón (sales, ácidos); - Armaduras excesivamente próximas a la superficie; - Desagregación de los ángulos y puntos de intersección de redes o mallas de fisuras capilares; - Acción del fuego provocado por combustibles derramados. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: El craquelado se presenta en la mayor parte del área de la losa; la superficie está en buena condición con solo un descamado menor presente. • Media: La losa está descamada, pero menos del 15% de la losa está afectada. • Alta: La losa esta descamada en más del 15% de su área. 		
MEDIDAS		
<p>Una losa descamada se contabiliza como una losa. El craquelado de baja severidad debe contabilizarse únicamente si el descamado potencial es inminente, o unas pocas piezas pequeñas se han salido.</p>		

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

- Baja: Mantenimiento rutinario
- Media: Reemplazo de la losa.
- Alta: Parcheo profundo o parcial. Reemplazo de la losa. Sobrecarpeta.

POSIBLE EVOLUCIÓN

Por lo general permanecen estables sin evolucionar con el tiempo; en algunos casos la acción abrasiva del tránsito puede conducir gradualmente en un crecimiento del área afectada en extensión.

FICHA TÉCNICA	
PATOLOGÍA	GRIETAS DE RETRACCIÓN (GR)
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD	
	
NO TIENE SEVERIDAD DEFINIDA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Son grietas capilares usualmente de unos pocos pies de longitud y no se extienden a lo largo de toda la losa. Se forman durante el fraguado y curado del concreto y generalmente no se extienden a través del espesor de la losa.</p>	
POSIBLES CAUSAS	
<p>Ocurren cuando las tensiones de contracción debidas a la retracción del hormigón fresco superan su resistencia, situación que tiene lugar por efecto de una o una combinación de las causas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Curado inicial defectuoso, frente a condiciones desfavorables (tiempo caluroso, seco y ventoso); - Debilitamiento de la superficie por exceso de terminado durante la construcción; - Deficiente consolidación del hormigón fresco durante su colocación o puesta en obra. 	
NIVELES DE SEVERIDAD	
<ul style="list-style-type: none"> -No se establecen niveles de severidad. -Por lo general no requieren corrección alguna 	
MEDIDAS	
<p>Si una o más grietas de retracción existen en una losa en particular, se cuenta como una losa con grietas de retracción.</p>	

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

Normalmente no es necesario llevar a cabo ningún tipo de reparación. Ocasionalmente, tratándose de fisuras de ancho mayor, o que intersecan todo el ancho del carril puede proceder a su sellado mediante la aplicación de una lechada cementicia, barrida y cepillada contra la superficie fisurada. (El sellado con materiales bituminosos no reporta beneficios y resulta antiestético, debido a que la mayor parte del material aplicado se esparce sobre la superficie; el reducido ancho de éstas impide la penetración del sellante).

POSIBLE EVOLUCIÓN

Por lo general no representan ningún peligro para el pavimento; rara vez evolucionan.

FICHA TÉCNICA																
PATOLOGÍA	DESCASCARAMIENTO DE ESQUINA (DS)															
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD																
																
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA														
DESCRIPCIÓN																
<p>Es la rotura de la losa a 0.6 m de la esquina aproximadamente. Un descascaramiento de esquina difiere de la grieta de esquina en que el descascaramiento usualmente buza hacia abajo para interceptar la junta, mientras que la grieta se extiende verticalmente a través de la esquina de losa.</p>																
POSIBLES CAUSAS																
<p>Es provocada por la repetición de las cargas pesadas del tránsito en combinación con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La acción del bombeo a través de bordes y juntas, que debilita y erosiona en apoyo de la fundación; - Deficiente transferencia de cargas a través de la junta, que favorece se produzcan altas deflexiones de esquina; - Debilitamiento de las condiciones de soporte de la fundación; - Pavimentos muy estrechos que favorecen la concentración de las repeticiones de las cargas muy próximas al borde; - Albeo de las losas por variaciones térmicas o de contenido de humedad 																
NIVELES DE SEVERIDAD																
<p>En la tabla siguiente se listan los niveles de severidad para el descascaramiento de esquina. El descascaramiento de esquina con un área menor que 6452 mm² desde la grieta hasta la esquina en ambos lados no deberá contarse.</p>																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Profundidad del descascaramiento</th> <th colspan="2">Dimensiones de los lados del descascaramiento</th> </tr> <tr> <th>127x127 mm a 305 x305mm</th> <th>Mayor que 305mmx305 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Menor de 25 mm</td> <td>B</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>>25 mm a 51 mm</td> <td>B</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Mayor de 51 mm</td> <td>M</td> <td>A</td> </tr> </tbody> </table>		Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento		127x127 mm a 305 x305mm	Mayor que 305mmx305 mm	Menor de 25 mm	B	B	>25 mm a 51 mm	B	M	Mayor de 51 mm	M	A
Profundidad del descascaramiento	Dimensiones de los lados del descascaramiento															
	127x127 mm a 305 x305mm	Mayor que 305mmx305 mm														
Menor de 25 mm	B	B														
>25 mm a 51 mm	B	M														
Mayor de 51 mm	M	A														

