



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERIO/A CIVIL

TEMA

**“EVALUACION DEL PAVIMENTO Y PROPUESTA DE
MANTENIMIENTO VIAL DE LA AVENIDA ANTONIO VARGAS Y
CALLE NACIONES UNIDAS DEL CANTON SIMON BOLIVAR”**

TUTOR

MGTR. JENIFFER MICHELLE FLORES RAMOS

AUTORES

MARTHA CECILIA DIER VARGAS

JOSE RAFAEL VILLAFUERTE DUEÑAS

GUAYAQUIL

2024

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS		
TÍTULO Y SUBTÍTULO: "EVALUACION DEL PAVIMENTO Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO VIAL DE LA AVENIDA ANTONIO VARGAS Y CALLE NACIONES UNIDAS DEL CANTON SIMON BOLIVAR"		
AUTOR/ES: MARTHA CECILIA DIER VARGAS JOSE RAFAEL VILLAFUERTE DUEÑAS		TUTOR: MGTR. JENIFFER MICHELLE FLORES RAMOS
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil		Grado obtenido: Tercer nivel. INGENIERO CIVIL.
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN		CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2024		N. DE PÁGS: 154
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción		
PALABRAS CLAVE: Evaluación, pavimento, mantenimiento, vial, requisitos.		
RESUMEN: En la actualidad, el deterioro de los pavimentos depende esencialmente de diversos factores entre los que se encuentran los factores pasivos determinados por las características como el material empleado, espesor de las capas y calidad de la construcción; en cuanto a los factores activos se establecen el tráfico y los agentes climáticos. Por lo antes expuesto esta investigación tiene como propósito elaborar un plan de mantenimiento vial mediante una evaluación de pavimento de la Av. Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar. En este estudio se empleó un enfoque metodológico mixto con análisis cualitativo y cuantitativo, con un alcance de investigación de tipo descriptiva que ayudó en el desarrollo del levantamiento topográfico la misma que se fundamentó con la técnica de la observación, la misma que implicó un trabajo de campo centrado en evaluar el estado de la vía Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas. Donde los resultados evidenciaron que se identificaron diversas fallas en el 11 tramo establecidos desde la abscisa 0+000 – hasta la 0+0640, entre las principales fallas se encontraron piel de cocodrilo, depresión, parcheo, grieta longitudinal, huecos, agrietamiento de bloques. Por lo que se concluyó que se deben de efectuar actividades de mantenimiento rutinario y periódico, entre los que se encuentran limpieza de la calzada, para facilitar la presencia del tráfico vehicular, limpieza de la vegetación a fin de disminuir las afecciones a la estructura del pavimento y de esta manera aumentar la visibilidad del conductor, efectuar la limpieza de las cunetas lateras junto con las cunetas de coronación a fin de evitar de que se produzca el estancamiento del agua.		
N. DE REGISTRO (en base de datos):		N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (Web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>

CONTACTO CON AUTOR/ES: MARTHA CECILIA DIER VARGAS JOSE RAFAEL VILLAFUERTE DUEÑAS	Teléfono: 0980914353 0988869537	E-mail: marthadierv@ulvr.edu.ec jvillafuerted@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	PhD. Marcial Sebastián Calero Amores Decano de Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción. Teléfono: 2596500 Ext. 241 E-mail: mcaleroa@ulvr.edu.ec Mgtr. Eliana Noemi Contreras Jordán directora de Carrera de Ingeniería Civil Teléfono: 2596500 Ext. 242 E-mail: econtrerasj@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

"EVALUACION DEL PAVIMENTO Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO VIAL DE LA AVENIDA ANTONIO VARGAS Y CALLE NACIONES UNIDAS DEL CANTON SIMON BOLIVAR"

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

7%

2

repository.unipiloto.edu.co

Fuente de Internet

1%

3

Marco Arturo Valladares Villagómez.
"Perspectiva de los docentes y estudiantes
frente a la virtualización educativa como
alternativa en tiempos de COVID-19 en la
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de
la Universidad Central del Ecuador",
Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1%

4

repositorio.escolamilitar.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

www.oitandina.org.pe

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

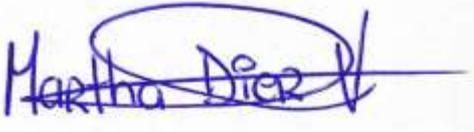


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes egresados **Martha Cecilia Dier Vargas** y **José Rafael Villafuerte Dueñas**, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Trabajo de Titulación, **“Evaluación del pavimento y propuesta de mantenimiento vial de la Avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar”**, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autores

Firma: 

Martha Cecilia Dier Vargas

C.I. 0953948478

Firma: 
José Rafael Villafuerte Dueñas

C.I.
0931171847

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de docente Tutor del Trabajo de Titulación **“Evaluación del pavimento y propuesta de mantenimiento vial de la Avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar”**, designada por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Trabajo de Titulación, titulado: **“Evaluación del pavimento y propuesta de mantenimiento vial de la Avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar”**, presentado por los estudiantes **Martha Cecilia Dier Vargas** y **José Rafael Villafuerte Dueñas**, como requisito previo, para optar al Título de **Ingeniero Civil**, encontrándose apto para su sustentación.

Firma:  JENIFFER MICHELLE
FLORES RAMOS

MGTR. JENIFFER MICHELLE FLORES RAMOS

C.C. 1206562058

AGRADECIMIENTO

Agradezco con amor infinito a Dios, por la fortaleza y apoyo brindado durante mi vida y en el desarrollo de mis estudios.

A mi papá Julio, le agradezco su inquebrantable confianza en mí, su incansable esfuerzo por brindarme las mejores oportunidades y su constante motivación para alcanzar mis metas. Sus sabios consejos y su ejemplo de trabajo duro me han inspirado a ser una mejor persona y profesional.

Mamá Diana, gracias por siempre creer en mí, incluso cuando yo mismo dudaba. Tu amor y comprensión me han dado la fuerza para seguir adelante en los momentos difíciles.

Hermanas, gracias por ser mis mejores amigas y confidentes. Siempre han estado ahí para mí, para celebrar mis logros y para consolarme en los momentos de fracaso. Su apoyo y compañía han sido invaluableles en este camino.

A mi compañero de tesis, José, quiero agradecerle por su amistad incondicional y por su apoyo constante. Su conocimiento, experiencia y compañerismo fueron fundamentales para el éxito de nuestro trabajo. Gracias por ser un gran amigo y apoyo durante este proceso.

Gracias a ustedes, he podido alcanzar este sueño que tanto anhelaba. Este logro no solo es mío, sino también de ustedes, que han sido parte fundamental de este proceso.

DEDICATORIA

Dedico con mucho amor esta tesis a mis queridos padres, quienes han sido una fuente de inspiración para esforzarme a diario y hacerme sentir que podía con todo y que tenía la facultad de dedicarme a lo que quisiera con tal de que me hiciera feliz.

A mis amigos por su cariño, comprensión y fortaleza brindada durante toda mi vida y carrera universitaria.

Los amos con todo mi corazón y les dedico este triunfo.

Martha Cecilia Dier Vargas

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios sobre todas las cosas por darme la sabiduría, paciencia y fuerza sin esto no lo hubiera logrado. A mi familia, que sin ellos no hubiera cumplido este logro, a mis profesores de la facultad por haberme brindado los conocimientos que ahora podré poner en práctica y crecer profesionalmente, a mi compañera de tesis Martha Dier por su dedicación y predisposición al realizar este trabajo.

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a mi madre Patricia Dueñas y mi tío Hugo Dueñas, por su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa en la universidad, a mi hermana Nelly Villafuerte por sus consejos en cada momento que he pasado, a mi hija y a mi esposa Ma. Fernanda Ramírez por su paciencia, ayuda y amor que ha sido mi soporte en cada momento que lo he necesitado, a mi amiga Martha Dier, quien me ha brindado su amistad incondicional y he compartido desde el inicio de la carrera universitaria. Todos han sido un apoyo en cada parte de mi vida.

José Rafael Villafuerte Dueñas

RESUMEN

En la actualidad, el deterioro de los pavimentos depende esencialmente de diversos factores entre los que se encuentran los factores pasivos determinados por las características como el material empleado, espesor de las capas y calidad de la construcción; en cuanto a los factores activos se establecen el tráfico y los agentes climáticos. Por lo antes expuesto esta investigación tiene como propósito elaborar un plan de mantenimiento vial mediante una evaluación de pavimento de la Av. Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar. En este estudio se empleó un enfoque metodológico mixto con análisis cualitativo y cuantitativo, con un alcance de investigación de tipo descriptiva que ayudó en el desarrollo del levantamiento topográfico la misma que se fundamentó con la técnica de la observación, la misma que implicó un trabajo de campo centrado en evaluar el estado de la vía Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas. Donde los resultados evidenciaron que se identificaron diversas fallas en el 11 tramo establecidos desde la abscisa 0+000 – hasta la 0+0640, entre las principales fallas se encontraron piel de cocodrilo, depresión, parcheo, grieta longitudinal, huecos, agrietamiento de bloques. Por lo que se concluyó que se deben de efectuar actividades de mantenimiento rutinario y periódico, entre los que se encuentran limpieza de la calzada, para facilitar la presencia del tráfico vehicular, limpieza de la vegetación a fin de disminuir las afecciones a la estructura del pavimento y de esta manera aumentar la visibilidad del conductor, efectuar la limpieza de las cunetas lateras junto con las cunetas de coronación a fin de evitar de que se produzca el estancamiento del agua.

Palabras Claves: Evaluación, pavimento, mantenimiento, vial, requisitos.

ABSTRACT

Currently, the deterioration of pavements essentially depends on various factors, among which are passive factors determined by characteristics such as the material used, thickness of the layers and quality of construction; As for the active factors, traffic and climatic agents are established. Due to the above, the purpose of this research is to develop a road maintenance plan through a pavement evaluation of Antonio Vargas Avenue and Unidas Street in the Simón Bolívar canton. In this study, a mixed methodological approach was used with qualitative and quantitative analysis, with a descriptive research scope that helped in the development of the topographic survey, which was based on the observation technique, which involved a work of field focused on evaluating the state of Antonio Vargas Road and Naciones Unidas' Street. Where the results showed that various faults were identified in the 11th section established from the abscissa 0+000 - to 0+0640, among the main faults were crocodile skin, depression, patching, longitudinal crack, holes, block cracking. Therefore, it was concluded that routine and periodic maintenance activities must be carried out, among which are cleaning the road, to facilitate the presence of vehicular traffic, cleaning the vegetation in order to reduce the effects on the pavement structure. and in this way increase the driver's visibility, clean the side ditches along with the crown ditches in order to prevent water stagnation from occurring.

Keywords: Evaluation, pavement, maintenance, road, requirements.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
ENFOQUE DE LA PROPUESTA	3
1.1 Tema.....	3
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Formulación del Problema	6
1.4 Objetivo General	6
1.5 Objetivos Específicos.....	6
1.6 Idea a Defender	6
1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.....	6
CAPITULO II	7
MARCO REFERENCIAL.....	7
2.1 Marco Teórico	7
2.1.1 Pavimentos	8
2.1 Clasificación de Pavimentos	8
2.1.2 Funciones de las capas del pavimento flexible.....	10
2.1.3 Causas del Deterioro	11
2.1.4 Mantenimiento Vial	13
2.1.5 Tipos de mantenimiento vial	14

2.1.5.3 Mantenimiento extraordinario o rehabilitación	16
2.1.6. Metodología De Evaluación De Pavimentos Flexibles.....	16
2.1.6.5 Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.....	20
2.1.6.7 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales	21
2.1.6.8 Evaluación de la condición del pavimento	21
2.1.6.9 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo	22
2.1.7 Manual de daños en vías con superficie de concreto asfáltico	24
2.1.7.3 Falla #3. Agrietamiento en Bloque.....	26
2.1.7.4 Falla #4. Abultamientos (BUMPS) Y Hundimientos (SAGS).....	28
2.1.7.5 Falla #5. Corrugación	29
2.1.7.6 Falla #6. Depresión.....	30
2.1.7.7 Falla #7. Grieta de Borde.....	31
2.1.7.8 Falla #8. Grieta de reflexión de junta (De losas de concreto de cemento Portland).....	31
2.1.7.9 Falla #9. Desnivel Carril – Berma	33
2.1.7.10 Falla #10. Grietas longitudinales y transversales.....	34
2.1.7.11 Falla #11. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos	36
2.1.7.12 Falla #12. Pulimento de Agregados.....	37
2.1.7.13 Falla #13. Huecos.....	38
2.1.7.14 Falla #14. Cruce de Vía Férrea.....	39
L: No se realiza ninguna acción.....	40
M: Se lleva a cabo un parcheo superficial o parcial en la aproximación y se procede a la reconstrucción del cruce.	40
H: Se realiza un parcheo superficial o parcial en la aproximación y se procede a la reconstrucción del cruce. (Vásquez, 2002).....	40
2.1.7.15 Falla #15. Ahuellamiento	40
2.1.7.16 Falla #16. Desplazamiento	41
2.1.7.17 Falla #17. Grietas Parabólicas.....	42

2.1.7.18 Falla #18. Hinchamiento	43
2.1.7.19 Falla #19. Meteorización / Desprendimientos de Agregados	44
2.2 Marco Legal	45
2.2.1 Especificaciones Técnicas.....	45
CAPITULO III	50
MARCO METODOLÓGICO	50
3.1 Enfoque de la Investigación	50
3.1.1 Cuantitativo.....	50
3.1.2 Cualitativo.....	50
3.2 Alcance de la Investigación.....	50
3.2.1 Investigación Descriptiva	51
3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos.....	51
3.3.1. Técnicas	51
3.4 Población y Muestra.....	52
3.4.1. Población.....	52
3.4.2. Muestra.....	52
CAPITULO IV	55
PROPUESTA O INFORME	55
4.1. Presentación y análisis de resultados	55
4.1.1. Metodología del Trabajo	55
4.1.2. Determinación de unidades de muestreo	56
4.1.3 Inspección de unidades de muestras seleccionadas y cálculo del PCI. ...	58
4.1.4 Resultados del cálculo del PCI de las muestras	76
4.1.5 Determinar los costos y tiempo para corregir los daños identificados en las vías.	78
4.2 Propuesta: Esquema de procedimiento técnico básico de las actividades a ejecutar para el mantenimiento vial	80
CONCLUSIONES.....	84

RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Rango de PCI</i>	17
Tabla 2. <i>Longitudes de unidades de muestreos asfálticas</i>	19
Tabla 3 <i>Niveles de Severidad para Huecos</i>	38
Tabla 4. <i>Técnicas de recolección de datos</i>	52
Tabla 5 <i>División de tramos</i>	56
Tabla 6 <i>Tramos a ser evaluados</i>	58
Tabla 7 <i>Inventario de fallas inspeccionadas</i>	59
Tabla 8. <i>Valores deducidos de fallas existentes en el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083)</i>	64
Tabla 9 <i>Valores deducidos corregidos para el Tramo 1 (abs. 0+000 – 0+032)</i>	66
Tabla 10. <i>PCI Tramo 1 (abs. 0+000 – 0+032)</i>	66
Tabla 11. <i>Correlación de categoría PCI</i>	76
Tabla 12. <i>Resumen de Fallas y Cálculo de PCI de Muestras Seleccionadas</i>	77
Tabla 13. <i>Presupuesto empleado para el mantenimiento rutinario de vías</i>	78
Continuación Tabla 13. <i>Presupuesto empleado para el mantenimiento rutinario de vías</i>	79
Tabla 14. <i>Costos de mantenimiento periódico</i>	79
Tabla 15. <i>Costos de mantenimiento rutinario</i>	80
Tabla 16. <i>Soluciones a tomar para disminuir las fallas en avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar</i>	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”</i>	14
Figura 2. <i>Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.</i>	18
Figura 3. <i>Localización de las avenidas en estudio</i>	53
Figura 4. <i>Valor deducido de falla piel de cocodrilo</i>	60
Figura 5. <i>Valor deducido de falla exudación</i>	60
Figura 6. <i>Valor deducido de falla de agrietamiento en bloque</i>	61
Figura 7. <i>Valor deducido de falla por abultamiento</i>	61
Figura 8. <i>Valor deducido de falla por corrugación</i>	62
Figura 9. <i>Valor deducido de falla por depresión</i>	62
Figura 10. <i>Valor deducido de falla por grieta de borde</i>	63
Figura 11. <i>Correcciones de valores deducidos para pavimentos flexibles</i>	65
Figura 12. <i>Secciones de tramos a intervenir</i>	67
Figura 13. <i>Fallas existentes. Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083)</i>	68
Figura 14. <i>Vista de sección del pavimento del Tramo 1 (abs 0+000 – 0+0320)</i>	68
Figura 15. <i>Fallas existentes. Tramo 2 (abs. 0+032 - 0+064)</i>	69
Figura 16. <i>Fallas existentes. Tramo 3 (abs 0+064 - 0+128)</i>	70
Figura 17. <i>Fallas existentes. Tramo 4 (abs 0+128 - 0+192)</i>	71
Figura 18 <i>Fallas existentes. Tramo 5 (abs 0+192 - 0+256)</i>	71
Figura 19. <i>Fallas existentes. Tramo 6 (abs 0+256 - 0+320)</i>	72
Figura 20. <i>Fallas existentes. Tramo 7 (abs 0+320 - 0+384)</i>	73
Figura 21. <i>Fallas existentes. Tramo 8 (abs 0+384 - 0+448)</i>	73
Figura 22. <i>Fallas existentes. Tramo 9 (abs 0+448 - 0+512)</i>	74
Figura 23. <i>Fallas existentes. Tramo 10 (abs. 0+512 – 0+576)</i>	75
Figura 24. <i>Fallas existentes. Tramo 11 (abs. 0+576 – 0+640)</i>	75

Figura 25. *Esquema de procedimiento técnico para el mantenimiento vial.....* 83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Figuras y tablas del valor deducido.....	90
Anexo 2. Gráfico y tabla de correcciones de valores deducidos	109
Anexo 3. Cálculo de método PCI	111
Anexo 4. Fotos de las evaluaciones del pavimento	134

INTRODUCCIÓN

En el actual patrón de desarrollo urbano, la infraestructura vial se ha convertido en un componente básico para el funcionamiento eficiente y seguro de las ciudades. Dentro de esta infraestructura, las aceras de calles y avenidas desempeñan un papel vital en el apoyo al tráfico diario de vehículos y peatones. Sin embargo, el mantenimiento adecuado de estas superficies es crucial para garantizar su durabilidad y seguridad. En este contexto, esta investigación se centra en la evaluación del pavimento y recomendaciones de medidas de mantenimiento vial en la Avenida Antonio Vargas y Calle Unidas en el estado Simón Bolívar. Estas vías son las arterias del estado y son una parte importante de la infraestructura vial del estado y por lo tanto requieren un mantenimiento cuidadoso para asegurar su funcionamiento óptimo y extender su vida útil.

Para evaluar exhaustivamente el estado del pavimento de la carretera, utilizaremos una combinación de técnicas de inspección visual que emplean el método PCI. Al adoptar este enfoque integral, podemos obtener información sobre el estado actual del pavimento, identificar las causas fundamentales de cualquier degradación y desarrollar estrategias eficientes para el mantenimiento de las carreteras. Nuestro objetivo principal al realizar esta investigación es ofrecer sugerencias prácticas y efectivas para el mantenimiento y reparación del pavimento en la Avenida Antonio Vargas y la Calle Unidas. Estas recomendaciones se basarán en una evaluación integral del estado actual de las carreteras y se personalizarán para abordar los requisitos únicos de estas áreas y el entorno circundante.

Al mejorar la calidad y seguridad de la infraestructura vial, este estudio pretende hacer un valioso aporte al desarrollo sostenible del Cantón Simón Bolívar. El objetivo final es crear un entorno urbano más eficiente, seguro y agradable tanto para los residentes como para los visitantes.

Esta tesis está compuesta por secciones que ayudan a la obtención del propósito final de la misma que es la elaboración de un plan de mantenimiento vial mediante una evaluación de pavimento de la Av. Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar, los cuales están dispuestos de la siguiente manera:

En el Capítulo I se expresa la problemática del mantenimiento vial, la formulación del problema, los objetivos, se plantea la idea a defender y se establece la línea base de la investigación.

En Capítulo II se desarrolla el marco teórico, los antecedentes, la base legal, y la fundamentación de las variables en estudio.

Dentro del Capítulo III se indica la metodología, el alcance, técnicas e instrumentos de la investigación necesarios para la recolección de los datos, población y muestra.

En el Capítulo IV se exponen los resultados obtenidos productos de las encuestas efectuadas, lo que ayuda a proponer un mantenimiento vial adecuado.

Por último, se exponen las conclusiones y recomendaciones del trabajo desarrollado.

CAPÍTULO I

ENFOQUE DE LA PROPUESTA

1.1 Tema

“Evaluación del pavimento y propuesta de mantenimiento vial de la Av. Antonio Vargas y calle Naciones Unidas Cantón Simón Bolívar “.

1.2 Planteamiento del Problema

Según La Organización Panamericana de la Salud (2021), “una infraestructura vial segura es esencial para disminuir las lesiones por siniestros de tránsito. La infraestructura vial debe planificarse, diseñarse, construirse y gestionarse para permitir el transporte multimodal, incluido el transporte público/compartido, caminar y andar en bicicleta.” Por tal motivo, es necesario que exista un plan de mantenimiento vial a partir de que se inaugura una vía, carretera o avenida nueva, de esta manera alargamos la vida útil y la resistencia del pavimento, reducimos la mortalidad por colisiones en las vías y se prolonga la durabilidad de los vehículos.

Como afirma Lituma (2022) los análisis históricos realizados por diferentes agencias indican que cuando se diseñaron las estructuras viales, se esperaba que su vida útil fuera de al menos 20 a 25 años, pero se sabe que la pavimentación de carreteras sólo puede proporcionar condiciones adecuadas para su uso entre 8 y 12 años si no se han realizado trabajos de mantenimiento o restauración adecuados. (p.19).

Durante los últimos 10 años, el Cantón Simón Bolívar ha mostrado un sinnúmero de fallas en sus arterias viales más influyentes, tales como la Av. Antonio Vargas misma que conecta al Cantón Jujan con Simón Bolívar; todo esto debido a la brecha actual de mantenimiento vial que existe. Toda infraestructura vial ejerce significativamente un importante rol dentro del desarrollo y manejo adecuado de la población. Básicamente, las vías, carreteras o avenidas son el principal eje de comunicación entre distintos sitios del mundo, esto quiere decir que su uso es fijo e inevitable; las mismas, ayudan a la movilización y al transporte de la población y

sustancias en general; así como también, para el crecimiento o evolución en varios temas, tanto económico, social y político. Aunque, estas mismas vías, carreteras o avenidas sufren daños constantemente, ya sea por el tránsito de vehículos pesados, cambios climatológicos o la más importante, falta de mantenimiento en la infraestructura vial.

Desde el punto de vista de Baque (2020) determina que “con el tiempo, el medio de comunicación más antiguo utilizado por el ser humano es el medio terrestre, a través del cual se consiguieron mejores conexiones entre pueblos y ciudades, que se ha convertido en uno de los principales ejes de comunicación a escala global” (p. 2). Hoy el progreso de un país se refleja principalmente en el desarrollo y protección de su infraestructura. Por lo tanto, en cada país, la red viaria en todo el territorio nacional necesita garantizar la seguridad y el bienestar de las personas, lo cual se logra cumpliendo con los requisitos de mantenimiento establecidos en la normativa vigente para la protección de las infraestructuras viales.