MEDIDAS
Si en una losa hay una o más grietas con descascaramiento con el mismo nivel de severidad, la losa se registra como una losa con descascaramiento de esquina. Si ocurre más de un nivel de severidad, se cuenta como una losa con el mayor nivel de severidad.
ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Baja: Mantenimiento rutinario.• Media: Parcheo parcial, Sellado de grietas. Revisar estado del sellante de las juntas y resellar si es necesario, Mejoramiento condiciones de drenaje de los paseos (en combinación con alguna de las técnicas precedentes).• Alta: Parcheo parcial, Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón, Reparación en todo el espesor de la losa con hormigón (puede ser necesario la colocación de pasadores).
POSIBLE EVOLUCIÓN
La esquina de la losa es el punto más débil del pavimento. Las deflexiones de esquina suelen ser importantes cuando se produce el debilitamiento y/o erosión del soporte de la fundación. En estos casos la evolución es rápida y acompañada de hundimientos que hacen la circulación poco confortable.

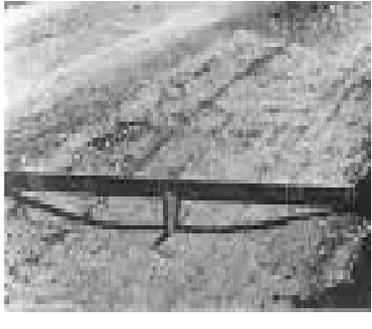
FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA	DESCASCARAMIENTO DE JUNTA (DJ)	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Es la rotura de los bordes de la losa en los 0.60 m de la junta. Generalmente no se extiende verticalmente a través de la losa si no que intercepta la junta en ángulo. La infiltración de agua a la fundación reduce su capacidad soporte y favorece el bombeo de material fino. Los defectos que suelen presentarse típicamente comprenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falta o ausencia de material de sello; - Desprendimiento o pérdida de adherencia con los bordes de las losas; - Extrusión del material sellante (el material expulsado sobresale a los lados de la junta); - Endurecimiento y fracturamiento del material. • Esfuerzos excesivos en la junta causados por las cargas de tránsito o por la infiltración de materiales incompresibles. • Concreto débil en la junta por exceso de manipulación. 		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Básicamente las manifestaciones mencionadas responden a tres mecanismos de degradación, que pueden actuar en forma aislada o combinada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Levantamiento del material sellante por efecto del tráfico y movimiento de las losas; - Expulsión por fuerzas de compresión que cierran excesivamente la junta; - Aplicación de una técnica inadecuada durante las operaciones de sellado 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<p>En la siguiente tabla se ilustran los niveles de severidad para descascaramiento de junta. Una junta desgastada, en la cual el concreto ha sido desgastado a lo largo de toda la junta se califica como de baja severidad.</p>		

Fragmentos del descascaramiento	Ancho del descascaramiento	Longitud del descascaramiento	
		<0.6 m	>0.6m
Duros. No puede removerse facilmente (pueden faltar algunos pocos fragmentos)	< 102mm	B	B
	>102mm	B	B
Suelos. Pueden removerse y algunos fragmentos pueden faltar. Si la mayoría o todos los fragmentos faltan, el descascaramiento es superficial, menos de 25 mm	< 102mm	B	M
	>102mm	B	M
Desaparecidos. La mayoría , o todos los fragmentos han sido removidos	< 102mm	B	M
	>102mm	M	A

MEDIDAS
<p>Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.</p>

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Baja: Ninguna acción. • Media: <ul style="list-style-type: none"> -Resellado de juntas (solo aquellas con condición más crítica). • Alta: Reconstrucción de la junta

POSIBLE EVOLUCIÓN
<p>La falla inicialmente afecta la comodidad de manejo en forma creciente durante su evolución para culminar en última instancia con la desintegración total del área de pavimento contigua a la junta. El proceso suele ser relativamente rápido, por lo que su atención es prioritaria. Los daños pueden ser evitados con un buen mantenimiento de las juntas (resellado periódico). Es difícil que estos daños se generalicen sobre toda la sección de pavimento.</p>

FICHA TÉCNICA		
PATOLOGÍA:	HUNDIMIENTO	
FOTOGRAFÍA SEGÚN EL GRADO DE SEVERIDAD		
		
SEVERIDAD BAJA	SEVERIDAD MEDIA	SEVERIDAD ALTA
DESCRIPCIÓN		
<p>Depresión o descenso de la superficie original del pavimento en un área localizada del mismo. De amplitud y extensión variable, suele estar acompañado de un significativo agrietamiento cuando se trata de depresiones de corta longitud de onda (asentamientos diferenciales). Por lo común se trata de una falla de tipo puntual, originada por causas localizadas. Puede ser detectado por su efecto en la comodidad de manejo, cuando se circula sobre el pavimento a cierta velocidad.</p>		
POSIBLES CAUSAS		
<p>Las siguientes causas pueden dar lugar a deformaciones permanentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asentamiento o consolidación de terraplenes sobre fundaciones de suelos compresibles; - Deficiente compactación de la subbase o de materiales de rellenos contiguos a estructuras de drenaje o muros de retención; - Pérdida de soporte de la subrasante; - Deficiencias en el proceso de construcción de las losas y/o subbases. 		
NIVELES DE SEVERIDAD		
<p>Siendo en general de gran longitud de onda, se pueden diferenciar según su incidencia en la comodidad de manejo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja: -El hundimiento causa el vehículo un balanceo o salto característico, sin general incomodidad. • Media: -El hundimiento causa al vehículo un significativo salto o balanceo, que genera incomodidad. • Alta: -El hundimiento causa un excesivo salto que provoca una pérdida de control del vehículo generado una sustancial incomodidad y/o riesgo para la seguridad, y/o daño al vehículo, siendo necesaria una reducción de la velocidad. 		
MEDIDAS		
<p>Si el descascaramiento se presenta a lo largo del borde de una losa, esta se cuenta como una losa con descascaramiento de junta. Si está sobre más de un borde de la misma losa, el</p>		

borde que tenga la mayor severidad se cuenta y se registra como una losa. El descascaramiento de junta también puede ocurrir a lo largo de los bordes de dos losas adyacentes. Si este es el caso, cada losa se contabiliza con descascaramiento de junta.

ALTERNATIVA DE MANTENIMIENTO

- Baja: Ninguna acción.
- Media:
 - Resellado de juntas (solo aquellas con condición más crítica).
- Alta: Reconstrucción de la junta