Es decir que, a nivel mundial, el hecho de tener carreteras en buen estado promulga y asegura que los conductores tendrán una movilización segura y confiable. Hay que tener en cuenta que, toda obra de construcción necesita de mantenimientos preventivos o correctivos dependiendo el caso, para que la infraestructura pueda permanecer en excelentes condiciones.

En base al conocimiento de Silva (2016) indica que la construcción de líneas de transporte terrestre en nuestro país es la forma más efectiva de conectar una población con otra a gran escala. Gracias a las nuevas tendencias constructivas se pueden realizar trabajos más eficientes, ahorrando tiempo y dinero con un bajo impacto en el medio ambiente (p.1).

Esto se refiere a que, definitivamente, la mejor manera de unir poblaciones es con la construcción de vías y por supuesto con el mantenimiento de las mismas; teniendo una carretera en buen estado la comunidad ahorra tiempo y dinero en transportación, ya que, mejora la durabilidad de los vehículos, las poblaciones se movilizan de manera segura de un lugar a otro; es decir, bienestar total. Teniendo en cuenta la problemática de este tema de investigación, es de vital importancia

establecer el presente índice de estado de la vía, descubrir las causas del deterioro de la avenida y plantear un plan de mantenimiento vial para dicha avenida.

Teniendo en cuenta a López (2015) el estado ecuatoriano ha ejecutado esfuerzos para construir una red vial utilizando diferentes tipos de pavimento y de mejor calidad que hace algunas décadas, pero estos esfuerzos se vieron truncados porque no se desarrolló un plan de conservación de la red. En el futuro de las carreteras del Ecuador, diferentes niveles de mantenimiento de los alineamientos viales y las estructuras del pavimento se convierten en prioridades antes de que se deteriore el nivel de usabilidad de la red vial (p.3).

Bajo este ángulo, comprendemos que a pesar de que en administraciones pasadas hicieron el esfuerzo y tuvieron la iniciativa de mejorar toda la red vial estatal y a su vez crear un plan de mejoramiento vial; los planes de mantenimientos de la misma red, o carreteras, no fueron desarrollados ni puestos en práctica, lo cual posibilitó el deterioro de la infraestructura vial del país en su gran mayoría.

La avenida Antonio Vargas es fundamental para el Cantón porque permite la conexión con los cantones Jujan y Milagro, cantones agrícolas del centro-este de la provincia del Guayas. Es decir, que el flujo vehicular liviano y pesado en esta avenida es muy significativo a diario. Lamentablemente, ésta avenida presenta problemas a nivel estructural como fallas de fisuramiento y hundimientos, aminorando el nivel de servicio de la vía, lo cual termina siendo un peligro constante para los conductores.

El cantón Simón Bolívar es una población donde se puede disfrutar de una deliciosa gastronomía y de turismo. Lamentablemente, este tiene una carencia de obras viales, mismas que son sustanciales para el crecimiento del sector debido a que dispone de una alta demanda de flujo vehicular por el amplio comercio que se lleva a cabo en el cantón.

De hecho, se ha evidenciado que no se ha realizado un mantenimiento vial en los últimos 10 años, afectando la movilización de turistas, comerciantes y personas, provocando accidentes vehiculares, retrasos en transportación y quejas sobre daños vehiculares, es decir, la durabilidad vehicular es un mito debido a la brecha de mantenimiento vial. Con base en lo expuesto, es necesario que se genere un plan de

mantenimiento para la infraestructura vial que plantee la conservación y mejora del estado de esta vía a corto y largo plazo.

Este proyecto propone el Plan de Mantenimiento Vial de la Av. Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar – Guayas recopilando la información fundamental para el análisis de la zona de estudio, mejorar la seguridad vial y obtener el estado vial de esta avenida.

1.3 Formulación del Problema

¿Cómo ayudará una evaluación y mantenimiento de pavimento en los daños de la Av. Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del Cantón Simón Bolívar?

1.4 Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento vial mediante una evaluación de pavimento de la Av. Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar.

1.5 Objetivos Específicos

- Identificar los daños del pavimento flexible de la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas utilizando la ficha dispuesta en el Índice de Condición del Pavimento (PCI).
- Determinar los costos y tiempo para corregir los daños identificados en las vías.
- Proponer un esquema de procedimiento técnico básico de las actividades a ejecutar para el mantenimiento vial.

1.6 Idea a Defender

El Plan de Mantenimiento vial corregirá los daños identificados en la Av. Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas del Cantón Simón Bolívar, mejorando la seguridad y reduciendo las averías en los vehículos.

1.7 Línea de Investigación Institucional / Facultad.

El presente trabajo de titulación corresponde a la línea de investigación institucional para la facultad de ingeniería a Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2.1 Marco Teórico

El mantenimiento vial del pavimento flexible es de vital importancia. La gestión del deterioro del pavimento es fundamental para prolongar la durabilidad de una vía. En Ecuador, esta actividad no se planifica de forma sistemática, lo que genera deterioros prematuros en el pavimento, reduce su vida útil y así mismo la seguridad de los usuarios (Fiallos, 2017).

El método del PCI por sus siglas Paviment Condition Index, es uno de los procedimientos más educativos y principalmente aplicado por profesionales para el estudio o valoración de la extensión o área de una vía, bien sea de rodadura rígida o flexible. La inspección visual del pavimento flexible (PCI) se fundamenta en la resolución de la situación o calidad en la que se encuentra el pavimento por medio de un cálculo de acuerdo con las normas vigentes, el cual utilizando este método brinda un resultado compatible, efectivo acerca de la estructura superficial del pavimento (Almeida, 2021).

La estructura del pavimento se evalúa mediante una inspección visual para identificar los tipos de daños que presenta. Posteriormente, se aplica el método PCI para determinar la condición del pavimento. Con un nivel de confianza del 85%, los resultados del PCI indican que el pavimento se encuentra en mal estado, con una puntuación de 30,40. Por lo tanto, es necesario proponer el diseño de una estructura de pavimento flexible utilizando el método de diseño AASHTO 93 (Mocada & Ulloa, 2022).

Actualmente, para la construcción de las vías, los ingenieros se enfocan más en el presupuesto económico que se tenga para cumplir con un mejor tiempo de durabilidad de la vía. Según Puga (2018) “establece que la construcción y mantenimiento de las vías en la actualidad han presentado muchas transformaciones donde intervienen el desarrollo económico el cual se enfoca en tratar de obtener una mayor durabilidad y un gran nivel de servicio el mismo que es optimizado para

favorecer una estrategia de tratamiento la misma que utilizada en el pavimento puede ser rentable (p. 12).

En base a lo que explica Puga, la construcción vial debe priorizar en una inversión a largo plazo en la infraestructura vial.

2.1.1 Pavimentos

Según Tavera (2022), Un pavimento es una estructura formada por un conjunto de capas de materiales seleccionados, que recibe directamente las cargas del tránsito y las transmite uniformemente al suelo.

Se define al pavimento como un grupo de capas de materiales seleccionados que perciben de manera natural las cargas de tránsito, las cuales se transfieren a las capas inferiores, dividiéndolas uniformemente. Este grupo de capas proveen, incluso, la superficie de rodamiento, la cual, necesita tener una operación inmediata y favorable. De igual forma, establece que el pavimento es una estructura formada sobre la base de la carretera, que puede soportar y repartir las cargas producidas por los vehículos, tanto livianos como pesados. De esta forma, ayuda a mejorarla seguridad y accesibilidad del tránsito. (Granda, 2019).

Existen dos perspectivas para determinar un pavimento: Desde la ingeniería y la ciudadanía. En la ingeniería, el pavimento es el componente estructural que se apoya sobre la superficie del suelo de soporte, que se denomina subrasante. Esta capa debe soportar un conjunto de capas de diferentes espesores, que se denomina paquete estructural. Cuando se trata de la Ciudadanía, el pavimento es una superficie que tiene que ofrecer comodidad y seguridad al momento de circular sobre la vía, o sea, brindar un excelente servicio vial (Granda, 2019).

2.1 Clasificación de Pavimentos

En general, existen distintos tipos de pavimentos, sin embargo, este trabajo de investigación se basará en Pavimentos Flexibles. Según Bayas y Segovia (2020).

Los pavimentos flexibles, también conocidos como pavimentos bituminosos, están compuestos de varias capas que acompañan las deformaciones de la

subrasante. Estas capas son: la carpeta de rodadura, la base, la subbase y el mejoramiento (Bayas & Segovia, 2020, p. 6).

La carpeta de rodadura es la capa más superficial de la calzada, que está compuesta de un material especificado y tiene como función proporcionar comodidad al tránsito. También se conoce como capa de desgaste o superficie (Bayas & Segovia, 2020).

También, se conoce con este nombre a un conjunto que esta a su vez, conformado por una sub base, base y capa de rodadura (Bayas & Segovia, 2020).

Esta estructura vial está formada por una o varias capas de materiales seleccionados que se construyen sobre la subrasante y que es capaz de resistir:

- a) La función estructural establecido sobre el pavimento se vincula con la carga impuestas por el tráfico.
- b) La acción del medio ambiente (T^o y agua).
- c) Transmitir al suelo de fundación esfuerzos y deformaciones que no causen daños estructurales
- d) Proporcionar un servicio vial que cumpla con los requisitos de rapidez, comodidad, seguridad y economía.

Base: Capa de material resistente, de espesor definido, que se coloca sobre la subbase o la subrasante para soportar las cargas impuestas por el tránsito.

Subbase: Capa de material granular que se coloca entre la base y la subrasante para mejorar la capacidad portante de la subrasante y disminuir la cantidad de agua que llega a la base.

Mejoramiento: Capa de material granular que se coloca sobre la subrasante para mejorar su capacidad portante. El espesor de esta capa depende de varios factores, como:

Pavimentos rígidos: Estos están compuestos por hormigón de cemento portland y materiales granulares. Estos se denominan así porque la losa de concreto trabaja a flexión y no acompaña las deformaciones de la subrasante. La capa de rodadura de concreto hidráulico es la parte superior del pavimento rígido.

Subbase o Base. Otros: Adoquines, empedrados, suelo cemento (p.6-7).

2.1.2 Funciones de las capas del pavimento flexible

2.1.2.1 La Sub-base

Función económica: La subbase tiene una función económica importante, ya que permite reducir el espesor de la estructura del pavimento. Esto se debe a que la subbase debe ser construida con materiales de alta calidad, que sean capaces de soportar las cargas del tránsito sin deformarse, prioritariamente, se deben repartir las capas de modo que las más competentes estén en el costado superior y verter la capa con menos calidad en el costado inferior, la cual, termina siendo la más barata (Bailón, 2016).

Capa de transición: La capa de transición se encuentra entre la base y la subrasante, y tiene como función impedir que los finos de la subrasante contaminen la base y afecten su calidad (Bailón, 2016).

Reducción de las deformaciones: La subbase actúa como un colchón que absorbe las deformaciones de la subrasante, evitando que se transmitan a la capa de rodadura (Bailón, 2016).

Resistencia: La subbase transfiere las cargas del tránsito a la subrasante, manteniendo un nivel de esfuerzo adecuado (Bailón, 2016).

Drenaje: En este caso, la sub-base hace el papel de drenar el agua que se filtra y evita el ascenso capilar (Bailón, 2016).

2.1.2.2 La base.

Resistencia: El objetivo más importante de la base en la estructura del pavimento es brindar un componente que soporte y transfiera los esfuerzos a la subbase y subrasante generados por una intensa circulación vehicular (Bailón, 2016)

2.1.2.3 Carpeta Asfáltica.

Superficie de rodadura: Esta capa debe brindar un terreno sólido y homogéneo para el tránsito que pueda soportar impactos abrasivos (Bailón, 2016).

Impermeabilidad: Esta capa tiene que imposibilitar que el agua sea introducida en el interior del pavimento. (Bailón, 2016)

Resistencia: En esta capa, la capacidad estructural del pavimento está mezclada con su resistencia a la tensión. (Bailón, 2016)

2.1.3 Causas del Deterioro

Existen varias causas que originan el deterioro de vías o carreteras, ya sean por categorías cuantitativas, cualitativas o aleatorios, seguidamente, se detallan las causas del deterioro vial más influyentes. (Almeida, 2021)

2.1.3.1 Transito

El tránsito es una de las causas más complicadas a nivel reflexión, ya que es uno de los agentes más influyentes en el desarrollo de las fallas y fisuras en el pavimento, mismas que están vinculadas con el tamaño de la carga por el eje de un vehículo, tiempo de aplicación y repeticiones; cuando hablamos de vehículos que circulan en un país o en una vía, estos se constituyen por diversos ejes de configuración, número, tipo y el espacio que existe entre las llantas, etc. (Almeida, 2021)

2.1.3.2 Deficiencia del Proyecto

Hoy por hoy, los procedimientos utilizados para diseñar las vías tienen un efecto inapropiado en la medición donde se estableció la estructura del pavimento, evaluación incorrecta de las características de los materiales que son utilizados y del terreno de fundación, una equivocada distribución de las mezclas, el defectuoso proyecto civil y la desatención del eco-factor. (Almeida, 2021)

2.1.3.3 Calidad de los materiales

Aquí es donde empieza la deficiencia de las propiedades de los materiales, cuando no hay estudios en las canteras, cuando no existe una correcta estructuración del material en su granulometría, cuando la producción en las canteras carece de pruebas de calidad en los agregados, asfalto y agua. (Almeida, 2021)

2.1.3.4 Deficiencia durante el Proceso Constructivo

Básicamente, todo proceso constructivo mal elaborado o que carezca de control de calidad se ve afectado en la resistencia de los materiales.

Los espesores menores a los especificados, la elaboración deficiente de las mezclas y estabilizaciones, los defectos de la distribución, compactación o culminación, todos estos factores provocan una disminución de la calidad de los materiales y un deterioro estructural acelerado de los pavimentos. (Almeida, 2021)

2.1.3.5 Factores Climáticos

Actualmente, uno de los factores presentes es la variabilidad climática, mismos que afectan o generan contracciones en las mezclas, como lo son las precipitaciones, estas que originan los aniegos en algunas zonas donde no existe o hay falta de sistema de evacuación, se filtra, se acelera y esto va ocasionando fisuras que empeoran su condición actual. (Moreno & Almeida, 2022)

2.1.3.6 Factores Aleatorios

Existen factores que no se pueden cuantificar, pero que deben considerarse en el diseño de pavimentos, como los anegamientos, la saturación de la estructura por fugas de agua o desagüe. Además, un factor importante que normalmente pasa por alto es el aspecto social: las aguas residuales y los desechos orgánicos arrojados sobre el pavimento, que está influenciada por el nivel socioeconómico y sociocultural de los habitantes, que es común en las ciudades populares (Moreno & Almeida, 2022)

Esto quiere decir que, no solamente se debe considerar al momento de realizar un diseño los aniegos, saturación estructural por fugas de aguas, sino que también, se debe considerar los desperdicios orgánicos, aguas negras entre otros, que son arrojados sobre el pavimento.

2.1.3.7 Deficiente Mantenimiento

El mantenimiento inadecuado de los pavimentos flexibles puede deberse a la falta de recursos, personal calificado, materiales y técnicas adecuados, entre otros factores. Esto puede provocar fallas severas en el pavimento a largo plazo.

La falta de mantenimiento adecuado de los pavimentos flexibles, ya sea por falta de recursos, personal calificado o materiales y técnicas adecuados, o por falta

de conservación de los trabajos de mantenimiento oportunos, puede provocar fallas severas en los pavimentos. Estas fallas pueden evitarse con un sistema de evaluación periódico que permita identificar y corregir los problemas a tiempo. (Moreno & Almeida, 2022)

2.1.4 Mantenimiento Vial

Para dar inicio a un mantenimiento vial, es necesario realizar una evaluación acorde al ámbito que corresponde, en el que se pueda detectar y determinar los posibles errores para implementar medidas que ayuden al mejoramiento.

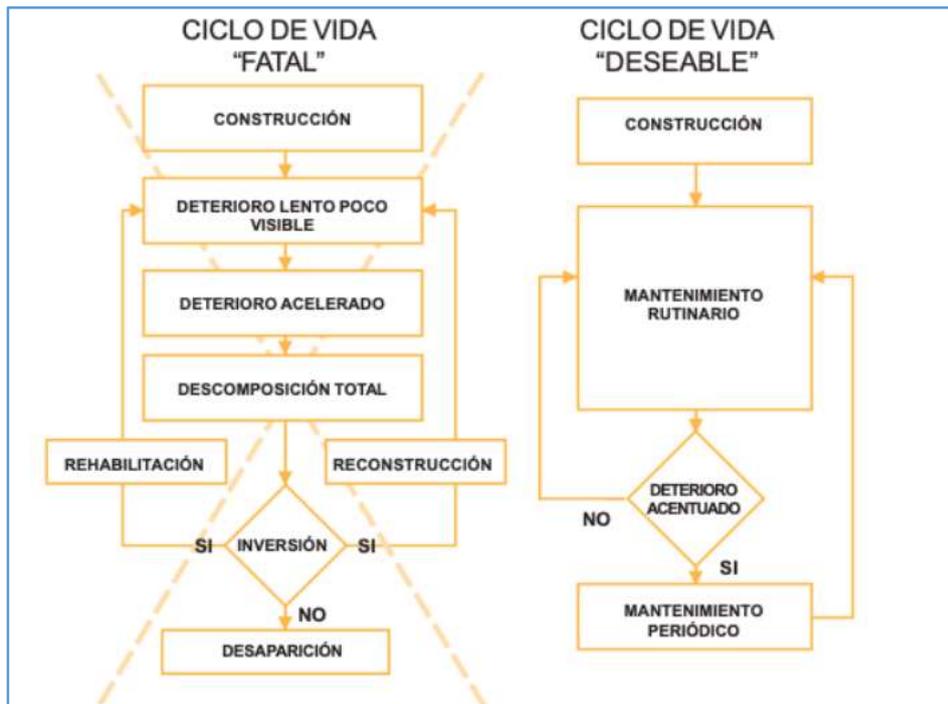
De acuerdo a lo mencionado por Rubio Muñoz (2022):

Para realizar un mantenimiento en cualquier ámbito, es necesario realizar inicialmente una evaluación del elemento, o en este caso, de la vía. Las evaluaciones en afirmados se realizan con el fin de detectar las problemáticas de superficie y estructura, como objetivos se encuentran:

- Identificar y cuantificar los daños que presenta la vía.
- Evaluar el estado de conservación de cada tramo de la vía.
- Determinar las acciones a realizar para conservar o mejorar la vía.
- Definir qué tramos de la vía deben ser intervenidos primero.

Establece un gráfico fácil de entender respecto a las vías que se someten a un mantenimiento y las que no, en la ilustración 9 se puede encontrar el diagrama en el cual se aprecia como la ausencia del mantenimiento de la carretera conduce a su deterioro total, mientras que el mantenimiento rutinario permite realizar trabajos de mantenimiento periódicos para prolongar su vida útil. (Rubio, 2022)

Figura 1 Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”



Fuente: Rubio, N. (2022).

2.1.5 Tipos de mantenimiento vial

Existen varios tipos de mantenimiento los cuales dependerán de su aspecto técnico o emergente, estos se pueden derivar de una misma clasificación, por tal motivo, se ha planteado detallar una clasificación general de los tipos de mantenimiento, como lo son:

2.1.5.1 Mantenimiento rutinario o preventivo

Se debe realizar un mantenimiento preventivo antes de que el deterioro de la carretera sea evidente. Este mantenimiento puede prevenir o reducir daños mayores, reparando pequeños defectos antes de que se hagan más grandes. Para lograr buenos resultados y mantener los niveles de servicio, el mantenimiento debe realizarse periódicamente (al menos cada seis meses).

De acuerdo a lo que menciona (Terán & Vásquez, 2019) Este tipo de mantenimiento debe realizarse periódicamente para mantener buenos niveles de servicio. Debe realizarse al menos dos veces al año, centrándose en las siguientes actividades:

- Limpieza de obras de drenaje vial.
- Desvegetación
- Se corrigieron fallas locales.
- Reparación de taludes o terraplenes. (p.25)

Por tal motivo, se debe comprender la importancia al realizar estas operaciones o actividades de manera preventiva, mismas que para ser preventivo se deben ejecutar antes de que el deterioro o daño se haga presente. Esto ayudará a disminuir el deterioro precipitado y se vería reflejado en el margen económico.

2.1.5.2 Mantenimiento periódico o correctivo

El mantenimiento periódico o correctivo, se implementa cuando existe un deterioro o daño de las vías son evidentes y persistentes, lo que necesitaría un plan de acción y reparación inmediata.

Según Terán y Vásquez (2019) este mantenimiento está diseñado para corregir fallas que afectan el nivel de servicio de la vía y se basa en inspecciones realizadas por técnicos que determinan el tipo de falla y establecen un mantenimiento correctivo. Según los autores. El programa incluye:

- La superficie es irregular.
- Reparación de caminos marginales.
- Suavizar depresiones y huellas.
- Trabajo mecánico.

También existen procedimientos necesarios para reparar o corregir condiciones no deseadas durante el uso (Terán & Vásquez, 2019).

Si se realizan los mantenimientos correctivos, no se deberán realizar mantenimientos preventivos en ese mismo periodo ya que, no aplicaría. Es importante señalar que este mantenimiento solo se puede realizar dos veces, esto quiere decir que, en la tercera ocasión, se deberá realizar una rehabilitación o reparación de la vía deteriorada.

2.1.5.3 Mantenimiento extraordinario o rehabilitación

El mantenimiento extraordinario o también llamado de rehabilitación radica en la modificación o reparaciones selectiva y de refuerzo estructural, misma que sucede previo a alguna demolición parcial de una estructura. Esta rehabilitación se realiza cuando la vía se encuentra muy deteriorada, la cual, no podría resistir un aumento de flujo transitorio en el futuro, en este tipo de mantenimiento se incorporan mejoramientos del sistema de drenajes, contención, entre otros (Pallasco, 2018).

De acuerdo a Pallasco Catota (2018) indica que el objetivo de la reparación es restaurar las capacidades estructurales y la superficie de la rodadura de la carretera. Las actividades incluidas en los proyectos de restauración se pueden dividir en las siguientes categorías:

- Restaurar la estructura y la superficie de rodadura.
- Mejoramiento del sistema de drenaje.
- Sistema de señal (p.17)

2.1.6. Metodología De Evaluación De Pavimentos Flexibles

Los pavimentos pueden presentar fallas funcionales o estructurales. Por lo tanto, es necesario evaluar su estado, incluido el nivel de servicio que brindan a los usuarios y su capacidad para sostener la carga durante su vida útil. Esta evaluación deberá ser objetiva, ya que determinar las medidas de protección del pavimento más adecuadas es fundamental.

2.1.6.1 Índice de condición del pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI), denominado así por sus siglas en inglés, representa la metodología más exhaustiva para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, tanto flexibles como rígidos, dentro de los marcos existentes de Gestión Vial en la actualidad (Vásquez, 2002).

La deterioración estructural del pavimento se correlaciona con la naturaleza, gravedad y extensión de los daños. La elaboración de un índice que considere estos tres factores ha sido desafiante debido a la diversidad de condiciones posibles. Para abordar esta complejidad, se introdujeron los "valores deducidos" como una tipología de factor ponderado. Este enfoque busca cuantificar el impacto que cada combinación

de tipo de daño, nivel de gravedad y densidad tiene en la condición global del pavimento (Vásquez, 2002).