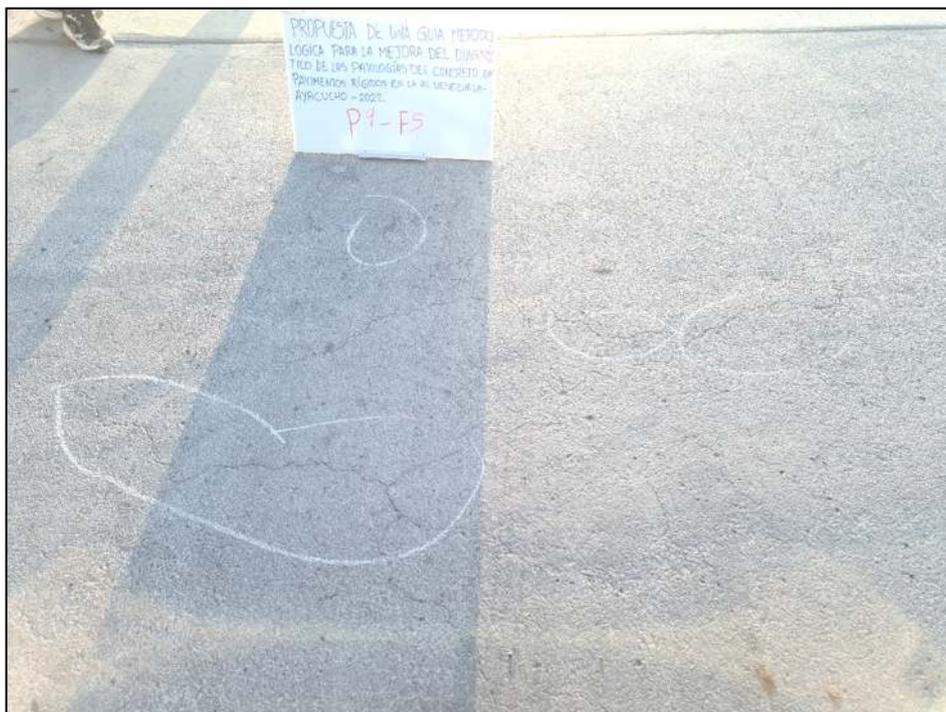
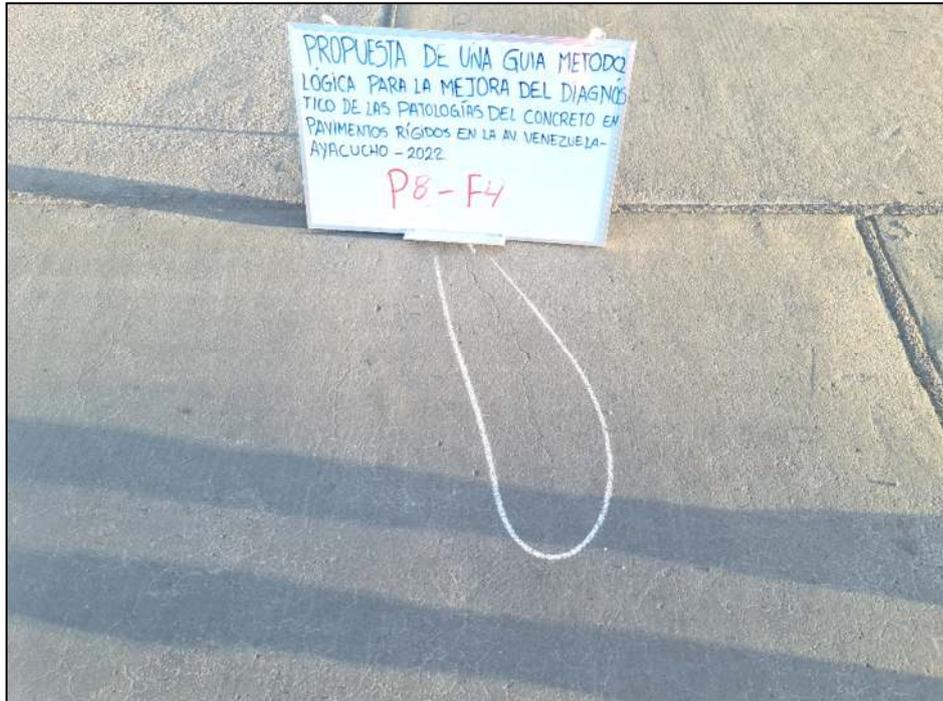
POSIBLE EVOLUCIÓN

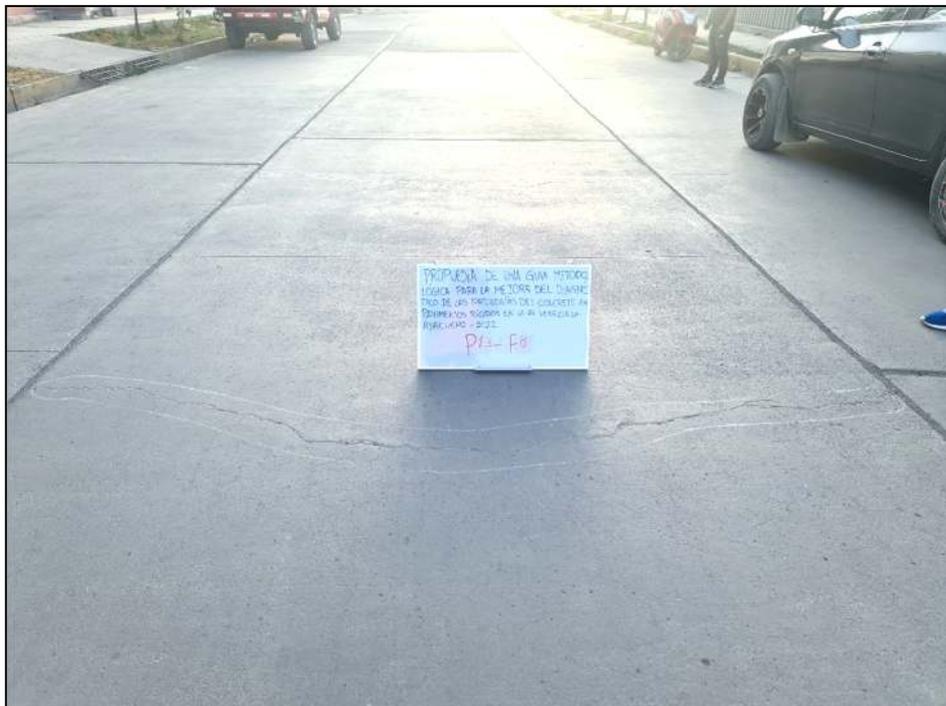
La falla inicialmente afecta la comodidad de manejo en forma creciente durante su evolución para culminar en última instancia con la desintegración total del área de pavimento contigua a la junta. El proceso suele ser relativamente rápido, por lo que su atención es prioritaria. Los daños pueden ser evitados con un buen mantenimiento de las juntas (resellado periódico). Es difícil que estos daños se generalicen sobre toda la sección de pavimento.