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado (Vásquez, 2002). En la siguiente tabla 1 se exhibe los intervalos de PCI junto con la descripción cualitativa correspondiente del estado del pavimento.

Tabla 1 *Rango de PCI*

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

Fuente: Vásquez, L. (2002)

2.1.6.2 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

La primera fase de la evaluación de pavimentos consiste en la inspección visual del mismo, en la que se identifican los daños existentes. Estos daños se clasifican en función de su naturaleza, gravedad y extensión. A continuación, se describen las etapas de evaluación de pavimentos, tomando como base el Manual del Índice de Condición de Pavimentos PCI (Vásquez, 2002).

Esta información se registra en un formato adecuado para este fin. La Figura 2 ilustra el formato para inspeccionar pavimentos asfálticos.

Figura 2 Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL		AREA MUESTREO (m ²)					
INSPECCIONADA POR								
No.	Daño		No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo.		11	Parqueo.				
2	Exudación.		12	Pulimiento de Agregados.				
3	Agrietamiento en bloque.		13	Huecos.				
4	Abultamientos y hundimientos.		14	Cruce de vía ferrea.				
5	Corrugación.		15	Ahuellamiento.				
6	Depresión.		16	Desplazamiento.				
7	Grieta de Borde.		17	Grieta parabólica (slippage).				
8	Grieta de reflexión de junta.		18	Hinchamiento.				
9	Desnivel carril / berma.		19	Desprendimiento.				
10	Grietas long y transversal.							
Daño	Severidad	Cantidades parciales				Total	Densidad (%)	Valor Deducido

Fuente: Vásquez, L. (2002)

2.1.6.3 Identificación de tramos

La identificación de tramos es un ciclo importante en la evaluación de pavimentos, ya que permite dividir una red vial de gran longitud en unidades más pequeñas y manejables. Los criterios que se pueden usar para identificar tramos incluyen:

- Estructura del pavimento: Se refiere al tipo de materiales y capas que componen el pavimento.
- Historia de construcción: Se refiere a los materiales y métodos utilizados en la construcción del pavimento.
- Condiciones de tráfico: Se refiere al tipo y volumen de tráfico que soporta el pavimento.
- Clasificación cualitativa del pavimento: Se refiere al estado general del pavimento.

2.1.6.4 Unidades de muestreo

Para la evaluación de la condición de un pavimento se requiere la distribución de la carretera en segmentos o unidades de muestreo. El tamaño de estas unidades se determina en función del tipo de vía y pavimento (Fernández & Caballero , 2019).

Para caminos con capa de desgaste asfáltica y un ancho menor a 7.30 m, el área de su unidad de muestreo deberá permanecer en un rango entre $230,0 \pm 93.0$ m². Es importante destacar que la norma ASTM D6433 (D6433, 2016) no establece una medida específica para la longitud de las unidades de muestreo. No obstante Vásquez (2002) propone diversas relaciones entre el ancho de la calzada y la longitud de muestreo para asegurar el cumplimiento del área mínima estipulada.

$$\text{Ecuación 1 } N = \frac{A_{TT}}{A_s}$$

Donde:

N=número total de unidades de muestra en la sección

A_{TT} = área total del tramo

A_s = área de la sección

Tabla 2. Longitudes de unidades de muestreos asfálticas

Ancho de calzada (m)	Longitud unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Nota: Se presenta algunas relaciones entre la longitud y el ancho en las carreteras pavimentadas.
Fuente: Vásquez, L. (2002)

2.1.6.5

La evaluación de una red vial puede requerir la inspección de un gran número de unidades de muestreo, lo que puede ser costoso y requerir mucho tiempo. En consiguiente, es imprescindible un proceso de muestreo. Al evaluar un proyecto, se deben supervisar todas las unidades de muestreo. Sin embargo, si esto no es posible, se puede utilizar la Ecuación 2 para calcular el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse. Esta ecuación tiene una confiabilidad del 95%, lo que significa que el estimado del PCI producido $\pm 5\%$ del promedio verdadero (Aramayo, Silva, & Fontenele, 2019).

$$\text{Ecuación 2 } n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1)+s^2}$$

donde:

n = número mínimo de muestras a ser evaluado.

N = número total de unidades de muestra de la sección de pavimento analizado.

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección.

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección.

Para la supervisión inicial, suponga que la desviación estándar PCI es de 10 para pavimento asfáltico. En inspecciones posteriores, utilice la desviación estándar real (o rango PCI) de la inspección anterior para determinar la cantidad mínima de unidades que deben evaluarse. Si el número mínimo de unidades es bajo a cinco ($n < 5$), se deben evaluar todas las unidades (Vásquez, 2002).

2.1.6.6 Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección

Las unidades de muestreo a evaluar deben estar distribuidas uniformemente a lo largo de la sección. El espaciamiento “i” entre las unidades de muestreo se calcula mediante la siguiente ecuación, y se redondea al número entero inferior más cercano.

$$\text{Ecuación 3 } i = \frac{N}{n}$$

donde:

N = número total de unidades de muestra en la sección.

n = número mínimo de muestra a ser evaluado.

La primera unidad de muestreo a inspeccionar se selecciona aleatoriamente entre las unidades de muestreo 1 y la unidad de muestreo con espaciado "i". Las siguientes unidades de muestreo en la sección a inspeccionar se seleccionan de forma secuencial, con un espaciado de "i" entre cada una (Vásquez, 2002).

2.1.6.7 Selección de Unidades de Muestreo Adicionales

Las unidades de muestreo complementario son unidades de muestreo seleccionadas por el usuario para impedir la expulsión de unidades de muestreo deterioradas o fallas no relevantes. Estas unidades deben ser inspeccionadas y evaluadas de la misma manera que las unidades de muestreo seleccionadas por el método automático (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021)

El cálculo del PCI se transforma ligeramente cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales. Este cambio está diseñado para evitar la suposición de las cualidades inusuales en toda la sección (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021).

2.1.6.8 Evaluación de la condición del pavimento

Cada unidad de muestreo seleccionada debe ser inspeccionada individualmente. Se debe identificar el tramo, el número y el tipo de unidad de muestreo (al azar o adicional). La inspección debe realizarse para determinar la cantidad, el tipo y el nivel de severidad de las fallas existentes. Los datos obtenidos deben registrarse en formatos previamente establecidos. Es importante verificar las dimensiones de la unidad de muestreo medidas manualmente (Garcés, 2017).

El equipo mínimo requerido para la inspección en campo está conformado por

- ✓ Odómetro manual, usado para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- ✓ Regla y una cinta métrica para determinar las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- ✓ Manual de daños del PCI con los formatos correspondientes (Garcés, 2017).

2.1.6.9 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo

El cálculo del PCI se debe realizar en los siguientes pasos, de acuerdo con la metodología que es utilizada en el Manual del PCI para pavimentos tanto asfálticos como concreto en carreteras (Flores & Mogrovejo, 2023):

- Se totalizan los daños de cada uno de los tipos y nivel de severidad en la columna TOTAL del formato PCI-01. La cantidad de deterioro es factible medir en longitud, área o por número, dependiendo el tipo de falla.
- El número de cada tipo de daño para cada uno del nivel de severidad se dividió por el área global de la unidad de muestra. Los resultados se expresan como porcentajes. Esta es la densidad de daño con una gravedad específica dentro de la unidad que se está estudiando.
- El valor de la deducción para cada tipo de daño y su gravedad se determina mediante una curva denominada "**Valor de la Deducción de Daños**", que se adjunta al final de este documento. Seleccione la curva conforme al tipo de superficie de la carretera que se inspecciona.
- Se debe calcular el valor de deducción total (**VDT**), que es igual a la sumatoria de todos los valores de deducción de cada tipo de falla individual.
- Se determina el máximo valor deducido corregido (**CDV**), que es el valor de deducción individual más alto, después de haber sido corregido por la cantidad de unidades de muestreo adicionales.
- Se determina el número de valores deducidos que sean mayores que dos (2). Este número se denomina "valor q".
- Si ningún valor de deducción individual o solo uno es mayor que dos (2), se utiliza el valor total (VDT) en lugar del CDV máximo para determinar el PCI. De lo contrario, el siguiente procedimiento crea una lista de valores de deducción individuales en orden descendente.
- La cantidad "m" permitida para la deducción se determina mediante la Ecuación. El número debe ser menor o igual a 10.

$$\text{Ecuación 4 } m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$$

donde:

m: Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo.

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

- El número de valores deducidos se disminuye a m, incluso la parte fraccionaria. Esto significa que, si el número de valores deducidos individuales es mayor que m, se seleccionan los m valores de deducción más altos. Los valores de deducción restantes se descartan (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021).
- Si se establece de menos valores deducidos que m, se utilizará todos los que se tengan. En este caso, no se realiza ningún descarte.
- Si el valor de deducción individual más bajo es mayor que 2.0, se reduce a 2.0. Se repiten las etapas 3.a. a 3.c. hasta que el número de valores de deducción mayores que 2.0 sea igual a 1.
- Sume las deducciones individuales para determinar el “monto de la deducción”
- Total" (CDT).
- Se determina el valor "CDV" deducido a partir del valor "Q" y las curvas de corrección específicas para el tipo de pavimento.
- Se identifica el valor máximo de "CDV" entre todos los valores obtenidos durante el proceso
- Se calcula el PCI de la unidad considerando la siguiente ecuación, con el máximo CDV obtenido.

$$\text{Ecuación 5 } PCI = 100 - CDV_{\max}$$

Dónde:

PCI = Índice de condición del pavimento.

CDV_{max} = Máximo valor deducido corregido

2.1.7 Manual de daños en vías con superficie de concreto asfáltico

2.1.7.1 Falla #1. Piel de Cocodrilo

Las fisuras de fatiga, comúnmente conocidas como "piel de cocodrilo", son un conjunto de fisuras conectadas entre sí que se originan debido a la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica debido a la acción repetida de las cargas de tránsito. El inicio del agrietamiento se observa en la parte inferior de la capa asfáltica (o base estabilizada), donde los esfuerzos y deformaciones de tensión unitaria son más intensos bajo la carga de una rueda.

En un principio, estas fisuras se propagan hacia la superficie en forma de grietas longitudinales paralelas. Después de múltiples cargas de tránsito, estas fisuras se conectan entre sí formando polígonos con ángulos agudos, dando lugar a un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el tamaño máximo de las piezas afectadas no supera los 0.60 metros (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

La aparición de la denominada "piel de cocodrilo" se reconoce como un tipo de deterioro estructural significativo, y suele ir acompañada de hundimientos en la superficie (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

Niveles de Severidad

L: (Low/Bajo): Se refiere a fisuras delgadas y capilares que se forman en paralelo unas con otras, con muy pocas o ninguna conexión entre ellas. Estas fisuras no muestran descamación, es decir, no hay fractura a lo largo de los bordes de la fisura (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

M: (Medium/Medio): Posteriormente se observa la aparición de fisuras tipo "piel de cocodrilo" en el nivel L, formando un patrón o red de fisuras que pueden presentar ligeras descamaciones (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

H: (High/Alto): Se refiere a un conjunto de fisuras que se han desarrollado de manera que los fragmentos o partes están claramente definidos y los bordes presentan descamación. Algunos fragmentos pueden desplazarse debido al tránsito (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

Medida

Las mediciones se realizan en pies cuadrados (metros cuadrados) del área afectada. La principal dificultad al medir este tipo de daño es que, frecuentemente, dos o tres niveles de gravedad coexisten en un área deteriorada. Si es posible distinguir fácilmente estas porciones, se deben medir y registrar por separado. De lo contrario, toda el área deberá ser clasificada en el nivel de gravedad más alto presente.

Alternativas de Arreglo:

L: No se lleva a cabo ninguna acción, simplemente se aplica un sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o total. Aplicación de sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o total. Aplicación de sobrecarpeta. Reconstrucción.

2.1.7.2 Falla #2. Exudación

La exudación se refiere a una capa de material bituminoso que se forma en la superficie del pavimento, creando una apariencia brillante, transparente y con capacidad de reflejo, con frecuencia adquiere una textura pegajosa. Esta condición se produce por un exceso de asfalto en la mezcla, la aplicación excesiva de un sellador asfáltico o una baja cantidad de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los espacios vacíos de la mezcla debido a altas temperaturas ambientales, expandiéndose luego en la superficie del pavimento. Dado que este proceso no puede revertirse en temperaturas más frías, el asfalto tiende a acumularse en la superficie (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

L: La exudación se ha producido en un grado muy leve y solo es perceptible durante unos pocos días al año. El asfalto no se adhiere a los zapatos o a los vehículos.

M: La exudación ha alcanzado un nivel en el que el asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos solo durante algunas semanas al año.

H: La exudación ha ocurrido de manera significativa, y una gran cantidad de asfalto se adhiere a los zapatos y vehículos durante varias semanas al menos al año.

Medida

Las mediciones se realizan en pies cuadrados (metros cuadrados) del área afectada. Si se incluye la exudación, no se debe incluir el pulimento de agregados en el conteo (Vásquez, 2002).

Alternativas de Arreglo

L: No se realiza ninguna acción.

M: Se esparce arena o agregados y se compacta mediante cilindrado.

H: Se esparce arena o agregados y se compacta mediante cilindrado, con la posibilidad de precalentar si es requerido.

2.1.7.3 Falla #3. Agrietamiento en Bloque

Las fisuras en bloque son fisuras conectadas que dividen el pavimento en piezas aproximadamente rectangulares. Estas piezas pueden variar en tamaño desde 0.30 m x 0.3 m hasta 3.0 m x 3.0 m. Las fisuras en bloque se originan principalmente debido a la contracción del concreto asfáltico y a los ciclos de temperatura diarios, lo que genera ciclos diarios de esfuerzo y deformación.

Estas fisuras no están relacionadas con cargas y señalan un endurecimiento significativo del asfalto. Por lo general, afectan una gran parte del pavimento, pero a veces solo aparecen en áreas con poco tránsito. Este tipo de daño es diferente a la piel de cocodrilo, ya que esta última forma piezas más pequeñas, poligonales y con ángulos agudos. Además, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es causada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra principalmente en áreas sujetas a carga vehicular (al menos en su etapa inicial) (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

L: Bloques identificados por grietas de leve magnitud, según se describe para grietas que se propagan en direcciones tanto longitudinales como transversales.

M: Bloques identificados por grietas de moderada gravedad.

H: Bloques identificados por grietas de alta severidad.

Medida

La medición se efectúa teniendo en cuenta el área afectada, ya sea en pies cuadrados o metros cuadrados. Por lo general, una porción del pavimento muestra solo un nivel de severidad; sin embargo, cualquier área dentro de esta sección que muestre un nivel de severidad diferente debe ser evaluada y registrada por separado (Vásquez, 2002)

Opciones de reparación

L: Reparación de grietas con una amplitud superior a 3.0 mm. Aplicación de sellador líquido.

M: Reparación de grietas, reciclado superficial, remoción térmica y aplicación de una nueva capa asfáltica.

H: Tratamiento de grietas, reciclaje superficial, fresado térmico y aplicación de una capa de rodadura.

2.1.7.4 Falla #4. Abultamientos (BUMPS) Y Hundimientos (SAGS).

Los abultamientos o desniveles son elevaciones menores ubicadas en la superficie del pavimento. A diferencia de las deformaciones, que son provocadas por pavimentos inestables, los bultos pueden originarse por diversas razones, como:

- Elevación o arqueamiento de losas de concreto Portland mediante la aplicación de una capa adicional de concreto asfáltico.
- Expansión debido a la congelación (formación de lentes de hielo).
- Penetración y elevación del material en una grieta en conjunción con las cargas del tráfico (a veces conocido como "levantamiento") (Vásquez, 2002).

Los hundimientos se refieren a movimientos hacia abajo, de pequeña y súbita magnitud, en la superficie del pavimento. Por otro lado, las distorsiones y desplazamientos que afectan áreas extensas del pavimento, generando depresiones amplias o prolongadas, se denominan "ondulaciones" (Vásquez, 2002).

Medición

La medición se realiza en términos de longitud, ya sea en pies lineales o metros lineales. Si las deformaciones aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tráfico y están separadas por menos de 3.0 metros, se denomina corrugación. Si el bulto se presenta junto con una grieta, está también se registra (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

L: Los desniveles o hundimientos resultan en una calidad de tráfico de baja intensidad.

M: Los desniveles o hundimientos resultan en una calidad de tráfico de intensidad moderada.

H: Los desniveles o hundimientos resultan en una calidad de tráfico de alta intensidad (Vásquez, 2002).

Opciones de Reparación

L: No se realiza ninguna acción.

M: Se realiza reciclaje en frío. Se lleva a cabo parcheo profundo o parcial.

H: Se realiza reciclaje (fresado) en frío. Se lleva a cabo parcheo profundo o parcial, seguido de la aplicación de una sobrecarpeta (Vásquez, 2002).

2.1.7.5 Falla #5. Corrugación

La corrugación se refiere a una secuencia de crestas y valles muy cercanos y distribuidos de manera bastante regular, con separaciones inferiores a 3.00 metros a lo largo de la superficie del pavimento. Las crestas son perpendiculares a la dirección del flujo vehicular. Este tipo de deterioro es resultado de la interacción entre el tráfico vehicular y la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento (Vásquez, 2002).

Niveles de severidad

L: Las corrugaciones generan una calidad de tráfico de baja intensidad.

M: Las corrugaciones resultan en una calidad de tráfico de intensidad moderada.

H: Las corrugaciones ocasionan una calidad de tráfico de alta intensidad (Vásquez, 2002).

Medida

La cuantificación se realiza en términos de pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación

L: No se realiza ninguna acción.

M: Requiere reconstrucción.

H: Se necesita una reconstrucción completa (Vásquez, 2002).

2.1.7.6 Falla #6. Depresión

Son zonas específicas en la superficie del pavimento que están ligeramente más bajas que el pavimento circundante. A menudo, estas depresiones leves solo son perceptibles después de la lluvia, cuando el agua acumulada crea charcos conocidos como "baños de pájaros". En condiciones de pavimento seco, las depresiones pueden ser identificadas por las manchas dejadas por el agua acumulada. Estas depresiones se originan debido al hundimiento de la subrasante o a una construcción defectuosa. Pueden causar cierta irregularidad en la superficie del pavimento y, cuando son lo suficientemente profundas o contienen agua, pueden ocasionar el fenómeno de hidroplaneo (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

La mayor profundidad de la depresión:

L: De 13.0 a 25.0 mm

M: Entre 25.0 y 51.0 mm

H: Superior a 51.0 mm (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

Medida

La cuantificación se realiza en términos de pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación

L: Sin intervención.

M: Reparación superficial, parcial o profunda.

H: Reparación superficial, parcial o profunda (Vásquez, 2002).

2.1.7.7 Falla #7. Grieta de Borde

Las fisuras de borde son paralelas y suelen estar a una distancia de entre 0.30 y 0.60 metros del borde exterior del pavimento. Este deterioro se ve exacerbado por el tráfico vehicular y puede surgir debido al debilitamiento de la base o de la subrasante, ocasionado por condiciones climáticas, cerca del borde del pavimento. El espacio entre la fisura y el borde del pavimento se categoriza según la forma en que se agrieta, a veces hasta el punto de que los fragmentos puedan desprenderse (Andrade, Castillo, & Chacater, 2021).

Niveles de Severidad

L: Grietas de baja a moderada intensidad sin fragmentación ni desprendimiento.

M: Fisuras de intensidad media con cierta fragmentación y desprendimiento.

H: Fragmentación o desprendimiento significativo a lo largo del borde.

Medición

La fisura en el borde se cuantifica en términos de longitud, ya sea en pies lineales o metros lineales.

Opciones de Reparación

L: Sin acción. Sellado de fisuras con un ancho superior a 3 mm.

M: Sellado de fisuras. Reparación parcial o profunda.

H: Reparación parcial o profunda.

2.1.7.8 Falla #8. Grieta de reflexión de junta (De losas de concreto de cemento Portland).

Este tipo de deterioro se limita a pavimentos con una superficie asfáltica construida sobre una losa de concreto de cemento Portland. No abarca fisuras de

reflexión que surgen de otros tipos de bases, como aquellas estabilizadas con cemento o cal. Principalmente, estas fisuras son provocadas por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland debajo de la superficie de asfalto, inducido por cambios de temperatura o humedad. Este daño no está asociado con las cargas, aunque las cargas del tráfico pueden resultar en la ruptura del asfalto cerca de la fisura. Si el pavimento se encuentra fragmentado a lo largo de la fisura, se describe como descascarado. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de asfalto ayuda en la identificación de estos problemas (Andrade, Castillo, & Chacater, 2021).

Niveles de Severidad

L: Hay una de estas situaciones:

- Fisura sin llenado con un ancho inferior a 10.0 mm, o
- Fisura rellenada con cualquier ancho (siempre que el material de relleno esté en buenas condiciones).

M: Hay una de estas condiciones:

- Fisura sin relleno con un ancho que va desde 10.0 mm hasta 76.0 mm.
- Fisura sin relleno de cualquier tamaño hasta 76.0 mm, con un leve agrietamiento aleatorio alrededor.
- Fisura rellenada con cualquier tamaño, también con un leve agrietamiento aleatorio alrededor.

H: Se presenta una de las siguientes situaciones:

- Cualquier fisura, ya sea rellena o no, rodeada por un agrietamiento aleatorio de severidad moderada o alta.
- Fisuras sin relleno que superan los 76.0 mm de ancho. Una fisura de cualquier tamaño en la que unas pocas pulgadas del pavimento alrededor

de la misma estén fuertemente fracturadas (la fisura está fuertemente fracturada).

Medida

La fisura de reflexión de junta se evalúa en términos de longitud, ya sea en pies lineales o metros lineales. Es importante registrar individualmente tanto la longitud como el nivel de gravedad de cada fisura. Por ejemplo, si una fisura mide 15.0 metros y tiene 3.0 metros de fisuras de alta gravedad, estas deben ser anotadas por separado. Además, si hay un abultamiento presente en la fisura de reflexión, también debe ser registrado (Andrade, Castillo, & Chacater, 2021).

Opciones de Reparación

L: Sellado aplicable a grietas con anchos mayores a 3.00 mm.

M: Sellado de fisuras. Parcheo parcial de profundidad.

H: Parcheo parcial de profundidad. Restauración de la junta.

2.1.7.9 Falla #9. Desnivel Carril – Berma

La disparidad de altura entre el carril y la berma implica una divergencia de niveles entre el borde del pavimento y la franja adyacente. Esta irregularidad puede originarse por la erosión, hundimiento de la berma o la instalación de sobrecarpetas en la calzada sin adecuar el nivel de la berma (Vásquez, 2002)

Niveles de Severidad

La disparidad de altura entre el margen del pavimento y la berma fluctúa entre: (Vásquez, 2002)

L: 25.0 - 51.0 mm.

M: 51.0 mm - 102.0 mm.

H: La discrepancia en altura supera los 102.00 mm

Medida

El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (metros lineales) (Vásquez, 2002)

Opciones de Reparación

L, M, H: Ajuste del nivel de la berma para que se iguale al del carril.

2.1.7.10 Falla #10. Grietas longitudinales y transversales

Las fisuras longitudinales se extienden en paralelo al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden originarse debido a: (Vásquez, 2002)

- Una junta de carril del pavimento mal ejecutada.
- Contracción del pavimento de asfalto debido a temperaturas bajas, endurecimiento del asfalto o variaciones diarias de temperatura.
- Una fisura de reflexión causada por el agrietamiento debajo de la capa base, que incluye fisuras en losas de concreto Portland, pero excluye las juntas de pavimento de concreto.

Las fisuras transversales se propagan a lo largo del pavimento en ángulos casi perpendiculares al eje del mismo o a la dirección de construcción. Normalmente, este tipo de fisuras no está vinculado con la carga. (Vásquez, 2002)

Niveles de Severidad

L: Se presenta una de las siguientes situaciones:

- Fisura sin relleno con un ancho inferior a 10.0 mm.
- Fisura rellenada con cualquier ancho (siempre que el material de relleno esté en buenas condiciones).

M: Se presenta una de estas situaciones:

- Fisura sin relleno con un ancho que va desde 10.0 mm hasta 76.0 mm.
- Fisura sin relleno de cualquier tamaño hasta 76.0 mm, con pequeñas fisuras aleatorias alrededor.
- Fisura rellena con cualquier tamaño, también con pequeñas fisuras aleatorias alrededor.

H: Se presenta una de estas situaciones:

- Cualquier fisura, ya sea rellena o no, rodeada por fisuras aleatorias pequeñas de intensidad moderada o alta.
- Fisura sin relleno que excede los 76.0 mm de ancho.
- Una fisura de cualquier tamaño en la que unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma estén fuertemente fracturadas.

Medida

Las fisuras longitudinales y transversales se cuantifican en términos de longitud, ya sea en pies lineales o metros lineales. Después de identificar cada fisura, se registra su longitud y gravedad. Si la fisura presenta distintos niveles de gravedad a lo largo de su extensión, se registra cada segmento con un nivel de gravedad diferente por separado. Además, cualquier abultamiento o hundimiento en la fisura debe ser registrado (Vásquez, 2002).

Opciones de Reparación

L: No se toma ninguna acción. Se lleva a cabo el sellado de fisuras que tienen un ancho superior a 3.0 mm

M: Se realiza el sellado de fisuras.

H: Se lleva a cabo el sellado de fisuras y se realiza un parcheo parcial.

2.1.7.11 Falla #11. Parcheo y Acometidas de Servicios Públicos

Un parche se define como una sección de pavimento que ha sido sustituida con material nuevo para reparar el pavimento existente. Aunque un parche pueda comportarse de manera satisfactoria, sigue siendo considerado un defecto. Generalmente, se observa cierta rugosidad asociada con esta reparación, y tanto el área parchada como la adyacente pueden no comportarse tan bien como la sección original del pavimento (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

L: El parche se encuentra en condiciones satisfactorias y en buen estado. La calidad del tráfico se clasifica como de baja severidad o mejor.

M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tráfico se considera de severidad media. H: El parche está altamente deteriorado o la calidad del tráfico se califica como de alta severidad. Se requiere una sustitución inmediata.

Medida

Los parches se examinan según el área afectada, medida en pies cuadrados o metros cuadrados. Sin embargo, si un parche en particular muestra áreas con distintos niveles de severidad, estas deben ser cuantificadas y documentadas de forma individual. Por ejemplo, un parche que cubre 2.32 m² podría contener 0.9 m² con severidad media y 1.35 m² con baja severidad. Estas áreas deben ser registradas por separado. Dentro de un parche, no se considera ningún otro tipo de daño, como desprendimientos o grietas, incluso si el material del parche se está deteriorando o agrietando. La región se clasifica únicamente como un parche. Si se lleva a cabo una sustitución importante de pavimento, no se clasifica como un parche, sino como un pavimento nuevo, tal como la renovación de una intersección completa (Vásquez, 2002)

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.

2.1.7.12 Falla #12. Pulimento de Agregados

Este desgaste es consecuencia de la carga repetida del tráfico. Cuando el agregado presente en la superficie se vuelve más suave al tacto, la adherencia con los neumáticos del vehículo se reduce considerablemente. Si la cantidad de agregado expuesto en la superficie es mínima, la textura del pavimento tiene un impacto insignificante en la reducción de la velocidad del vehículo. La degradación de los agregados debe ser considerada cuando una inspección revela que el material expuesto en la superficie es propenso a desgastarse y su textura es suave al tacto. Este tipo de deterioro se detecta cuando el resultado de una prueba de resistencia al deslizamiento es bajo o ha disminuido significativamente desde una evaluación previa (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

Niveles de Severidad

No se establece un umbral específico de severidad. No obstante, se requiere que el nivel de pulimento sea notable antes de considerarlo en una evaluación de la condición y contabilizarlo como un defecto (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021)

Medida

La cuantificación se lleva a cabo considerando el área afectada, ya sea en pies cuadrados o metros cuadrados. En caso de que se observe exudación, el pulimento de los agregados no será considerado (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

Opciones de Reparación

L, M, H: No se toman medidas. Se administra un tratamiento superficial. Se ejecuta una sobrecarpeta. Se realiza el fresado seguido de la aplicación de una sobrecarpeta (Montes, Ávila, & Sequeira, 2021).

2.1.7.13 Falla #13. Huecos

Los baches son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, típicamente con diámetros menores a 0.90 m y una forma parecida a la de un tazón. Suelen tener bordes afilados y paredes verticales cerca de la parte superior. La acumulación de agua dentro de ellos acelera su crecimiento. Estos se generan cuando el tráfico arranca pequeños trozos de la superficie del pavimento.

El deterioro del pavimento progresa debido a mezclas deficientes en la superficie, áreas débiles en la base o subrasante, o cuando se alcanza una condición de piel de cocodrilo de alta severidad. A menudo, los baches están relacionados con la integridad estructural y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Si los baches son causados por una piel de cocodrilo de alta severidad, deben ser identificados como tales, no como meteorización (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

Las categorías de gravedad para los baches con un diámetro menor a 762 mm se determinan según su profundidad y diámetro, según lo especificado en la Tabla 3.

Si el bache tiene un diámetro mayor a 762 mm, es necesario calcular su área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y luego dividirla entre 5 pies cuadrados (o 0.47 metros cuadrados) para establecer la cantidad de baches equiparables. En el caso de que la profundidad sea igual o menor a 25.0 mm, se califican los baches como de severidad media. Sin embargo, si la profundidad excede los 25.0 mm, se clasifican como de severidad alta.

Tabla 3 *Niveles de Severidad para Huecos*

Profundidad Máxima del Huevo	Diámetro Medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm

12,7 a 25.4 mm	L	L	H
> 25.4 a 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente: Vásquez, L. (2002)

Medida

Los baches se cuantifican al contar aquellos que presenten niveles de gravedad bajos, medios y altos, y se anotan de manera individualizada. (Vásquez, 2002)

Opciones de Reparación

L: No se realiza ninguna acción. Se lleva a cabo un parcheo parcial o profundo.

M: Se realiza un parcheo parcial o profundo.

H: Se lleva a cabo un parcheo profundo.

2.1.7.14 Falla #14. Cruce de Vía Férrea

Los problemas relacionados con la intersección de vías férreas son irregularidades en la superficie como hundimientos o protuberancias cerca o entre los carriles (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

L: La intersección de vía férrea resulta en una calidad de tránsito de baja severidad.

M: La intersección de vía férrea ocasiona una calidad de tránsito de severidad moderada (Vásquez, 2022).

H: La intersección de vía férrea genera una calidad de tránsito de severidad alta (Vásquez, 2022).

Medida

La evaluación del cruce se lleva a cabo considerando los pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada. Si el cruce no tiene un impacto en la calidad del tránsito, no es requerido su registro. No obstante, cualquier elevación considerable generada por los rieles debe ser anotada como parte del cruce (Vásquez, 2002).

Opciones de reparación

L: No se realiza ninguna acción

M: Se lleva a cabo un parcheo superficial o parcial en la aproximación y se procede a la reconstrucción del cruce.

H: Se realiza un parcheo superficial o parcial en la aproximación y se procede a la reconstrucción del cruce. (Vásquez, 2002)

2.1.7.15 Falla #15. Ahuellamiento

El término "ahuellamiento" se refiere a la formación de una depresión en la superficie donde las ruedas han dejado su marca. A veces, esto puede ir acompañado de un levantamiento del pavimento a lo largo de los bordes de la depresión, pero en ocasiones solo se hace evidente después de la lluvia, cuando las huellas están llenas de agua. Esta condición se origina por una deformación permanente en alguna de las capas del pavimento o la subrasante, generalmente provocada por la consolidación o el desplazamiento lateral de los materiales debido al tráfico vehicular. Un ahuellamiento de importancia puede conducir a una falla estructural significativa en el pavimento.

Nivel de Severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

L: De 6.0 a 13.0 mm.

M: De más de 13.0 a 25.0 mm.

H: Más de 25.0 mm.

Medida

La valoración del ahuellamiento se efectúa teniendo en cuenta los pies cuadrados (o metros cuadrados) del área impactada, y su severidad se establece a partir de la profundidad media de la marca dejada por las ruedas. Para calcular esta profundidad media, se coloca una regla perpendicular a la dirección del ahuellamiento, se mide su profundidad y se utilizan las mediciones tomadas a lo largo del mismo para obtener un promedio de la profundidad (Vásquez, 2002).

Opciones de Reparación

L: Sin intervención. Fresado y sobrecarpeta.

M: Reparación superficial, parcial o completa. Fresado y sobrecarpeta.

H: Reparación superficial, parcial o completa. Fresado y sobrecarpeta.

2.1.7.16 Falla #16. Desplazamiento

El término "desplazamiento" describe el corrimiento prolongado a lo largo de una zona específica de la superficie del pavimento causado por las cargas del tráfico. La presión del tráfico genera una deformación rápida y pronunciada en la superficie. Este tipo de deterioro suele encontrarse únicamente en pavimentos que utilizan mezclas de asfalto líquido que son inestables, tales como el cutback o la emulsión (Vásquez, 2002).

Los desplazamientos también pueden ocurrir cuando los pavimentos de asfalto incluyen pavimentos de concreto de cemento Portland. En esta situación, el desplazamiento surge como consecuencia del alargamiento de los pavimentos de concreto de cemento Portland (Vásquez, 2002).

Niveles de Severidad

L: El desplazamiento resulta en una calidad de tránsito de baja severidad.

M: El desplazamiento resulta en una calidad de tránsito de severidad media.

H: El desplazamiento resulta en una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Los desplazamientos se cuantifican en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada. Si los desplazamientos ocurren dentro de parches, se registran como parte de los parches en el inventario de daños, y no como daños separados (Vásquez, 2002).

Opciones de reparación

L: Sin intervención. Fresado solamente.

M: Fresado seguido de parcheo parcial o profundo.

H: Fresado seguido de parcheo parcial o profundo.

2.1.7.17 Falla #17. Grietas Parabólicas

Las grietas parabólicas por deslizamiento son fisuras que adoptan una forma de media luna en constante crecimiento. Se originan cuando las ruedas del vehículo, al frenar o girar, generan deslizamiento o deformación en la superficie del pavimento. Este tipo de deterioro ocurre con mayor frecuencia en presencia de una mezcla asfáltica de escasa resistencia o de una unión deficiente entre la capa superficial y la subyacente del pavimento. Es relevante señalar que este tipo de daño no guarda relación con los procesos de inestabilidad geotécnica presentes en la carretera (Vásquez, 2002).

Nivel de Severidad

L: La grieta tiene un ancho promedio menor a 10.0 mm.

M: Se satisface una de estas condiciones:

La grieta tiene un ancho promedio entre 10.0 mm y 38.0 mm.

Hay fracturas en pequeños fragmentos cercanos entre sí alrededor de la grieta.

H: Se satisface una de estas condiciones:

La grieta tiene un ancho promedio mayor a 38.0 mm.

Hay fracturas en fragmentos alrededor de la grieta que pueden removerse fácilmente.

Medida

La extensión relacionada con una grieta parabólica se evalúa en pies cuadrados (o metros cuadrados) y se clasifica en función del nivel de severidad más elevado observado en ella. (Vásquez, 2002)

Opciones de Reparación

L: Sin intervención. Reparación parcial.

M: Reparación parcial.

H: Reparación parcial.

2.1.7.18 Falla #18. Hinchamiento

El fenómeno del hinchamiento se caracteriza por una elevación en la superficie del pavimento, que se presenta como una ondulación prolongada y gradual con una extensión mayor a 3.0 metros. Esta condición puede venir acompañada de grietas superficiales. Por lo general, este tipo de deterioro surge debido a la congelación de la subrasante o a la existencia de suelos con capacidad de expansión. (Vásquez, 2002)

Nivel de Severidad

L: El hinchamiento conlleva a una calidad de tránsito de leve magnitud. Aunque no siempre es fácil detectar el hinchamiento de grado leve a simple vista, puede observarse al conducir sobre la sección de pavimento a la velocidad límite. Si existe hinchamiento, se observará un movimiento ascendente (Vásquez. 2002)

M: El hinchamiento genera una calidad de tránsito de moderada gravedad.

H: El hinchamiento conlleva a una calidad de tránsito de alta gravedad.

Medida

Se evalúa el hinchamiento tomando en cuenta los pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada (Vásquez, 2002)

Opciones de Reparación

L: Sin intervención.

M: Sin intervención. Se procede con la reconstrucción.

H: Se procede con la reconstrucción (Vásquez, 2002).

2.1.7.19 Falla #19. Meteorización / Desprendimientos de Agregados

La meteorización y el desprendimiento se refieren al desgaste de la superficie del pavimento debido a la pérdida del ligante asfáltico y de partículas sueltas de agregado. Este tipo de deterioro sugiere que el ligante asfáltico podría haberse endurecido notablemente o que la calidad de la mezcla puede ser insatisfactoria. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tráfico, como los vehículos de orugas. La suavización de la superficie y la pérdida de agregados debido a derrames de aceites también se consideran formas de desprendimiento (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021).

Niveles de Severidad

L: Se evidencia la ausencia de agregados o ligante, con zonas en las que la superficie empieza a ceder. En caso de derrame de aceite, se puede detectar la mancha, pero la superficie permanece sólida y no permite la penetración de una moneda.

M: Se ha detectado la falta de agregados o ligante. La textura de la superficie adquiere una rugosidad y huecidad moderadas. Si hay derrame de aceite, la

superficie se vuelve más suave y puede ser penetrada con una moneda (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021).

H: Se ha constatado una pérdida significativa de agregados o ligante. La superficie se vuelve extremadamente rugosa y profundamente hueca. Los huecos tienen diámetros menores a 10.0 mm y profundidades inferiores a 13.0 mm; los de mayor tamaño se consideran cavidades. En caso de derrame de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su capacidad de adherencia y los agregados están desprendidos (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021).

Medida

La extensión de la meteorización y el desprendimiento se cuantifica en pies cuadrados (o metros cuadrados) del área afectada (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021).

Opciones de Reparación

L: No se realiza ninguna acción. Se aplica un sello superficial y se lleva a cabo un tratamiento superficial.

M: Se aplica un sello superficial y se realiza un tratamiento superficial. Se coloca una sobrecarpeta.

H: Se realiza un tratamiento superficial, se coloca una sobrecarpeta y se lleva a cabo el reciclaje o la reconstrucción.

En los niveles M y H, si el daño es localizado, como por ejemplo debido a un derrame de aceite, se efectúa un parcheo parcial (Karolin, Muñoz, & Paucar, 2021)

2.2 Marco Legal

2.2.1 Especificaciones Técnicas

Durante la investigación y ejecución del proyecto, nos apegaremos a los lineamientos brindados por el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) de acuerdo con la MOP-001-F 2002 ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES. Estos lineamientos cubren diversos aspectos como el uso de materiales, procedimientos de trabajo y métodos de pago, todos encaminados a resolver los problemas presentes en la vía en estudio.

En nuestra investigación para determinar la autoridad responsable del mantenimiento de las vías de segundo, tercer y cuarto orden, hemos encontrado que según el Art. 42.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado provincial, al Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Simón Bolívar le corresponde exclusivamente la realización del mantenimiento necesario. Los detalles concretos de esta responsabilidad se detallan a continuación, tal como se recoge en el citado artículo:

a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, en el ámbito de sus competencias, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad.

b) Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas.

Así mismo, en nuestra investigación utilizamos como punto de referencia la norma vial ecuatoriana NEVI-12-MTOP, específicamente el volumen 6 (CONSERVACIÓN DE LAS VÍAS). Este reglamento describe las políticas, criterios, procedimientos y metodologías necesarias que deben cumplirse en los proyectos viales. Su principal objetivo es garantizar un mantenimiento eficiente del tráfico durante las fases de contratación, construcción y puesta en marcha, procurando también su optimización.

Finalmente, utilizamos lo dispuesto en la Norma de Control Interno No. 408-32, que publica orientaciones sobre el mantenimiento de la infraestructura vial. De

acuerdo con las Normas de Control Interno, el artículo 408-32 menciona el mantenimiento con base en las siguientes consideraciones:

“...Las entidades prestarán el servicio de mantenimiento a los bienes y obras públicas a su cargo, con el fin de que éstas operen en forma óptima durante su vida útil y puedan obtenerse los beneficios esperados, de acuerdo con los estudios de preinversión. Cuando existan restricciones presupuestarias, se efectuarán los ajustes correspondientes para que la obra opere en un nivel aceptable y esta situación se comunicará a las autoridades de la entidad, para que tomen las medidas correctivas pertinentes.

Se impulsarán dos tipos de mantenimiento: el preventivo, cuya función es evitar o prever los daños que interrumpan el servicio o la producción de bienes, disminuyan el rendimiento esperado o su calidad y el correctivo, aplicado para corregir la falla o daño, cuando ya se haya presentado.

El servicio de mantenimiento, preventivo y correctivo, de las obras públicas es esencial para asegurar su durabilidad y la obtención de los beneficios esperados durante la vida útil de éstas.

El mantenimiento preventivo y el correctivo son complementarios, deben existir juntos y aplicarse en el momento oportuno, el primero rutinariamente y el segundo, cada vez que surja una emergencia.

Para elaborar el plan y programa de trabajo que permitan el funcionamiento óptimo de la obra, se asignará un presupuesto adecuado al mantenimiento, principalmente al preventivo; si esto no es posible por razones presupuestarias, se informará sobre esta situación a las autoridades de la entidad para que tomen las medidas correctivas y se pueda volver a alcanzar el nivel óptimo, tan pronto como sea posible.

Para efectuar el planeamiento, la programación y el presupuesto del mantenimiento preventivo, se considerarán los siguientes aspectos:

- Características de los elementos que componen la obra.
- Experiencia con proyectos similares.

- Determinación de los recursos necesarios que debe apoyarse en la información recabada en los puntos anteriores y en los rendimientos esperados, tanto del personal, como de los materiales, equipos, maquinaria y herramientas. Se determinará el tipo y cantidad de personal requerido; los materiales, repuestos, equipos, maquinaria y herramienta necesarios; el transporte para movilizarlos, etc.
- Factores externos a la unidad de mantenimiento como el presupuesto disponible de la institución; el sistema de suministros empleado, el tiempo promedio para la compra de los materiales o repuestos, la disponibilidad de materiales, repuestos, equipos, maquinaria y herramientas adecuados en el mercado; etc.
- Para la planificación del mantenimiento correctivo, se establecerán las posibles emergencias y las acciones inmediatas por tomar cuando éstas se presenten, así como asegurar el suministro de los recursos para poder atenderlas oportunamente. La capacidad de respuesta de la unidad de servicio de mantenimiento debe ser proporcional a la importancia de la falla, en términos de la incidencia que ésta tenga en la prestación del servicio o la producción del bien. Para llevar a cabo esta labor, el personal a cargo de la planificación deberá conocer la obra y sus partes, así como la forma en que opera, además de tener vasta experiencia en su mantenimiento o en el de obras similares.

El mantenimiento correctivo, aun cuando se aplica para atender daños imprevisibles o emergencias, debe planificarse recurriendo a la previsión de la ocurrencia de posibles fallas.

Normas Técnicas Ecuatorianas INEN.

- INEN NTE 2515: Producto derivado del petróleo - cemento asfáltico
- INEN NTE 2515 – 808 Determinación del punto de inflamación en capa abierta Cleveland
- INEN NTE 2515 – 915 Determinación de la solubilidad en tricloroetileno
- INEN NTE 2515 – 916 Determinación de la Ductividad

- INEN NTE 2515 – 917 Determinación de la penetración
- INEN NTE 923 Gravedad específica del asfalto
- INEN NTE 0695 Muestreo del agregado
- INEN NTE 696 y 697 Ensayos granulométricos.
- INEN NTE 0860 Ensayos de Abrasión.
- INEN NTE 0858 Determinación de la masa unitaria en agregado.
- INEN NTE 0857 Determinación del peso específico en agregado grueso.
- INEN NTE 0856 Determinación del peso específico en agregado fino

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque de la Investigación

El enfoque del presente trabajo de investigación será mixto (cuantitativo y cualitativo) ya que se basa en compilar, estudiar e incorporar tanto la investigación cualitativa como la investigación cuantitativa.

3.1.1 Cuantitativo

Enfoque cuantitativo porque predominan los valores numéricos; es decir, se reúnen todas las fallas, causas, mediciones en el sitio, cálculos del área de intervención para la aplicación del método PCI, debido a que el manual determina los tipos de deterioros, severidad y cantidad de fallas en la vía a consecuencia de la carencia de mantenimiento; lo cual favorece a la población. En todo caso, el enfoque cuantitativo muestra numéricamente el estado de la vía y lo compara con los resultados adyacentes.

3.1.2 Cualitativo

La implementación de la investigación cualitativa la recopilación de información específica sobre el estado del pavimento asfáltico de la vía, entre las cuales constan la identificación de daños mediante la observación. De esta manera se puede entender si la vía tiene problemas por calidad de los materiales, mano de obra, exceso de tránsito o ha excedido su vida útil.

3.2 Alcance de la Investigación

El alcance de esta investigación es descriptivo, ya que al proporcionar una comprensión profunda del estado de la vía utilizando métodos, como la Identificación de fallas mediante la ficha dispuesta en el Índice de condición del pavimento (PCI), herramientas, esto, ayudara para desarrollar una propuesta de mantenimiento efectiva. Al recopilar datos detallados sobre la calidad del pavimento, su historial de

mantenimiento y las percepciones de las partes interesadas, permitirá una evaluación minuciosa de la problemática, determinar los costos y tiempo para corregir los daños identificados en las vías, lo cual resultará en una investigación sólida y recomendaciones prácticas para abordar el mantenimiento en esta área.

3.2.1 Investigación Descriptiva

El presente estudio es descriptivo debido a que esta investigación se desarrolló a partir de la utilización del método PCI para identificar el índice de las fallas que tienen actualmente la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del Cantón Simón Bolívar. Las técnicas para la recopilación de datos comprenden el análisis para reconocer y elegir los tramos a estudiar. De igual modo, como instrumento utilizando el método PCI, se desarrolla en el área de estudio el formato de registro de fallas.

3.3 Técnica e instrumentos para obtener los datos

3.3.1. Técnicas

La técnica utilizada en la realización de este trabajo de investigación es la técnica de observación y el instrumento es el Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

También se realizarán técnicas de recolección de información como entrevistas a través de cuestionarios de preguntas y sus instrumentos.