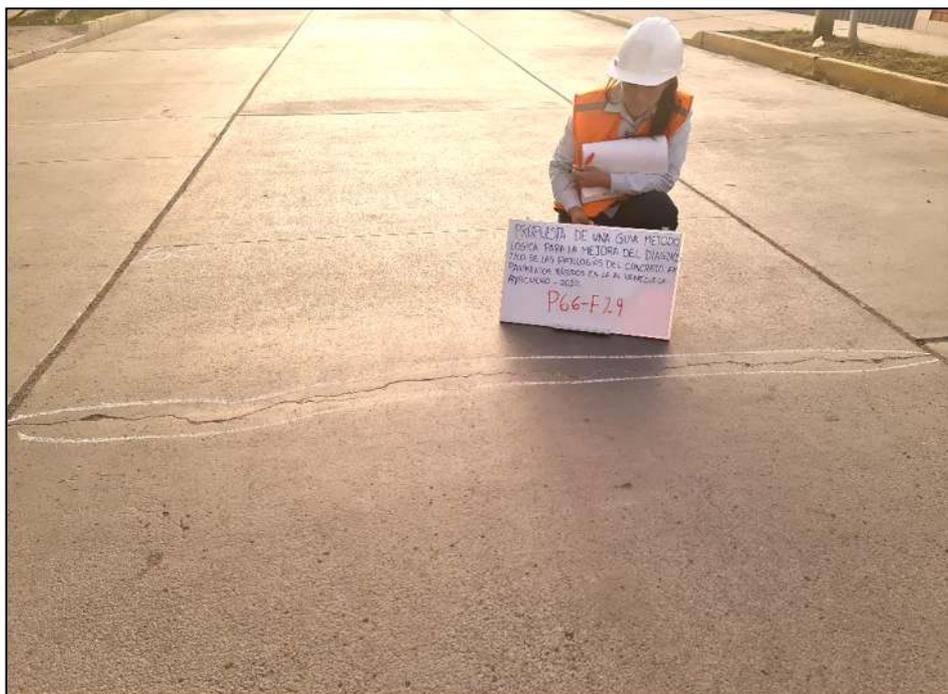
SENTIDO DE LA VIA []

SENTIDO DE LA VIA []

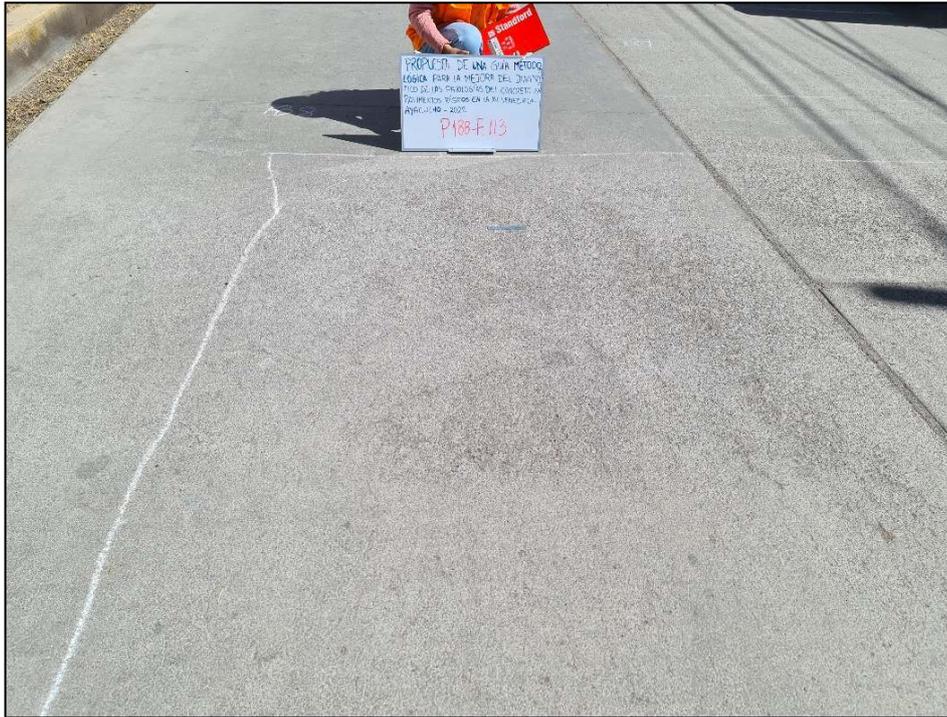
SENTIDO DE LA VIA []