Tabla 4. *Técnicas de recolección de datos*

Técnica	Instrumentos
Observación directa	Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica
Encuesta	Cuestionario
Levantamiento de fallas	GPS Flexómetro Cinta Métrica Regla de Aluminio

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

3.4 Población y Muestra

3.4.1. Población

El lugar en donde se planteó este estudio es en la avenida Antonio Vargas y en la calle Naciones Unidas del Cantón Simón Bolívar, donde se tomó en cuenta el TPDA de ambas vías junto con la comunidad aledaña a dichas vías. Gracias a la información recopilada, se llegó a calcular un tráfico promedio anual diario de 20 vehículos, donde constan vehículos pesados y livianos.

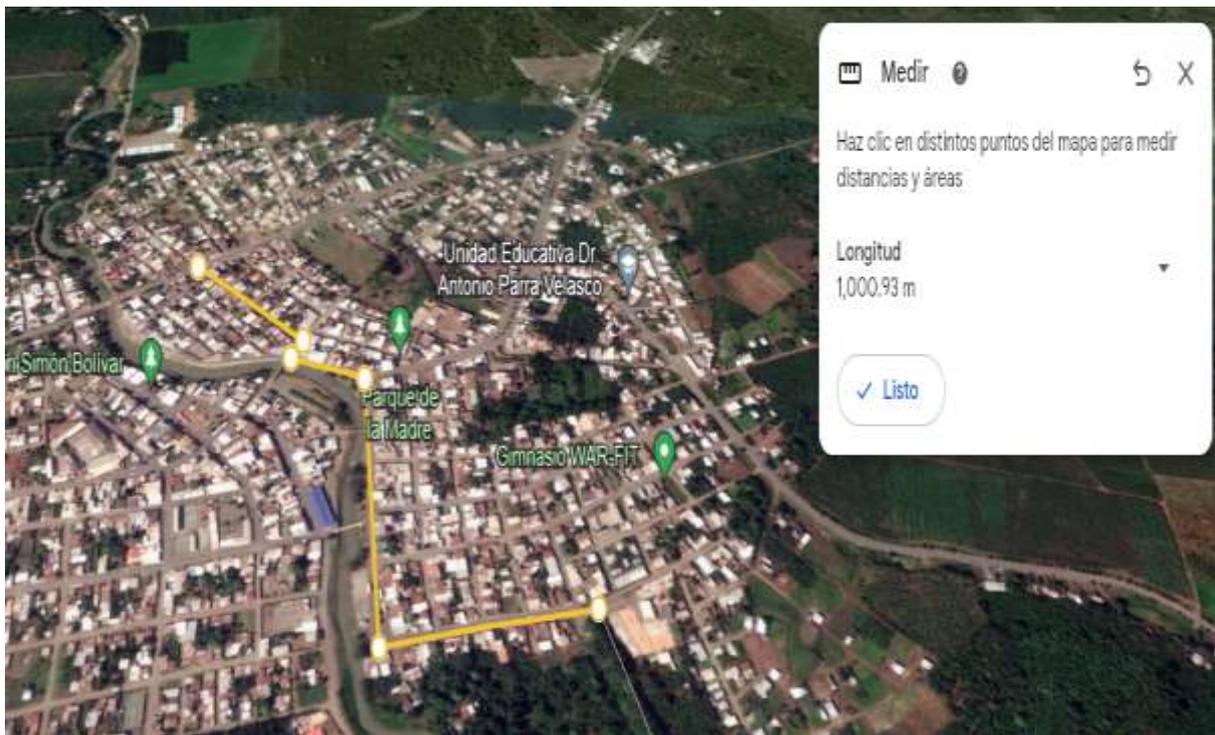
3.4.2. Muestra

Se tomó como muestra de estudio la capa asfáltica que comprenden 1 km de vía, siendo ambas, arterias viales importantes para la circulación dentro y fuera del cantón. Dentro de este proyecto, se evidenció el deterioro de ambas vías la de Antonio Vargas y Naciones Unidas.

Básicamente, en consecuencia, a la brecha de mantenimiento, este proyecto se rige bajo los estándares de la norma ASTM D6433-07, la cual señala: “Práctica

estándar para estudios del índice de condición de pavimento de carreteras y estacionamientos.” Así mismo, para la muestra de este proyecto de investigación se aplicó la formula estadística para población finita utilizando un margen de error del 0.05%.

Figura 3. Localización de las avenidas en estudio



Fuente: Google map (2024)

3.4.2.1. Cálculo de la muestra

Para calcular la muestra en este proyecto de titulación, utilizamos la fórmula que comprende la práctica estándar para estudios del PCI de pavimentos flexibles y rígidos en carreteras y estacionamientos.

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{(N - 1) E^2 + Z^2 P \cdot Q}$$

En donde:

n= Tamaño de muestra

Z= Valor Z curva normal (1.96)

P= Probabilidad de éxito (0.50)

Q= Probabilidad de fracaso (0.50)

N= Población (32224) vehículos

E= Error muestral (0.05)

Sustituyendo la fórmula se obtiene lo siguiente:

$$n = 384$$

El total de la muestra de la investigación fue de 384 personas que habitan en el Cantón Simón Bolívar y que recorren a diario dichas vías. Una vez obtenida esta información se simplifica el diagnóstico del porcentaje de deterioros en la carpeta de rodadura por medio del método PCI para plantear el mantenimiento y rehabilitación de la vía.

CAPITULO IV

PROPUESTA O INFORME

4.1. Presentación y análisis de resultados

En este apartado se describe en detalle los métodos empleados durante la ejecución de este proyecto, así como los recursos utilizados para recopilar la información de campo. Esta información se analiza y procesa para obtener los parámetros requeridos con el fin de elaborar propuestas de mantenimiento para la vía y calle en cuestión, y para presentar las recomendaciones pertinentes.

4.1.1. Metodología del Trabajo

El proyecto de investigación actual implica un trabajo de campo centrado en evaluar el estado de la vía Antonio Vargas y Calle Naciones Unidas. A partir de los resultados obtenidos, se elaborará una propuesta de actividades destinadas a la rehabilitación y mantenimiento de la vía. El procedimiento seguido para lograr estos objetivos se basa en la revisión de la literatura existente sobre pavimentos flexibles, análisis de fallas, metodologías de evaluación, actividades de mantenimiento y su diseño.

Esto se realiza con el fin de obtener una comprensión clara antes de llevar a cabo el trabajo de campo. En función de estos conceptos, se realiza un análisis del área de estudio mediante observación detallada en el campo y memorias fotográficas. Esto permite determinar el estado de la vía y llevar a cabo la recopilación, procesamiento, análisis e interpretación de datos. Posteriormente, se elabora una propuesta de mantenimiento y se determinan las conclusiones y recomendaciones. Para llevar a cabo este proceso, se ha establecido una metodología de trabajo detallada, la cual se describe en este capítulo.

- Revisión del marco teórico a través de la consulta de la literatura disponible, caracterización y delimitación del área de estudio para evaluar la extensión de

la vía, sus características transversales, su estado funcional y otros factores necesarios para establecer las unidades de muestreo requeridas para la evaluación de la vía. Así mismo, se identifican los puntos críticos de inestabilidad presentes en ella.

- Detección de las deficiencias presentes en el pavimento de la vía y cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI).

4.1.2. Determinación de unidades de muestreo

Se realiza una exhaustiva identificación del área de estudio para establecer las unidades de muestreo, con el propósito de determinar sus características más importantes, que incluyen las principales zonas pobladas, las particularidades de la estructura del pavimento existente, la configuración geométrica de la vía, las áreas susceptibles a inestabilidades, las zonas que requieren intervención, si es necesario, y otros factores que aporten información relevante para la evaluación de la vía.

Respecto a la vía en su totalidad, esta está compuesta por un pavimento flexible que muestra una estructura transversal uniforme a lo largo de su extensión. En cuanto a la geometría vial, se observa una similitud en el ancho de la Avenida Antonio Vargas y la calle Naciones Unidas, con una amplitud que varían entre los 6,5 metros a 7,50 metros.

Tabla 5 *División de tramos*

Nombre de vía	Ancho de calzada	Longitud (m)
Av. Antonio Vargas	6,5	515
Calle Naciones Unidas	7,5	485
		Total= 1000 km

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Siguiendo lo especificado en la sección de "determinación de unidades de muestreo", se determina el número total de unidades de muestra (N) necesario para la evaluación. Para ello, se divide la longitud total de la vía por la longitud de muestreo predefinida, obteniendo un valor de **32** unidades de muestra.

$$N = \frac{1000}{32} = 32$$

El valor de N obtenido en el paso anterior es utilizado para determinar la cantidad de unidades de muestra que serán evaluadas (n). Para este cálculo, se adopta un error tolerable (e) del 5% y una desviación estándar (s) de 10, considerando que se trata de la primera evaluación de la vía.

$$n = \frac{32(10)^2}{\left(\frac{5^2}{4}\right)(32 - 1) + 10^2} = 11$$

Adicionalmente se calcula el Número de intervalo que es representado por la (i) esto se da para la selección de muestreo el cual su resultado es 2, ya que se redondea al número inferior.

En este caso se recomienda que las unidades de muestreo sean equidistantes entre sí a lo largo de la sección del pavimento. Para ello, se utiliza un método de muestreo aleatorio sistemático, donde la primera unidad se elige al azar y las demás se seleccionan a intervalos regulares a partir de esa primera unidad y nos dio como resultado 1, es por ello que partimos desde el primer tramo.

$$i = \frac{32}{11} = 2,90 \approx 2$$

A continuación, en la Tabla 6 se observan los tramos que fueron evaluados, determinando sus abscisas inicial y final, y sus áreas pertinentes

Tabla 6 *Tramos a ser evaluados*

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	ÁREA TRAMO
1	0+0000	0+0032	240
2	0+0064	0+0096	240
3	0+0128	0+0160	240
4	0+0192	0+0224	231
5	0+0256	0+0288	231
6	0+0320	0+0352	231
7	0+0384	0+0416	231
8	0+0448	0+0480	230
9	0+0512	0+0544	230
10	0+0576	0+0608	230
11	0+0640	0+0672	230

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.1.3 Inspección de unidades de muestras seleccionadas y cálculo del PCI.

Una vez determinadas las unidades a muestrear, se procedió a realizar una inspección recorriendo cada uno de los tramos establecidos. Durante esta inspección, se identificaron minuciosamente las fallas presentes y se registró su tamaño y su grado de severidad en el formato asignado para este propósito.

La tabla 7 presenta un resumen de las fallas encontradas en el tramo 1 del análisis, que abarca desde la abscisa 0+000 hasta el 0+032. Se identifica la presencia de una Piel de Cocodrilo de severidad media, así como Grietas longitudinales y transversales de severidad media, las cuales se consideran que afectan conforme a las recomendaciones del manual de evaluación del PCI. Se observan también falla de depresiones según su área clasificada como de severidad media. Igualmente se

detectan zonas de Parcheo de severidad baja, lo cual, indica que se encuentra en estado óptimo y es satisfactorio.

Tabla 7 *Inventario de fallas inspeccionadas*

Daño	Severidad	Unidad	Área			Cantidades Parciales	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrilo	M	m ²	2,6	2,9		7,54	7,54
Depresión	M	m ²	2,8	2,10		5,88	13,44
Depresión	M	m ²	4,2	1,80		7,56	
Parcheo	L	m ²	1,50	1,5		2,25	2,25
Grietas long y transversal (m)	M	M ²	5,0			5,00	5,00

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.1.3.1 Cálculo de la densidad

La obtención de este valor esta otorgado en porcentaje, se encarga de dividir el área total que se encuentran en estudio por el daño ubicado en el área de la muestra, esta valoración permitirá por medio de los ábacos la determinación de los valores deducidos.

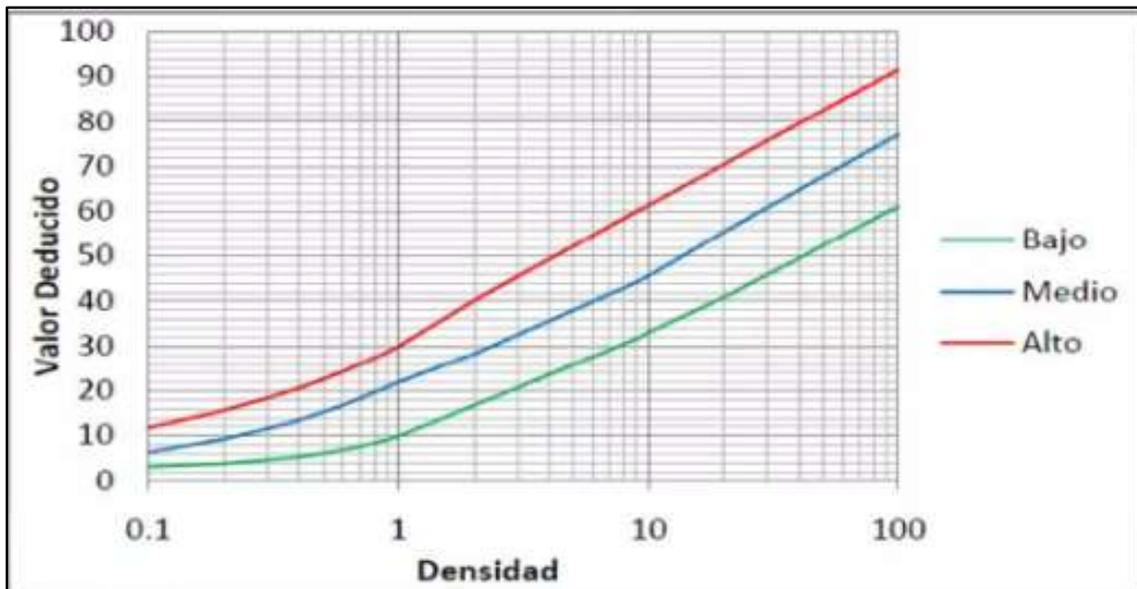
$$\text{Densidad} = \frac{\text{Área total del daño}}{\text{Área de la muestra}} \times 100$$

4.1.3.2 Cálculo del valor deducido

Este valor se obtiene por medio del desarrollo de las curvas de severidad que otorga cada una de las fallas las cuales se encuentran detalladas en el Anexo 1.

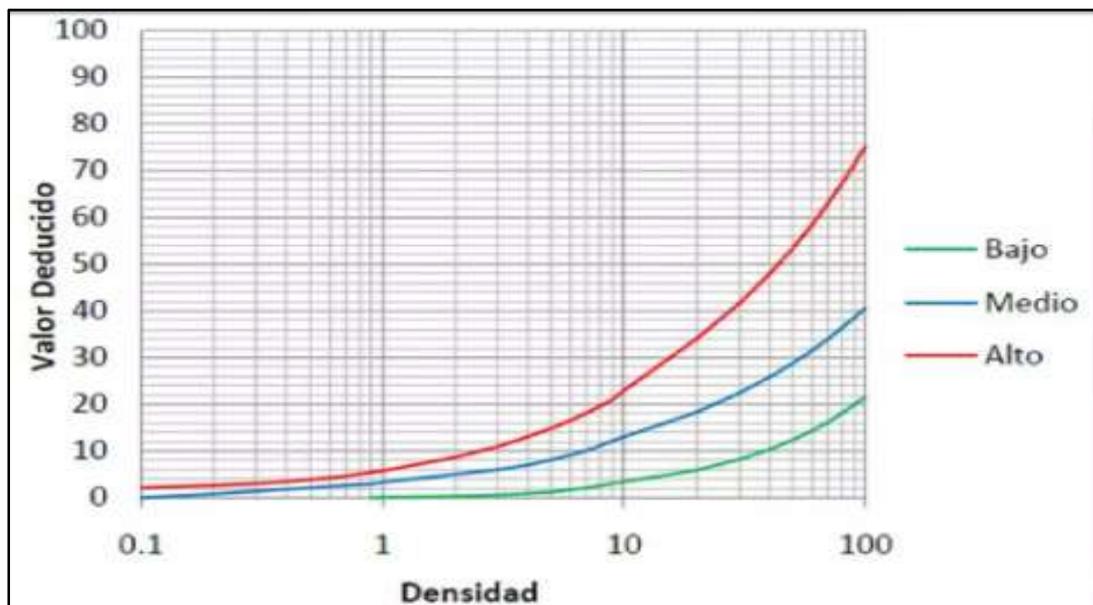
Las Figuras 4 a 10 ofrecen una representación visual del procedimiento utilizado para calcular el valor deducido de cada tipo de falla detectada.

Figura 4. Valor deducido de falla piel de cocodrilo



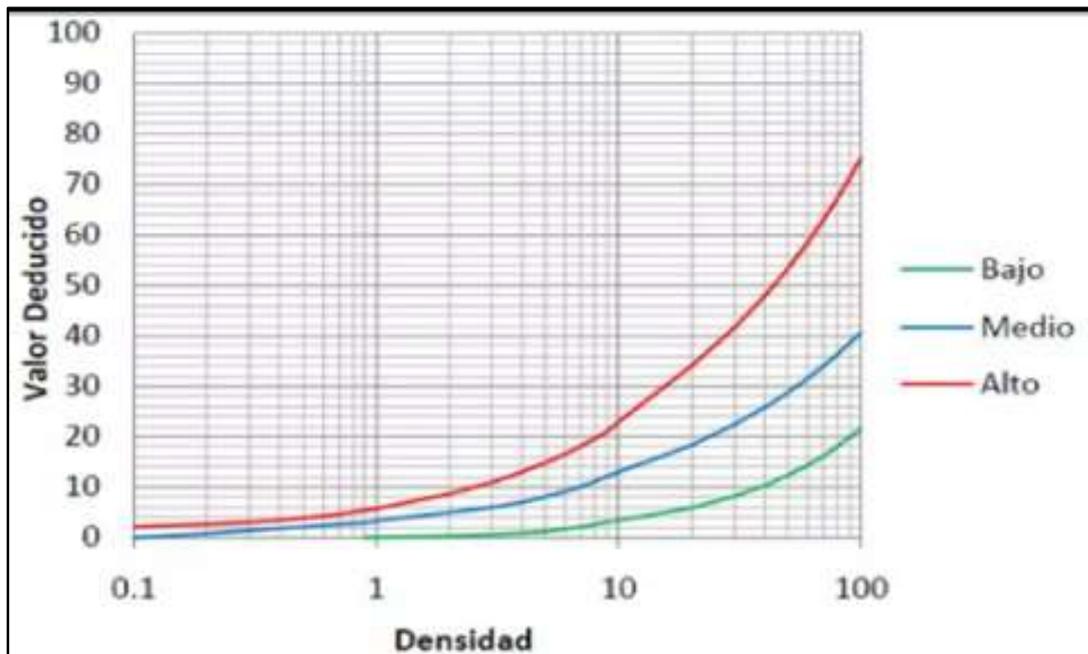
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 5. Valor deducido de falla exudación



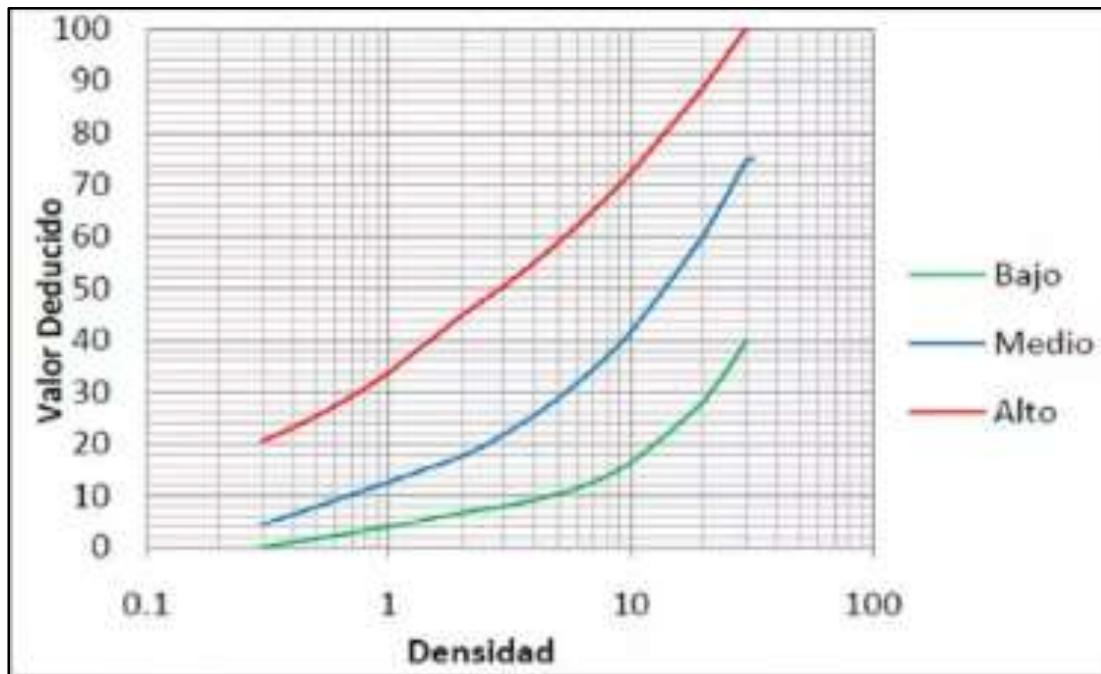
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 6. Valor deducido de falla de agrietamiento en bloque



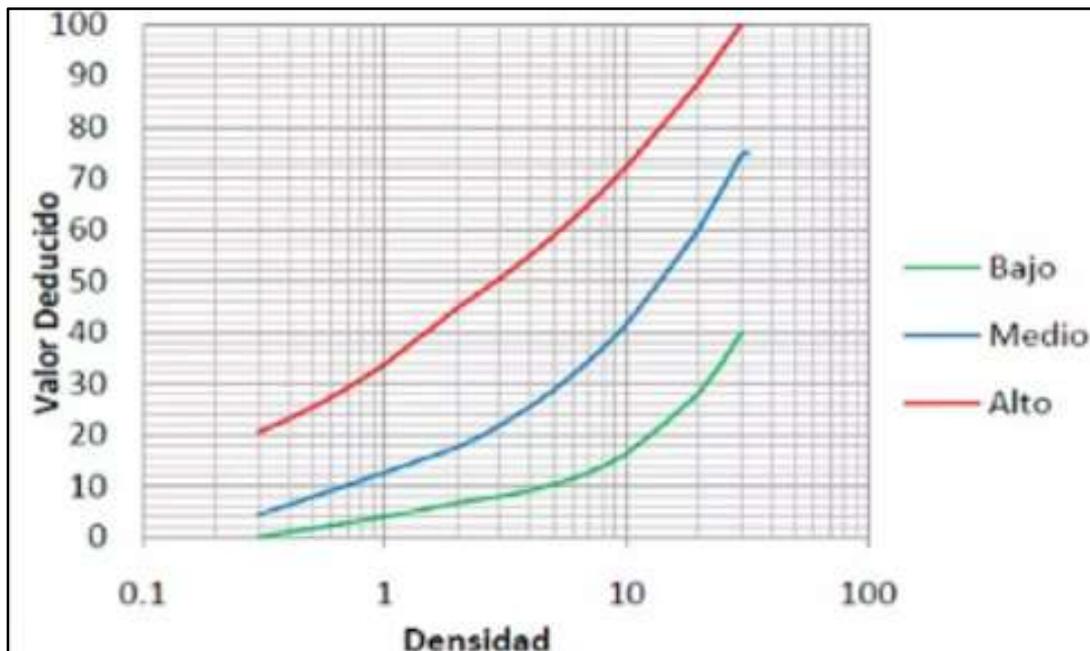
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 7. Valor deducido de falla por abultamiento



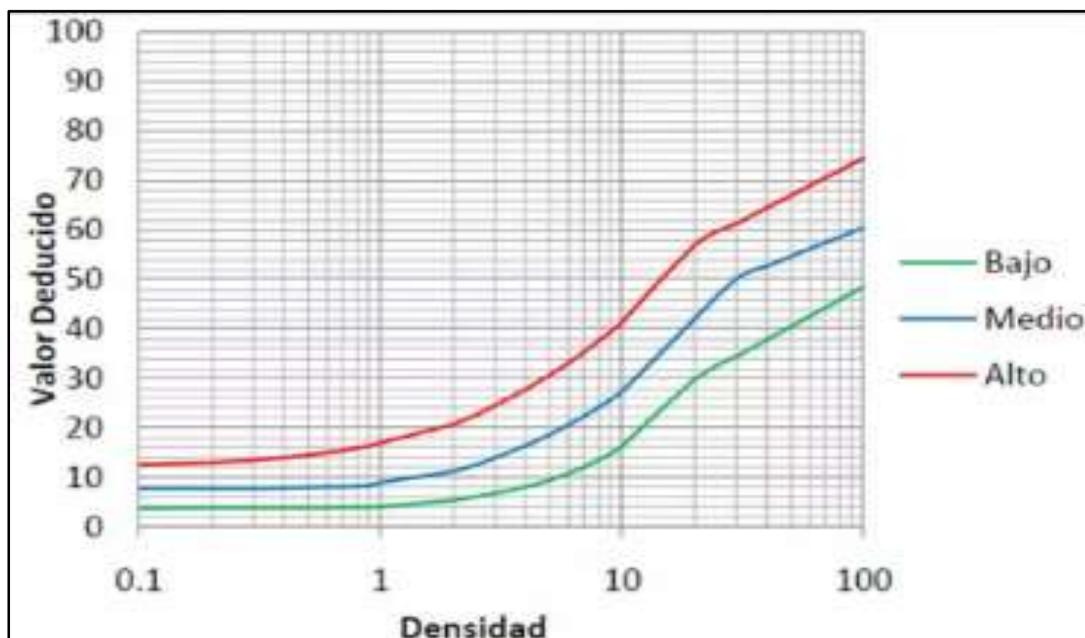
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 8. Valor deducido de falla por corrugación



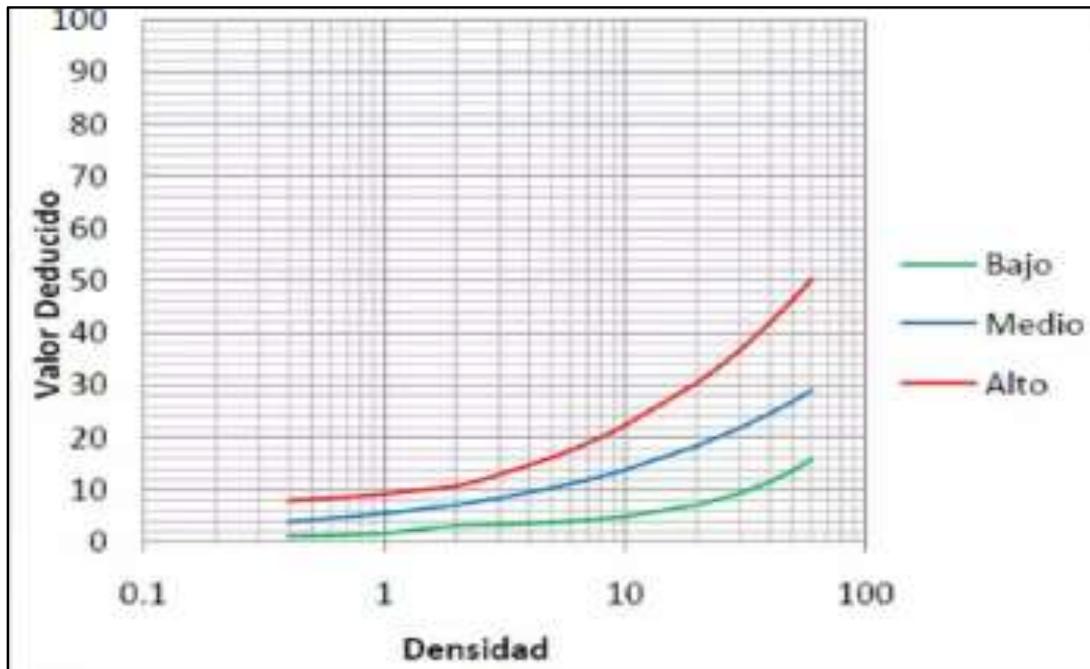
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 9. Valor deducido de falla por depresión



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 10. Valor deducido de falla por grieta de borde



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Después de calcular los valores deducidos para cada tipo de falla, se determinó el valor total de deducción (**VDT= 61**), que equivale a la suma de todos los valores de deducción de cada tipo de falla individual, el valor máximo deducido corregido (**CDV= 33**), el número de valores deducidos que exceden dos (2) (**q=4**), y el número de deducciones permitidas (**m= 7**). En esta situación, hay menos valores deducidos que m, por lo tanto, se utilizan todos los valores disponibles (**Q= 5**).

En la Tabla 8 exhiben los resultados obtenidos de los cálculos del porcentaje de densidad de falla junto con los valores deducidos asociados, además de otros parámetros fundamentales para la determinación del PCI.

Tabla 8. Valores deducidos de fallas existentes en el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083)

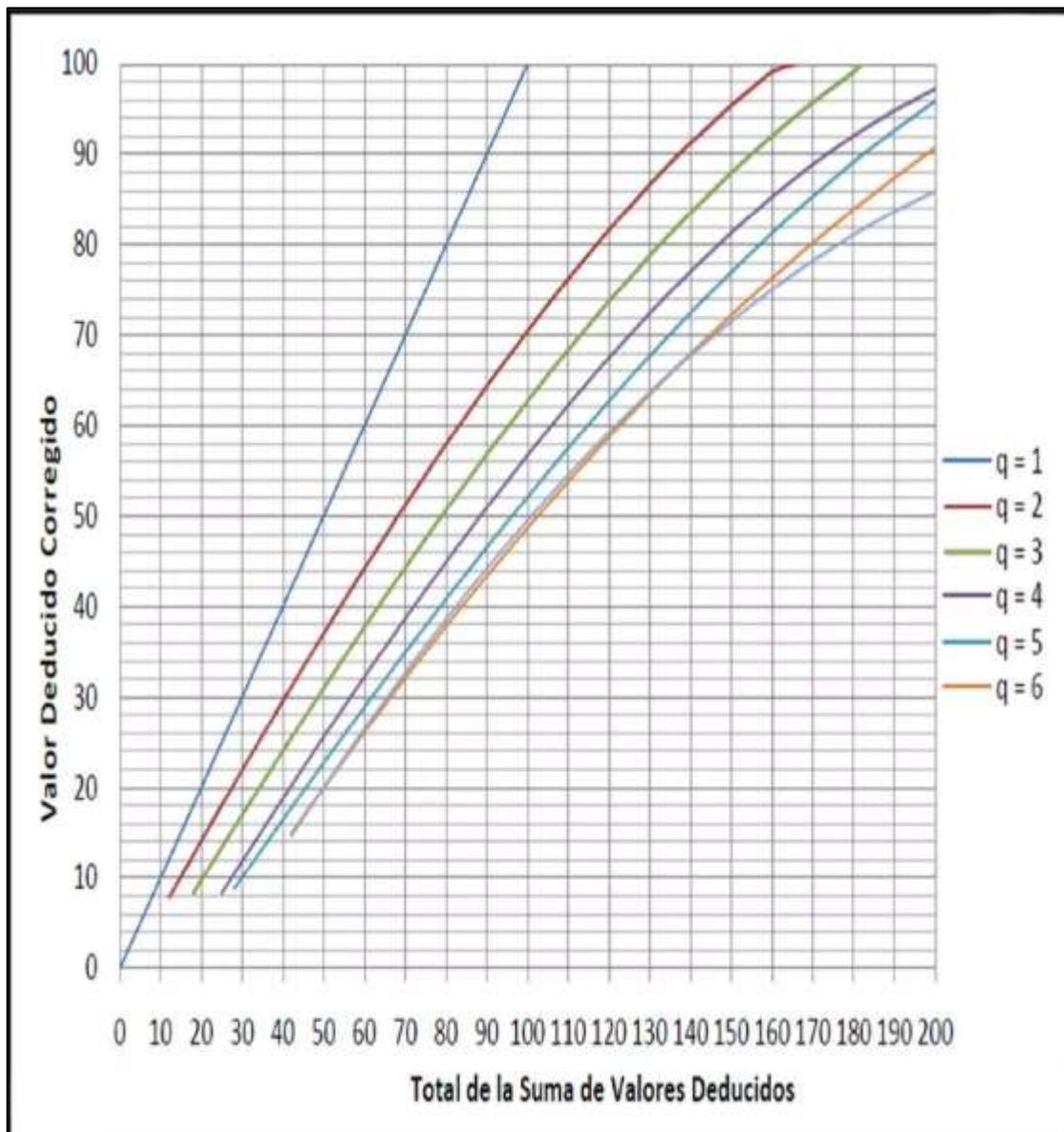
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valores Deducidos
Piel de cocodrilo	M	m2	7,54		7,54	3,14	33
Depresión	M	m2	5,88	7,56	13,44	5,60	20
Parqueo	L	m	2,25		2,25	0,94	3
Grietas long y transversal (m)	M	m	5,00		5,00	2,08	5
						TOTAL	61

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Se emplearon los resultados obtenidos del cálculo del porcentaje de densidad junto con sus valores deducidos respectivos para crear una tabla con los valores deducidos, dispuestos en orden descendente hasta que el menor de los "Valores Deducidos" individuales que sea mayor que 2.0 se reduzca a 2.0, repitiendo este proceso de manera iterativa hasta que "Q" alcance el valor de 1.

Posteriormente, se determinó el "Valor Deducido Total" (CDT) sumando los valores deducidos individuales para cada iteración de Q. Con base en los valores de "Q" y "CDT", se calculó el valor de CDV utilizando la curva de corrección correspondiente al tipo de pavimento flexible (Figura 8). Este valor se obtiene ingresando el valor de CDT interpolando los valores de Q.

Figura 11. Correcciones de valores deducidos para pavimentos flexibles



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Después de obtener los valores deducidos corregidos, se determina el "HDV", que representa el CDV más alto y se emplea para calcular el PCI específico de la sección del tramo. En la Tabla 9 se detallan los resultados del cálculo de los valores deducidos corregidos para el tramo 1 bajo análisis, indicando que HDV= 33,60, a partir del cual se realiza el cálculo del PCI.

Tabla 9 Valores deducidos corregidos para el Tramo 1 (abs. 0+000 – 0+032)

VALORES DEDUCIDOS				VDT	Q	VDC
33	20	5	3	61	4	33,60
20	5	3	2	30	3	17,00
5	3	2	2	12	2	8,00
3	2	2	2	9	1	9,00

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Los resultados del PCI para esta unidad de muestreo, incluyendo su clasificación y simbología respectivas, se presentan en la Tabla 10.

Tabla 10. PCI Tramo 1 (abs. 0+000 – 0+032)

Máx=	33,60
PCI=	66,40
Clasificación	BUENO

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

En la Figura 12 se presenta el gráfico de las secciones de los tramos que se van a intervenir en la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar.

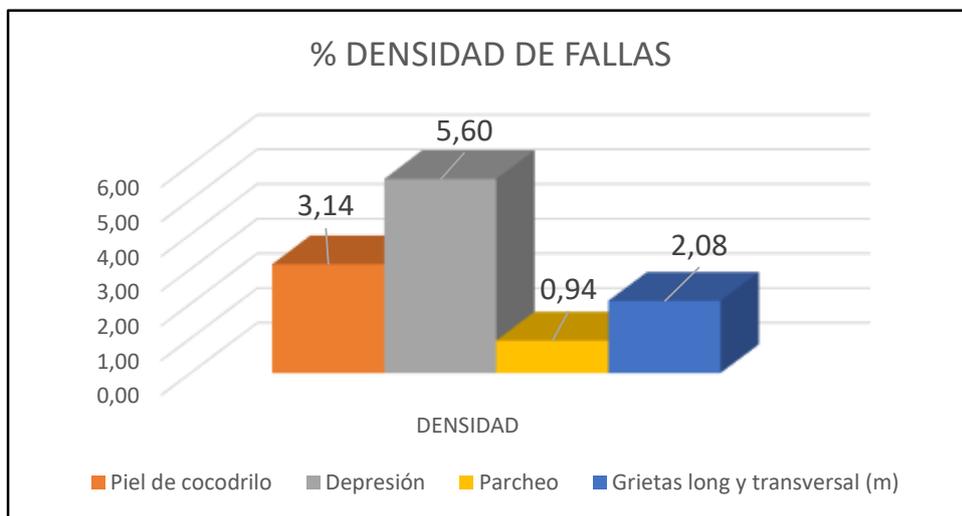
Figura 12. Secciones de tramos a intervenir



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

La Figura 13 presenta un diagrama de barras que representa el porcentaje de fallas presentes en la unidad de muestra.

Figura 13. Fallas existentes. Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

En la Figura 13 se proporciona una panorámica del estado del pavimento en el tramo 1.

Figura 14. Vista de sección del pavimento del Tramo 1 (abs 0+000 – 0+0320)



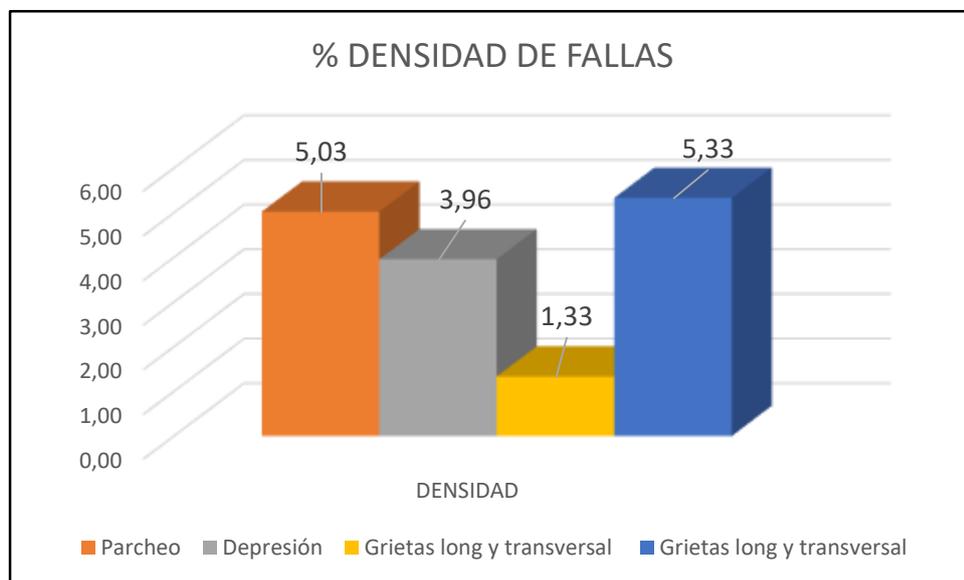
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Se lleva a cabo este proceso para cada muestra elegida. Los resultados de esta inspección, junto con los cálculos para establecer el PCI de cada unidad de muestra y fotografías que muestran las fallas encontradas, se incluyen en el Anexo #2.

A continuación, se exhibe un esquema gráfico en la Figura 15 que representa la distribución de defectos en el pavimento, derivado de los hallazgos de las inspecciones realizadas en cada una de las unidades de muestra elegidas.

En la Figura 15 se muestran los defectos identificados en el tramo 2 (abs 0+032 - 0+064), junto con sus niveles de gravedad y porcentajes de incidencia. Entre las anomalías detectadas en esta segunda muestra se incluyen: parches y depresiones de gravedad moderada, así como grietas longitudinales y transversales de gravedad moderada y baja, que no generan problemas significativos en la carretera.

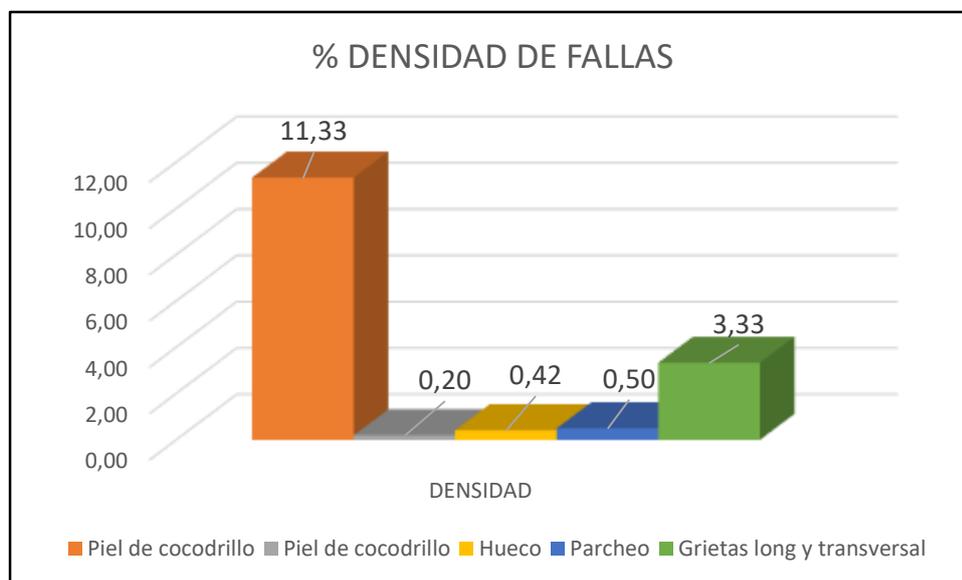
Figura 15. Fallas existentes. Tramo 2 (abs. 0+032 - 0+064)



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

El tercer tramo de la carretera seleccionado (ubicado entre las abs. 0+064 - 0+128) presenta un estado bueno del pavimento. Durante la inspección de la tercera muestra, se observaron imperfecciones como la aparición de Piel de cocodrilo, así como depresión y parcheo con niveles de severidad moderada y baja, además de grietas longitudinales y transversales de severidad media. Sin embargo, estas irregularidades no generan problemas significativos en la vía. Los detalles sobre la densidad de estas fallas en dicho tramo se encuentran descritos en la Figura 16.

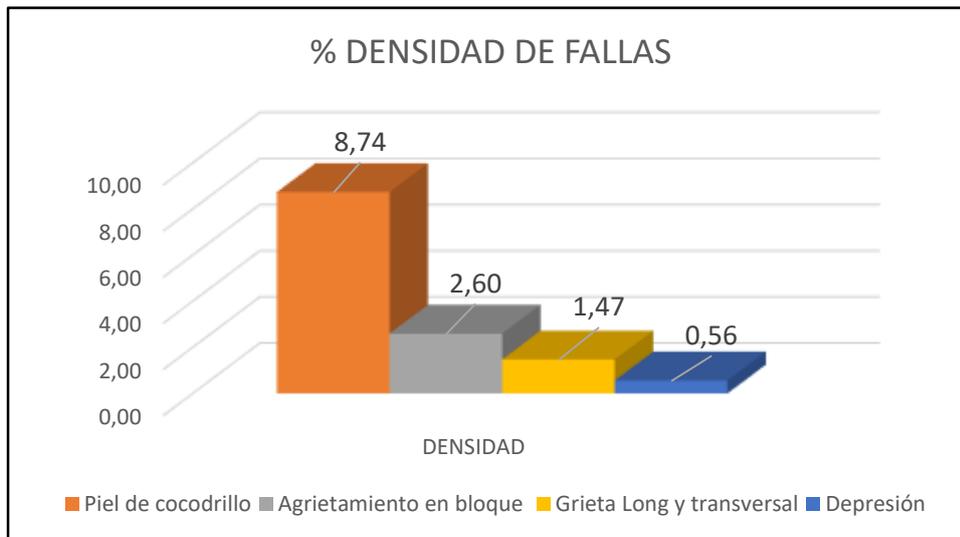
Figura 16. Fallas existentes. Tramo 3 (abs 0+064 - 0+128)



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

La Figura 17 exhibe las anomalías identificadas en el tramo 4 (ubicado entre las abs. 0+128 - 0+192). Aunque este tramo ofrece condiciones favorables para el tráfico, se evidencia un deterioro gradual en la superficie de la carretera. En esta sección se observan imperfecciones como la formación de piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, así como grietas longitudinales y transversales, junto con depresiones. Estas irregularidades muestran niveles de severidad media y baja, presentes en áreas dispersas de pequeña extensión.

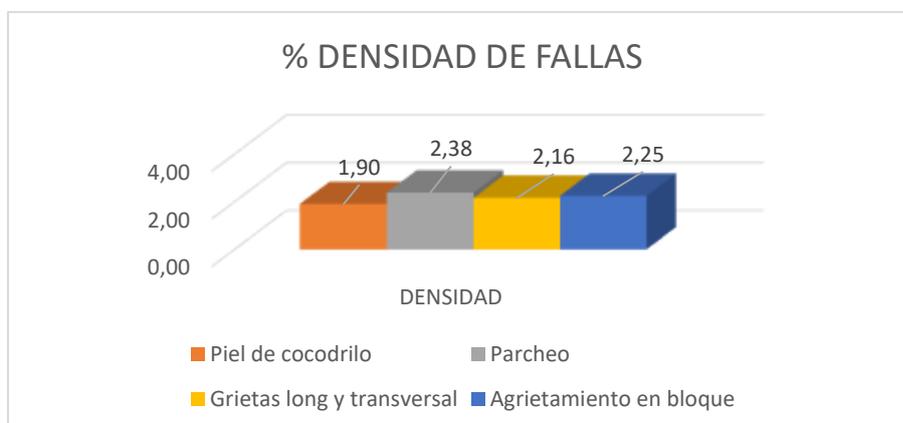
Figura 17. Fallas existentes. Tramo 4 (abs 0+128 - 0+192).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

La Figura 18 ilustra las imperfecciones identificadas en el tramo 5 (entre las abscisas 0+192 - 0+256). Este segmento de la carretera muestra un notable deterioro en su superficie, causado por la existencia de numerosos parcheos, así como grietas longitudinales y transversales, junto con agrietamientos en bloque de moderada severidad. Además, se nota una amplia extensión de "piel de cocodrilo" con un nivel de severidad intermedia.