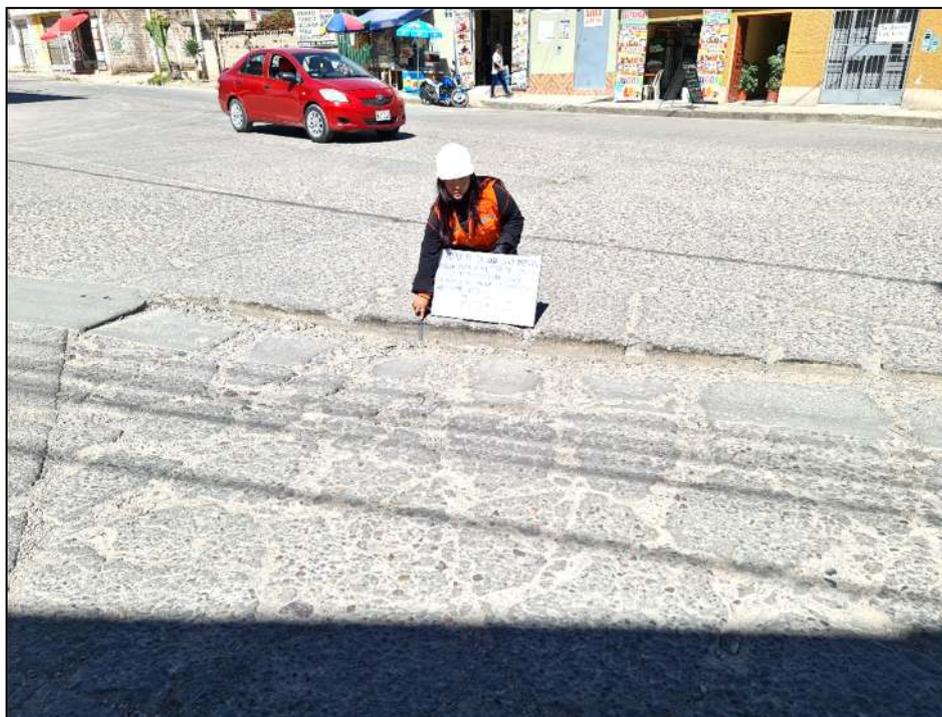
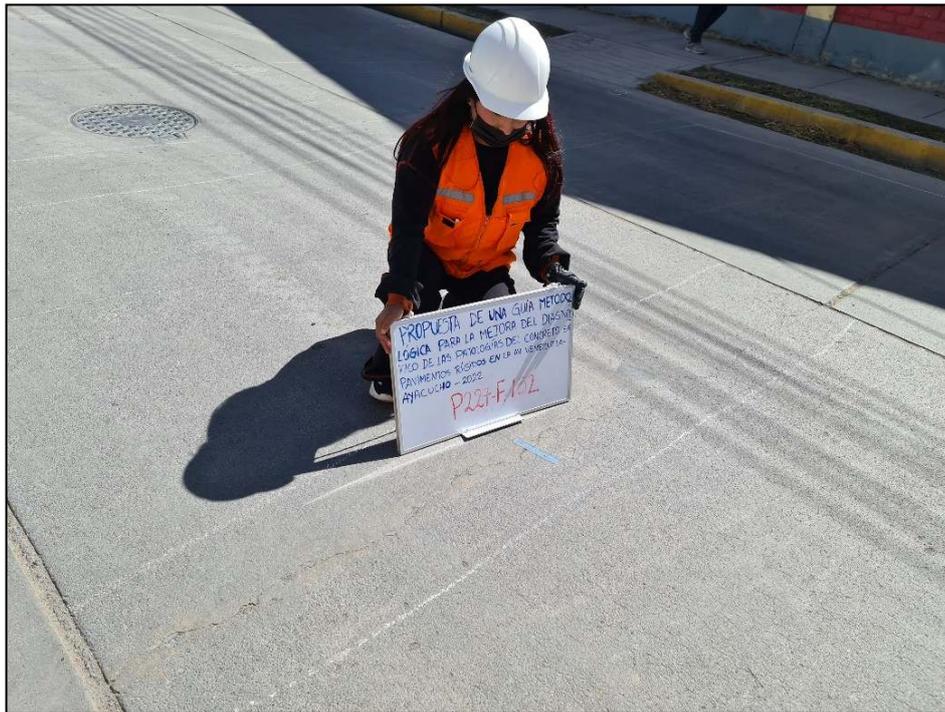
Anexo 7: Visitas a campo para la identificación de patologías