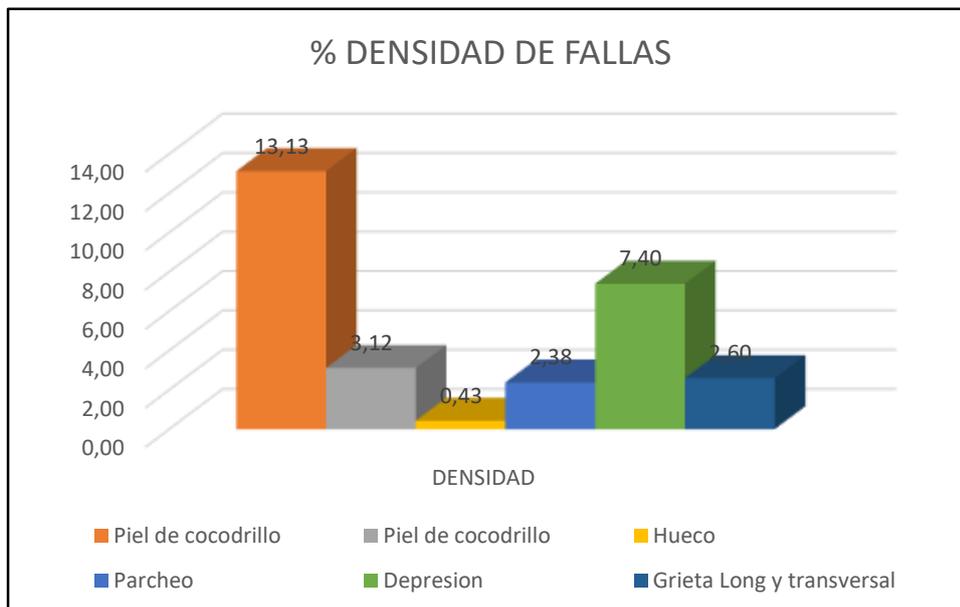
Figura 18 Fallas existentes. Tramo 5 (abs 0+192 - 0+256).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

En la Figura 19 se representan las irregularidades presentes en el tramo 6 (que abarca desde la abscisa 0+256 - 0+320), junto con sus niveles respectivos de severidad y densidad. Este tramo experimenta un deterioro regular atribuido a la acción de agentes erosivos y al tráfico vehicular. Se identifican problemas tales como piel de cocodrilo, parcheo, depresión, hueco y grieta longitudinal y transversal, lo que ocasiona un daño habitual en la capa de asfalto.

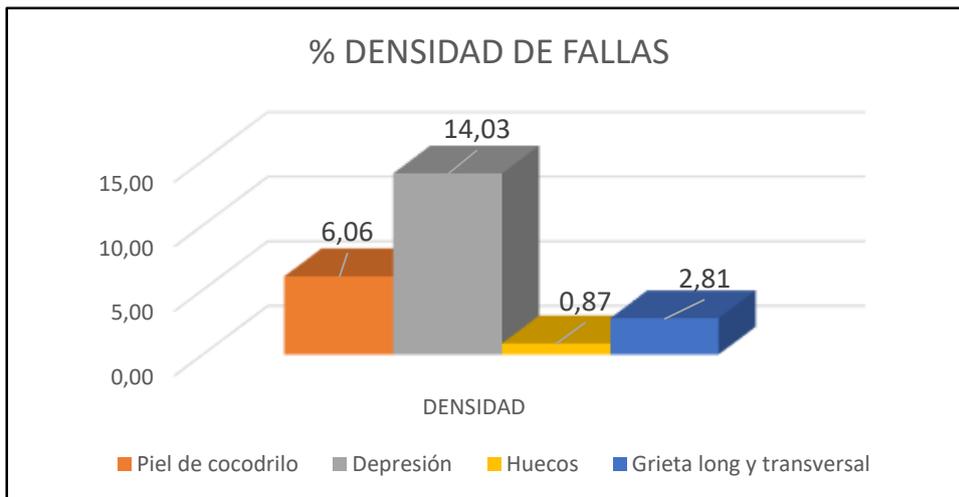
Figura 19. Fallas existentes. Tramo 6 (abs 0+256 - 0+320)



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

En la Figura 20 se muestran las imperfecciones identificadas en el tramo 7 (ubicado entre las abscisas 0+320 - 0+384). Este tramo presenta condiciones regulares, con diversos problemas que incluyen la presencia de piel de cocodrilo, depresiones, huecos, así como grietas longitudinales y transversales de severidad que varía entre moderada y alta. Estos daños se atribuyen a la acción de agentes erosivos como el agua de escorrentía y a la falta de mantenimiento adecuado.

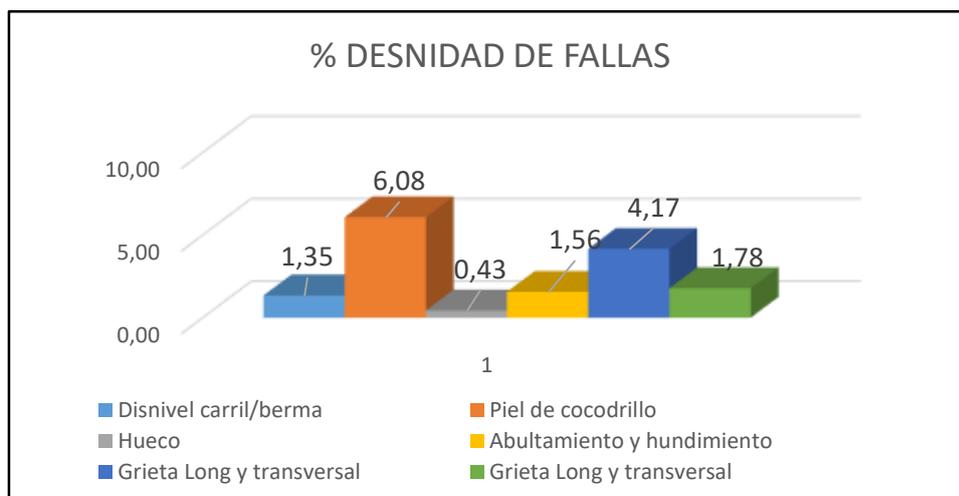
Figura 20. Fallas existentes. Tramo 7 (abs 0+320 - 0+384).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

En la Figura 21 se presentan las imperfecciones observadas en el tramo 8, que abarca desde la abscisa 0+384 – 0+448. Este tramo exhibe una variedad de problemas, incluyendo la aparición de Desnivel carril/berma, piel de cocodrilo, hueco, abultamiento y hundimiento, grieta longitudinal y transversal y áreas pequeñas donde el material de la carretera se desintegra, lo que contribuye al deterioro acelerado de la vía.

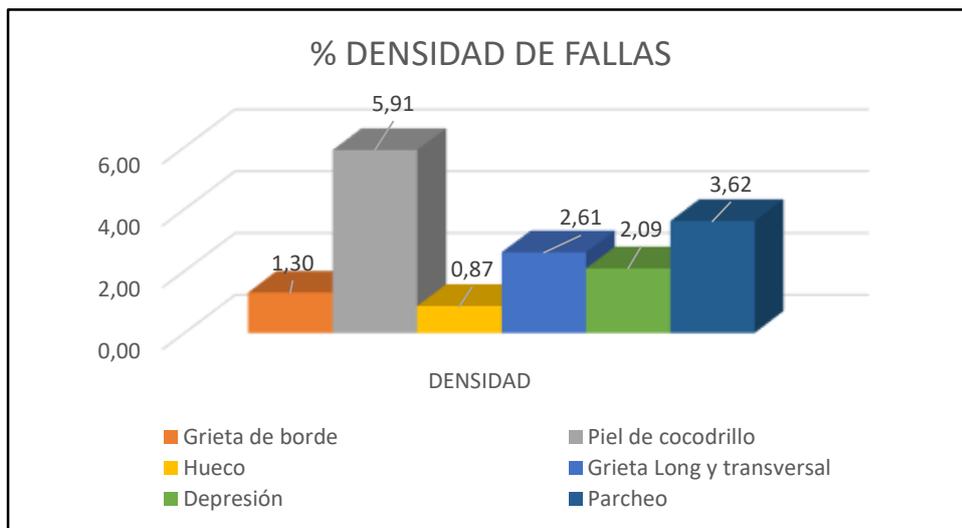
Figura 21. Fallas existentes. Tramo 8 (abs 0+384 - 0+448).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

El tramo 9, ubicado entre las abscisas 0+448 – 0+512, muestra un estado deficiente. Se observan problemas como la aparición de piel de cocodrilo, depresión, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo y hueco, todos ellos con severidades significativas, lo que conduce a un deterioro constante de la carretera. La Figura 22 muestra las deficiencias identificadas en esta parte específica del camino.

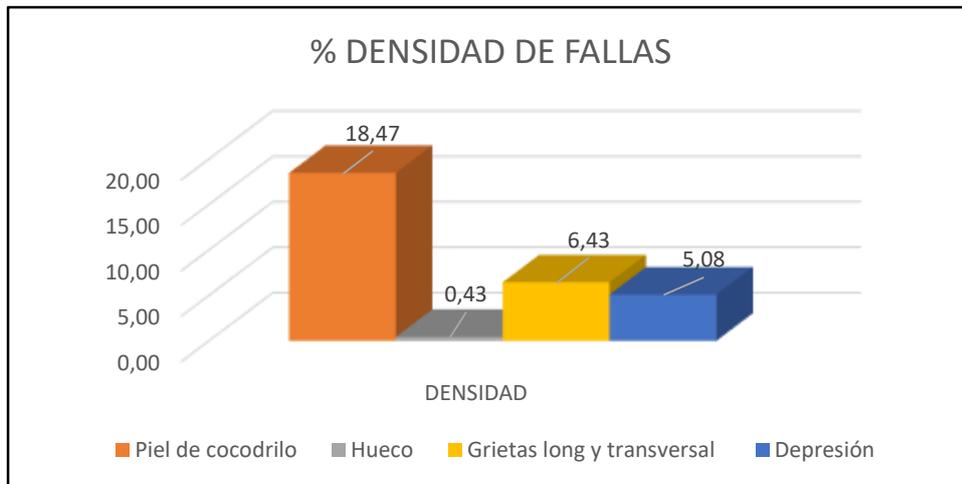
Figura 22. Fallas existentes. Tramo 9 (abs 0+448 - 0+512).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

La Figura 23 ilustra las imperfecciones detectadas en la sección 10, que se extiende desde la abscisa 0+512 - 0+576. Se identifican varios problemas en esta zona, como la aparición de piel de cocodrilo, hueco, grietas longitudinales y transversales, además de depresión, con niveles de severidad que van desde moderados hasta altos, lo que deteriora el estado de esta parte específica de la carretera.

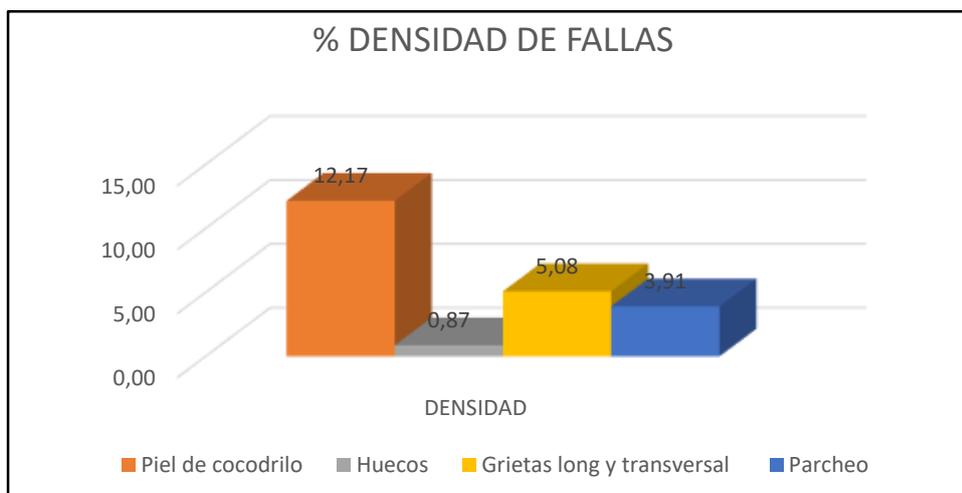
Figura 23. Fallas existentes. Tramo 10 (abs. 0+512 – 0+576)



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

En la Figura 24 se exhiben las irregularidades detectadas en el tramo 11, comprendido entre las abscisas 0+576 – 0+640. Este tramo presenta deficiencias, con problemas como piel de cocodrilo y hueco con grados de severidad elevados, siendo este último especialmente perjudicial para el tráfico vehicular. Además, se han observado parcheo y grieta longitudinal y transversal con niveles de severidad que oscilan entre moderados y altos.

Figura 24. Fallas existentes. Tramo 11 (abs. 0+576 – 0+640)



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.1.4 Resultados del cálculo del PCI de las muestras

Se establece que el cálculo del PCI se encarga de restar el valor máximo deducido corregido de la muestra que ha sido analizada (VDC) del número 100. Teniendo en consideración la respuesta obtenida después de los análisis efectuados se le otorga la clasificación al estado en el cual se encuentra el pavimento, el mismo que se correlaciona con lo expuesto en la Tabla 11.

Tabla 11. Correlación de categoría PCI

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento preventivo Rutinario y/o periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – refuerzo estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación - reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

La Tabla 12 resume las anomalías identificadas y los resultados del cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) para las muestras seleccionadas, incluyendo su escala de calificación y símbolos correspondientes. Estos resultados arrojan un PCI promedio de las muestras seleccionadas (PCIR) de 48, categorizado como Regular (Anexo 3).

Tabla 12. Resumen de Fallas y Cálculo de PCI de Muestras Seleccionadas

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	ÁREA TRAMO	PRINCIPALES FALLAS EXISTENTES.	PCI	CALIFICACIÓN	SIMBOLOGÍA
1	0+000	0+0032	240	Piel de Cocodrilo, Depresión, Parcheo, Grieta longitudinal	66,40	BUENO.	
2	0+0064	0+0096	240	Parcheos, depresión, grieta longitudinal	68,00	BUENO.	
3	0+0128	0+0160	240	Piel de cocodrilo, grieta longitudinal, parcheo, huecos	61,40	BUENO.	
4	0+0192	0+0224	231	Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grieta longitudinal, depresión	65,40	BUENO.	
5	0+0256	0+0288	231	Piel de cocodrilo, parcheo, grieta longitudinal, agrietamiento en bloque	70	BUENO.	
6	0+0320	0+0352	231	Piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grieta longitudinal, depresión	43	REGULAR	
7	0+0384	0+0416	231	Piel de Cocodrilo, depresión, hueco, grieta longitudinal	41	REGULAR	
8	0+0448	0+0480	230	Desnivel carril/berma, piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, grieta longitudinal transversal	54	REGULAR	
9	0+0512	0+0544	230	Grieta de borde, piel de cocodrilo, huecos, grietas longitudinales, depresión parcheo	24,29	MUY MALO	
10	0+0576	0+0608	230	Piel de Cocodrilo, hueco, grieta transversal, depresión	23,00	MUY MALO	
11	0+0640	0+0672	230	Piel de Cocodrilo, hueco, grieta transversal, parcheo	14,00	MUY MALO	
PCI					48	REGULAR	

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.1.5 Determinar los costos y tiempo para corregir los daños identificados en las vías.

4.1.5.1 Costo de Mantenimiento Rutinario

Dentro de este estudio se presentarán la Tabla 13 con los costos unitarios de mantenimiento rutinario para el mantenimiento periódico de las vías.

Tabla 13. *Presupuesto empleado para el mantenimiento rutinario de vías*

Tiempo de duración (meses)		12
Longitud de la vía a intervenir (Km)		1
Personal		3
Descripción		\$USD
Remuneración Básica Unificada Mínima	a	460,00
Alimentación	b	80,00
Décimo tercero (RBUM/12)	c	38,33
Décimo cuarto (RBUM/12)	d	38,33
Aportes patronales (12,5% de remuneración básica)	e	55,89
A. Subtotal mano de obra individual anual (a+b+c+d+e)		672,55
Subtotal de mano de obra individual anual (a+b+c+d+e) * N. de meses		8.070,60
1. Total de mano de obra (N. de personas *A)		2.017,65
2. Herramienta, elementos de seguridad y equipos		2.000,00
3. Alquiler de oficina y lugar de depósito de herramientas		250,00
4. Pago de movilización de representante legal		120,00
5. Vacaciones anuales (15 días)		1.008,82
6. Fondos de reserva	Sueldo * N. de personas	1.380,00
7. Seguro de accidentes personales + IVA	\$25,00 \$3,00 \$28,00 N. de personas	84,00
8. Asesor administrativo financiero + IVA	\$45,00 \$5,40 \$50,40 N. meses	604,80
9. Capacitación	\$20,00 Tiempo N. de semanas	200,00
B. Subtotal		7.665,27

Continuación Tabla 13. Presupuesto empleado para el mantenimiento rutinario de vías

10.	Gastos generales y rentabilidad		
a.	Administración e imprevistos (2%)		153,30
b.	Rentabilidad (6%)		459,91
C. TOTAL			8.278,48
COSTO TOTAL POR	12	MESES	8.278,48

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.1.5.2 Costo de Mantenimiento periódico

En cuanto al desarrollo de tratamientos superficiales de las vías se establece la Tabla 15 con los costos unitarios a emplearse de acuerdo con cada uno de los ítems.

Tabla 14. Costos de mantenimiento periódico

Ítem	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$
MP1	Desbroce y limpieza	Ha	120,0
MP2	Reposición de cunetas revestidas	m ³	200,0
MP3	Reposición de alcantarillas	ml	400,0
MP4	Reposición de material base granular	m ³	15,0
MP5	Bacheo menor	m ²	10,0
MP6	Sello de fisuras	m ²	2,5
MP7	Riego de liga	lt	1,0
MP8	Capa de asfalto e=2,5 cm	m ²	5,0
MP9	Señalización horizontal	ml	2,0
MP10	Reposición señalización vertical	u	150,60

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.1.5.3 Costo de Mantenimiento rutinario

Para el mantenimiento rutinario se exponen en la Tabla 16 los rubros a considerarse a fin de establecer las actividades que deben efectuarse. Considerándose 3 meses de ejecución.

Tabla 15. Costos de mantenimiento rutinario

Ítem	Descripción	Unidad	Precio Unitario \$
MP1	Excavación de las estructuras menores a mano	m ²	12,50
MP2	Imprimación asfáltica	m ²	1,00
MP3	Transporte de maquinaria	viajes	200,00
MP4	Bacheo profundo con asfalto de 5 cm	m ²	20,0
MP6	Bacheo profundo con asfalto de 7.5 cm	m ²	31,0
MP7	Bacheo profundo con asfalto de 10 cm	m ²	40,50
MP8	Bacheo profundo con asfalto de 12.5 cm	m ²	50,50

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

4.2 Propuesta: Esquema de procedimiento técnico básico de las actividades a ejecutar para el mantenimiento vial

El mantenimiento de las vías es esencial para que estas lleguen al cumplimiento de su vida útil motivo por el cual esta fue diseñada, por lo que teniendo en consideración los resultados obtenidos mediante el método PCI se determina que la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+024, requieren que se efectúe el mantenimiento periódico y rutinario a fin de poder conservar esta vía durante muchos años, evitando que se colapse antes de que finalice su vida útil (Figura 24).

Entre las actividades que se deben de efectuar para establecer el mantenimiento rutinario son:

- Limpieza de la calzada, para facilitar la presencia del tráfico vehicular.
- Limpieza de la vegetación a fin de disminuir las afecciones a la estructura del pavimento y de esta manera aumentar la visibilidad del conductor.
- Efectuar la limpieza de las cunetas laterales junto con las cunetas de coronación a fin de evitar de que se produzca el estancamiento del agua.
- Proceder a la limpieza de los alcantarillados para que el agua pueda fluir normalmente y no se presenten problemas en el sistema de drenaje, porque cuando no se efectúa el mantenimiento puede ocasionales daños al pavimento.
- Realizar bacheo de la calzada, con berma y proceder al rellenado y efectuar el compactado de los huecos que se encuentran en la superficie de la rodadura.
- Mantenimiento oportuno de toda la señalética tanto vertical como horizontal.
- Efectuar la vigilancia y control de las vías por la presencia de posibles daños por la presencia de desastres naturales, desborde de canales.

En cuanto al mantenimiento periódico de las vías, se deben de efectuar las siguientes actividades:

- **Ejecución de sellos asfálticos:** se deben de realizar riegos asfálticos sobre la superficie de la rodadura a fin de que se restablezca las condiciones en la superficie de la capa de rodadura.
- **Recapeo asfáltico:** colocación de 1 o varias capas de mezcla de asfalto a fin de obtener la recuperación de las condiciones estructurales y superficiales de la vía.
- **Fresado de la carpeta asfáltica:** Se debe de efectuar el corte parcial o total de la capa de rodadura a fin de conseguir recuperar todas las condiciones superficiales, así como las estructurales.
- **Microfresado de la carpeta asfáltica:** se debe cortar de forma superficial la capa de la rodadura a fin de poder corregir las irregularidades superficiales.
- **Reconformación de la base granular:** se efectúa en bermas, nivelar y compactar la capa granular lo que permitirá que se recupere las dimensiones y alineamientos.

- **Nivelación de las bermas con la calzada:** se efectúa mediante la preparación de una mezcla asfáltica, esta permitirá corregir la presencia de desniveles que se encuentran presente junto al borde del pavimento.

En la Tabla 17. Se presentan las fallas que fueron observadas según el método PCI en la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+024, estas son piel de cocodrilo, grietas longitudinales, parcheo, huecos, depresión.

Tabla 16. Soluciones a tomar para disminuir las fallas en avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar

Tipo de Falla	Solución
Piel de cocodrilo	Se debe de realizar bacheo profundo donde se incluya reposición de base granular con un mejoramiento del drenaje tanto el superficial como el profundo en las partes más críticas. Efectuar bacheo superficial o parcial con la presencia de mezcla asfáltica en frío cuando es bajo el nivel de daño
Grietas longitudinales transversales	Se debe de emplear escarificado en caliente y complementar efectuando el sellado de las grietas.
Parcheo y acometidas de servicios públicos	Se efectúa la reparación en forma manual de pequeñas áreas del pavimento que se encuentren afectadas, esta reparación se hace con mezcla asfáltica de tipo fría o caliente.
Huecos	Efectuar un parche parcial de la vía.
Depresión	Ejecución parcheo parcial o profundo, en casos de severidad baja parcheo superficial.
Desnivel de carril/berma	Realizar la reparación de manera superficial de las vías.
Abultamiento	Efectuar la reposición del hormigón con el uso de una mezcla asfáltica.
Hundimiento	Realizar un bacheo con el empleo de mezcla asfáltica.