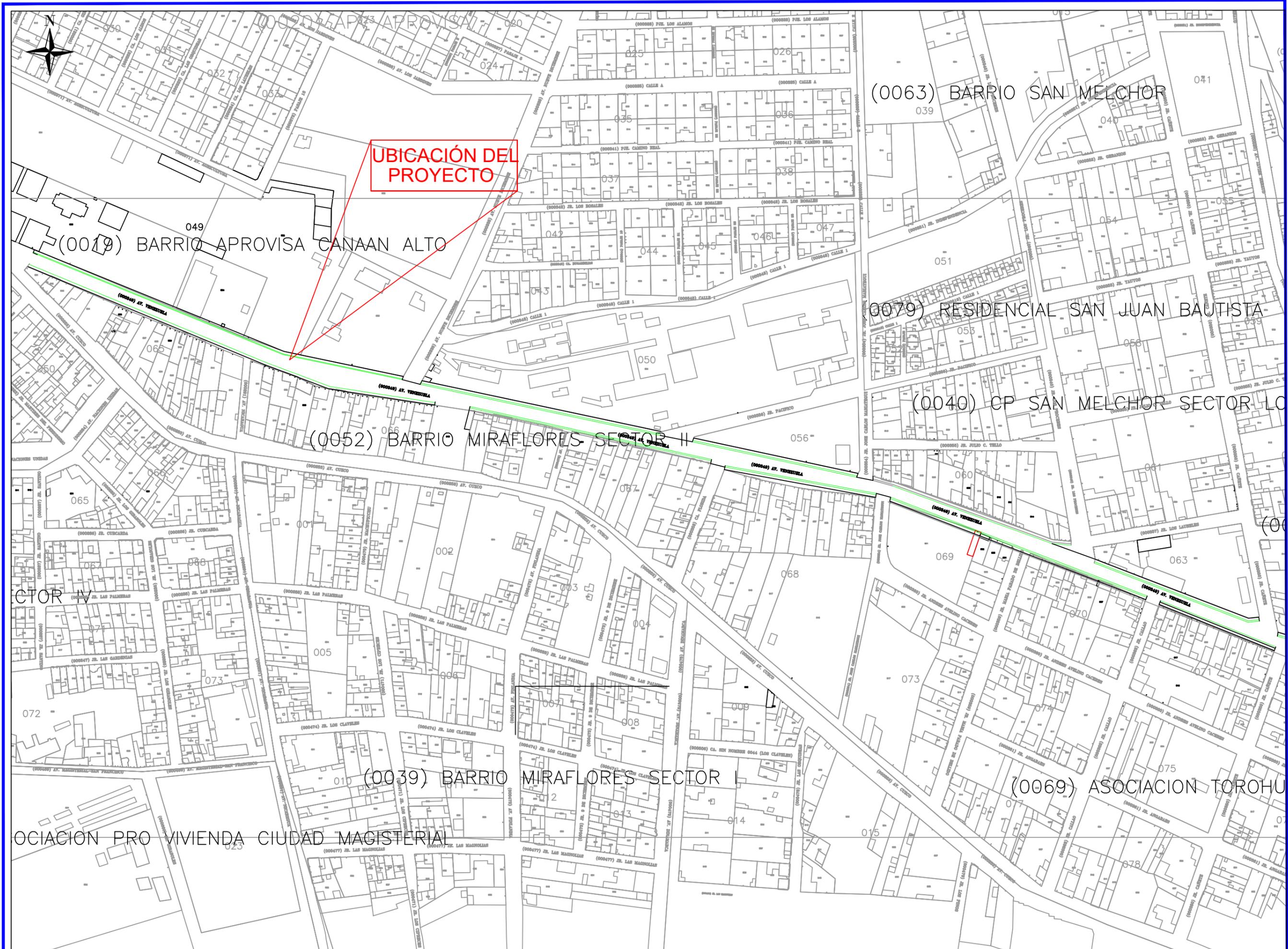








Anexo 8:
Plano de ubicación del proyecto y plano de losas estudiadas



UBICACIÓN DEL PROYECTO

(0019) BARRIO APROVISA CANAAN ALTO

(0063) BARRIO SAN MELCHOR

(0052) BARRIO MIRAFLORES SECTOR II

(0079) RESIDENCIAL SAN JUAN BAUTISTA

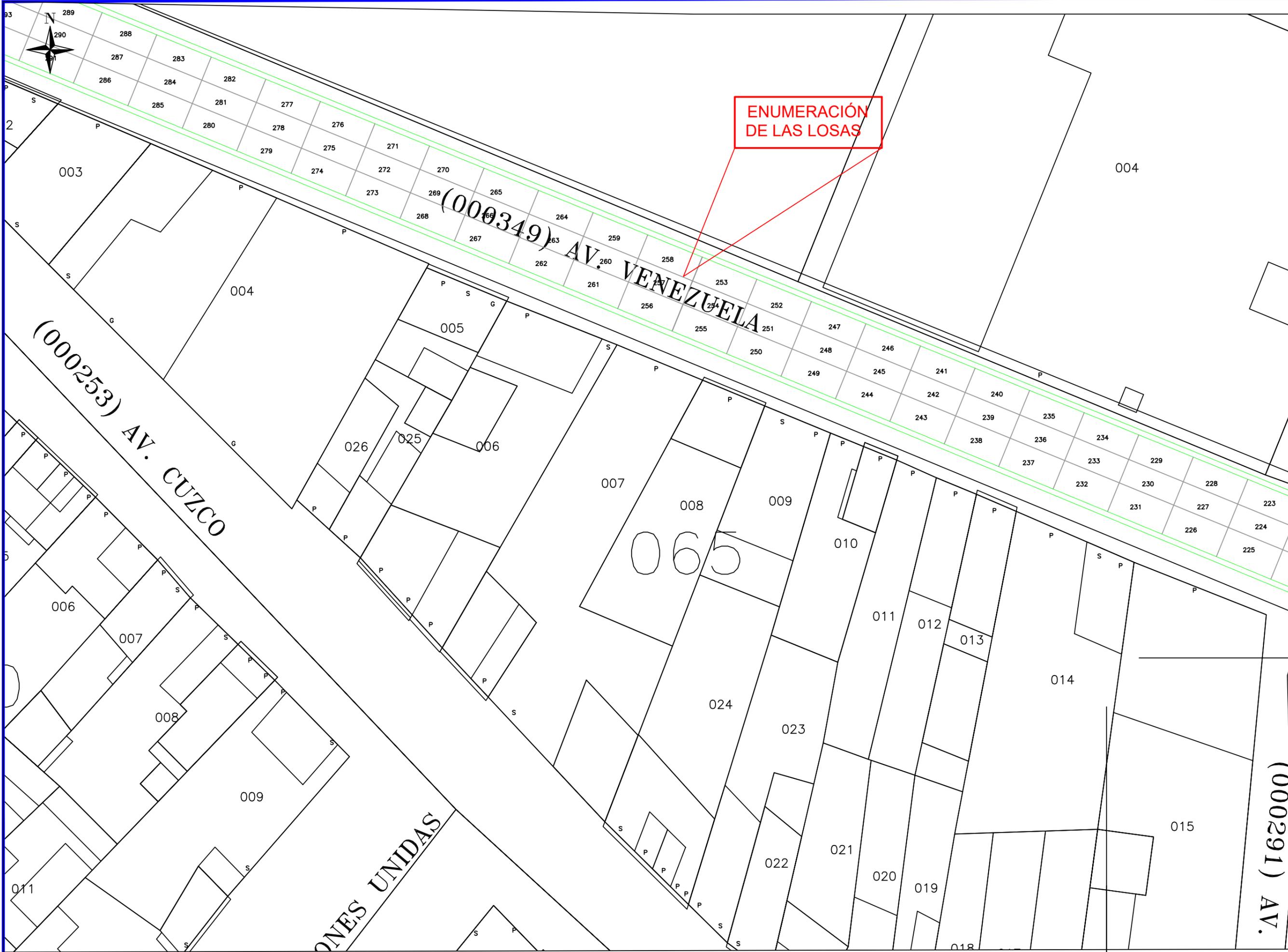
(0040) CP SAN MELCHOR SECTOR LO

CTOR IV

(0039) BARRIO MIRAFLORES SECTOR I

(0069) ASOCIACION TOROHU

OCIACION PRO VIVIENDA CIUDAD MAGISTERIAL



ENUMERACIÓN DE LAS LOSAS

288 287 283 282 277 276 271 270 265 264 259 258 253 252 247 246 241 240 235 234 229 228 223
286 284 281 278 275 272 269 268 263 262 261 256 255 250 249 248 245 244 243 239 238 237 236 233 232 231 230 227 226 224 225
003 004 005 006 007 008 009 010 011 012 013 014 015
(000253) AV. CUZCO
UNES UNIDAS
(000349) AV. VENEZUELA
(000291) AV.
065