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Figura 25. Esquema de procedimiento técnico para el mantenimiento vial



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

CONCLUSIONES

- Dentro de este estudio se pudo determinar que la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar, presentó deterioro parcial de la capa de rodadura, pudiéndose evidenciar la mayor afectación entre las abscisas 0+0512 y 0+0672. Dicho tramo de vía presenta daños de tipo piel de cocodrilo; por otro lado, desde la abscisa 0+000 hasta 0+0288 surgen grietas longitudinales, y entre la 0+0320 hasta la 0+0480 se observa piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento.
- Se efectuó la valoración del pavimento mediante el uso del método de PCI, donde se logró concluir que en la avenida Antonio Vargas y calle Naciones Unidas del cantón Simón Bolívar posee un PCI de 48, el cual se clasificó el pavimento como regular
- Se estableció un presupuesto referencial para realizar el mantenimiento rutinario, a fin de, el cual asciende a \$ 7.665,27, se contempla un periodo de tiempo de 12 meses para la ejecución; por otro lado, para corregir los daños identificados en las vías se estableció un mantenimiento correctivo el cual asciende a \$ 50000 y contempla 3 meses para el desarrollo.
- Con base en los datos obtenidos en este estudio del pavimento se propuso esquema de procedimiento técnico básico de las actividades a ejecutar para el mantenimiento vial tanto correctivo como rutinario, entre las cuales constan: limpieza de la calzada, cunetas, remoción de desperdicios en alcantarillados, realizar bacheo de la calzada con berma y mantenimiento oportuno de toda la señalética tanto vertical como horizontal.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda el desarrollo de futuros trabajos investigativos relacionados con el conteo vehicular efectuado los siete días de la semana por un período de 12 horas al día a fin de poder obtener datos acertados que ayuden con el manteniendo de las vías.
- Adicionalmente, se recomienda la realización de forma periódica de un registro de todos los elementos con los que están compuestos las carreteras, a fin de conocer el estado de las vías y se puedan tomar soluciones oportunas en cuanto a mantenimiento y rehabilitación.
- Se recomienda emplear este método de trabajo PCI en el desarrollo de planes de mantenimiento para pavimentos rígidos, con el fin de que se pueda fundamentar la metodología empleada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, L. (2021). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA AVENIDA 3 DE JULIO DEL CANTÓN EL CARMEN*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3487>
- Andrade, A., Castillo, G., & Chacater, C. (2021). Efectos de la variabilidad de los datos iniciales en el índice de condición del pavimento y predicción de su deterioro. *Revista Digital Novasinerjia*, 4(1), 10. Obtenido de http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26542021000100102
- Aramayo, L., Silva, C., & Fontenele, H. (2019). Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: una validación en oficina. *Revista ingeniería de construcción*, 34(1), 12. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732019000100045
- Bailón, C. (2016). *Diseño de pavimento flexible y plan para mantenimiento de la vía Recinto Lechugal- Recinto La Marsella del Cantón Naranjal de la Provincia del Guayas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19812>
- Baque Solis, B. S. (2020). *Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7398457>
- Bayas, M., & Segovia, J. (2020). *Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Patate - Píllaro en el tramo km 3+800 al km 7+600 de la provincia de Tungurahua*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30638>
- D6433, A. (2016). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition*. Obtenido de <https://www.astm.org/d6433-16.html>

- Fernández, H., & Caballero, P. (2019). Propuesta metodológica para la evaluación de pavimentos. *Ciencia en su PC(1)*, 58 - 71. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181358738015>
- Fiallos, J. (2017). *Investigación de un plan de manejo del deterioro del pavimento de la vía Cumbe – La Jarata*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28457>
- Flores, G., & Mogrovejo, D. (2023). Evaluación funcional del pavimento flexible en la red vial rural de Portoviejo, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 7(13), 212 - 234. Obtenido de <https://editorialibkn.com/index.php/Yachasun/article/view/404/680>
- Garcés, D. P. (2017). *EVALUACIÓN VIAL Y PLAN DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO VIAL DE LA VÍA AZOGUES-COJITAMBO-DELEG-LA RAYA*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28556>
- Granda, C. (2019). *Evaluación de la condición del pavimento rígido por el método PCI en el anillo vial Tramo Chaupimarca – Yanacancha – Pasco – 2018*. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/622>
- Karolin, L., Muñoz, S., & Paucar, J. (2021). Tecnologías empleadas en la evaluación de pavimentos e impacto que han generado. *Llamkasun*, 2(1), 17. Obtenido de <https://llamkasun.unat.edu.pe/index.php/revista/article/view/29/35>
- Lituma Avecillas, S. M. (2022). *Análisis y evaluación de modelos de deterioro para pavimentos asfálticos*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/39768>
- López Arboleda, A. G. (2015). *IMPACTO DEL MANTENIMIENTO VIAL EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA VÍA AUGUSTO MARTÍNEZ - CONSTANTINO FERNÁNDEZ DEL CANTÓN AMBATO*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/10309>
- Mocada, N., & Ulloa, D. (2022). *Evaluación de la estructura de pavimento Flexibles para determinar causas del deterioro y recomendar soluciones para su recuperación de la vía de ingreso a la ciudad de Naranjal, provincia del Guayas*

en un tramo de 3.00 km. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/64951>

Montes, M., Ávila, T., & Sequeira, W. (2021). Evaluación del desempeño de los pavimentos rígidos en costa rica. *Revista Infraestructura Vial*, 23(42), 53 - 60. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/46947/47535>

Moreno, L., & Almeida, G. (2022). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA AVENIDA 3 DE JULIO DEL CANTÓN EL CARMEN*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3487>

Organización Panamericana de la Salud. (15 de Noviembre de 2021). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/documentos/plan-mundial-para-decenio-accion-para-seguridad-vial-2021-2030>

Pallasco, J. (2018). *EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA QUEVEDO EN SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15816>

Puga Alvarez, C. N. (2018). *Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca)*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31534>

Rubio Muñoz, N. A. (2022). *Propuesta de un plan de mantenimiento para la vía de acceso al Parque Natural Chicaque en el municipio de Soacha, Cundinamarca*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/a1bf29eb-1b55-40c9-ad9e-257bf67a3f80>

Silva Flores, F. A. (2016). *DISEÑO GEOMÉTRICO Y PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA VÍA QUE COMUNICA A LA PARROQUIA RÍO NEGRO, SECTOR EL TOPO Y LA COMUNIDAD LA MASCOTA, PERTENECIENTE AL CANTÓN BAÑOS DE AGUA SANTA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24442>

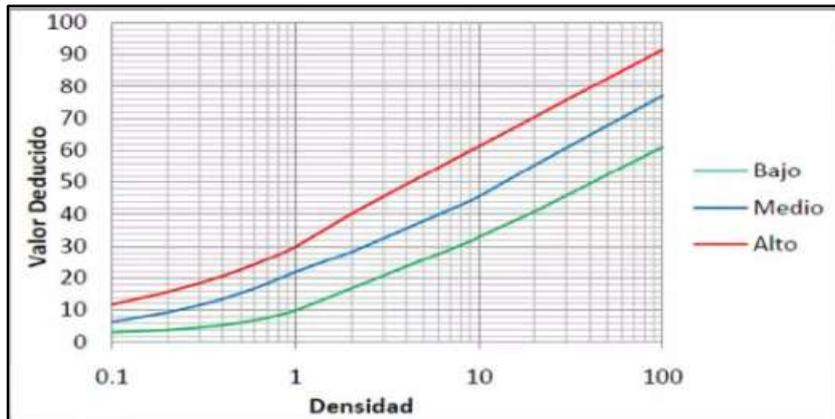
Tavara, G. (2022). *Diseño de pavimento rígido y cunetas en la Avenida Bolognesi en la ciudad de El Alto - Talara - Piura*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/91115>

Terán, S., & Vásquez, K. (2019). *Inventario, evaluación y propuesta de mejoramiento de los pavimentos de las vías internas de la ciudadela universitaria de la Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/18897>

Vásquez, L. (2002). *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

<https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/33777/1/Trabajo%20principal..pdf>
f

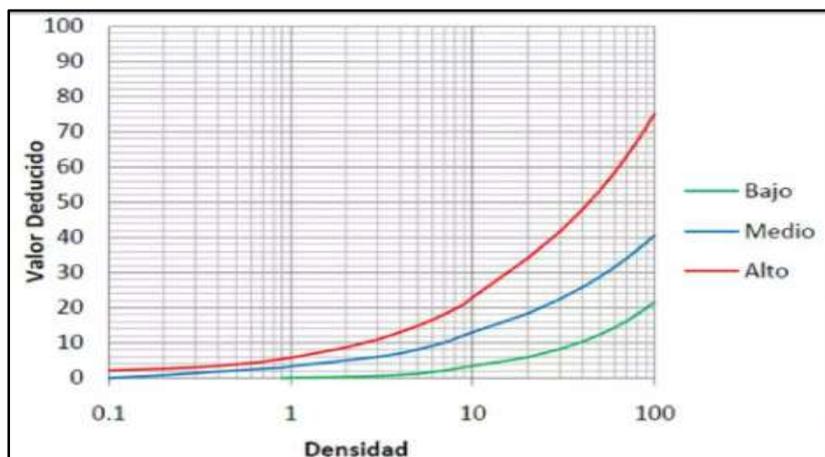
Anexo 1. Figuras y tablas del valor deducido



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

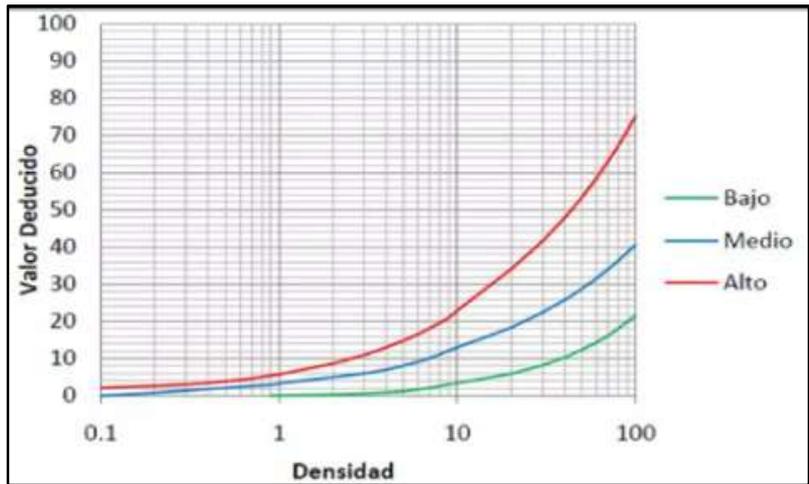
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	2.20
0.20	-	0.80	2.70
0.30	-	1.40	3.10
0.40	-	1.80	3.50
0.50	-	2.10	3.90
0.60	-	2.40	4.30
0.70	-	2.60	4.70
0.80	-	2.80	5.10
0.90	-	2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

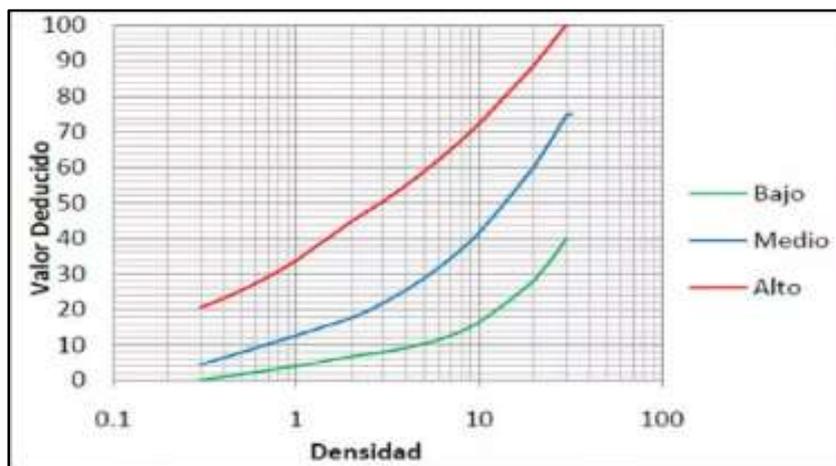
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	0.20
0.20	-	-	0.90
0.30	-	-	1.70
0.40	-	-	2.40
0.50	-	-	3.20
0.60	-	0.40	3.90
0.70	-	0.80	4.70
0.80	-	1.20	5.40
0.90	-	1.50	6.20
1.00	-	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

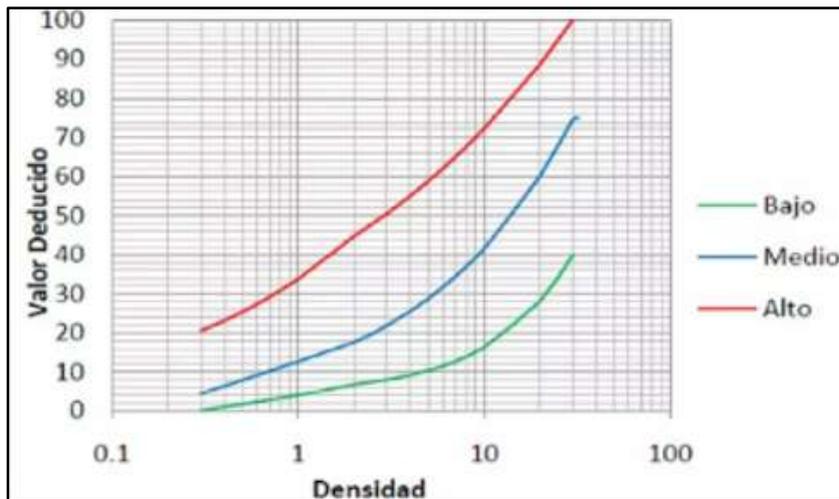
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	4.40	20.50
0.40	0.90	6.40	23.10
0.50	1.60	7.90	25.30
0.60	2.20	9.20	27.30
0.70	2.70	10.20	29.10
0.80	3.20	11.20	30.80
0.90	3.60	12.00	32.30
1.00	3.90	12.70	33.70
2.00	6.80	17.60	44.80
3.00	8.00	21.90	50.50
4.00	9.20	25.50	55.00
5.00	10.40	28.70	58.80
6.00	11.50	31.70	62.10
7.00	12.70	34.40	65.00
8.00	13.90	36.90	67.60
9.00	15.10	39.30	70.00
10.00	16.30	41.60	72.30
20.00	28.10	60.20	88.80
30.00	39.90	74.80	100.20
32.00	40.00	75.00	100.30
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

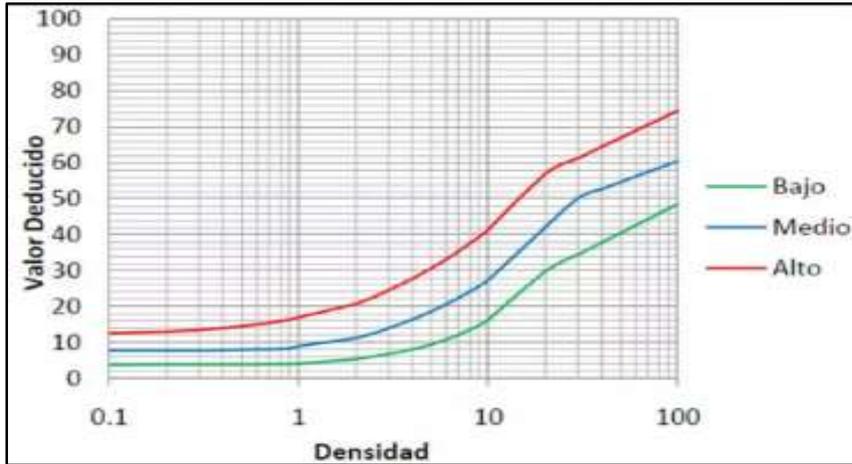
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

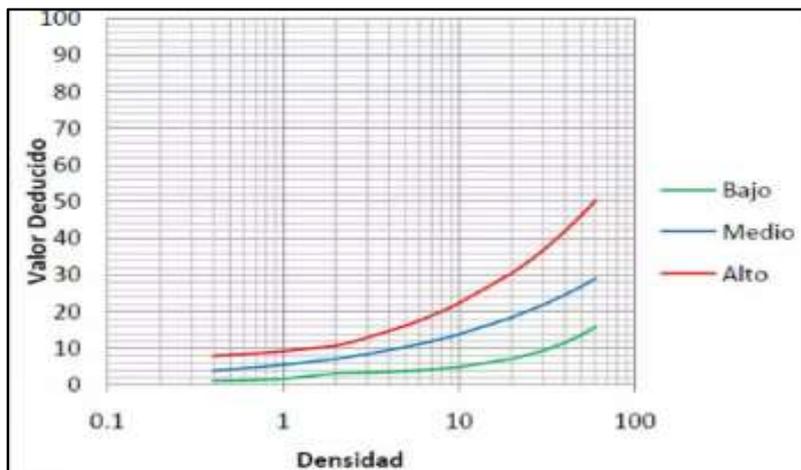
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50

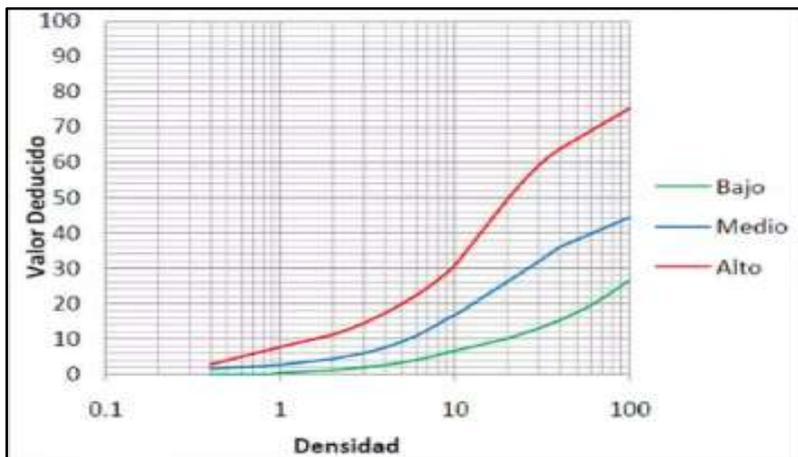
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.70	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

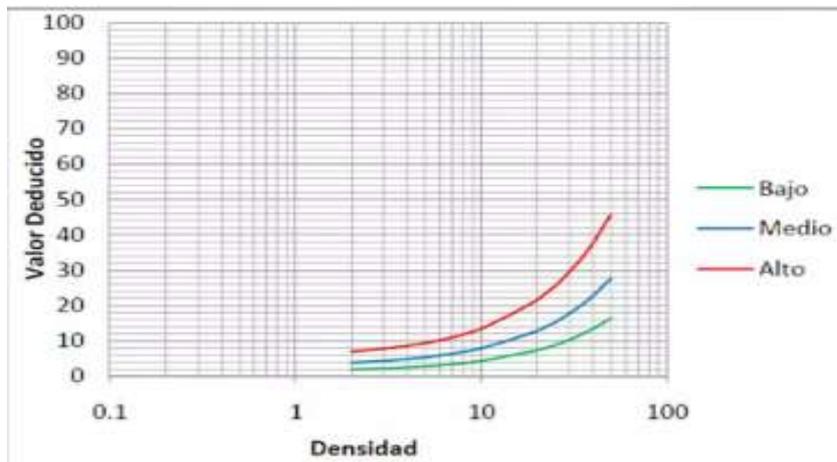
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	1.60	2.80
0.50	-	1.80	4.00
0.60	-	2.00	5.00
0.70	-	2.10	5.80
0.80	-	2.30	6.50
0.90	-	2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.70
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.40	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

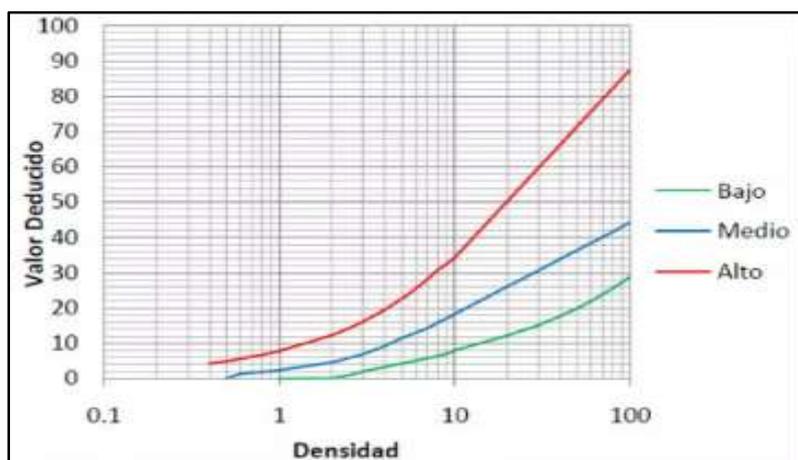
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	-	-	-
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

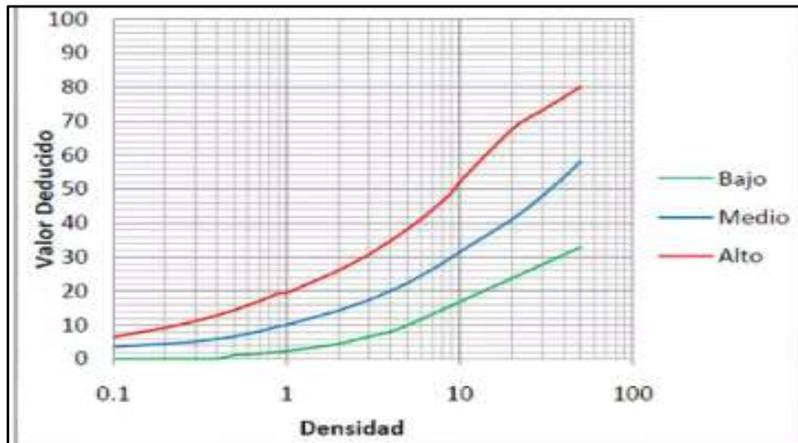
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	4.30
0.50	-	-	4.90
0.60	-	1.40	5.60
0.70	-	1.70	6.20
0.80	-	1.90	6.70
0.90	-	2.10	7.30
1.00	-	2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

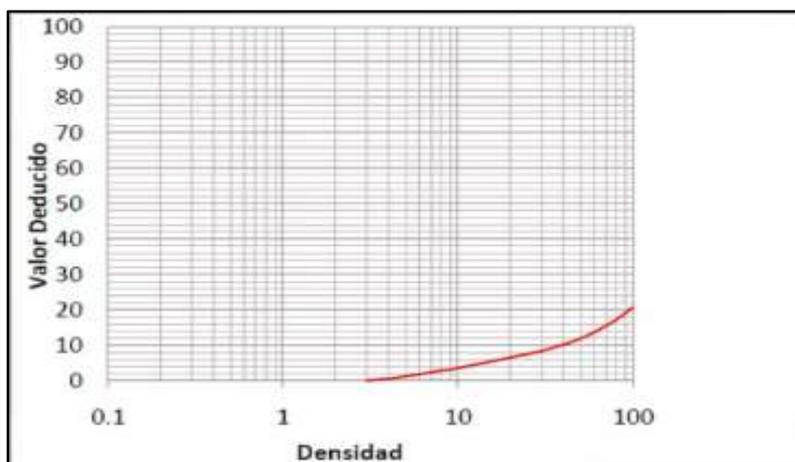
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	3.70	6.50
0.20	-	4.50	9.20
0.30	-	5.20	11.20
0.40	-	6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.40
1.00	2.30	10.10	19.40
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

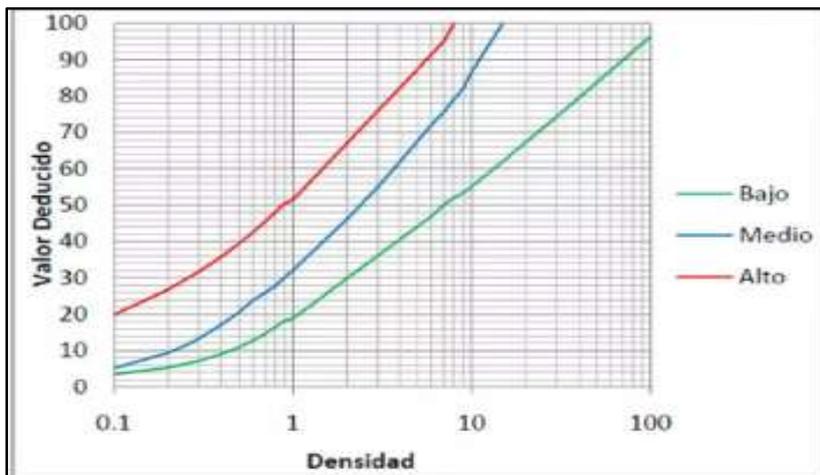
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido B M A
0.10	-
0.20	-
0.30	-
0.40	-
0.50	-
0.60	-
0.70	-
0.80	-
0.90	-
1.00	-
2.00	-
3.00	-
4.00	0.50
5.00	1.20
6.00	1.80
7.00	2.30
8.00	2.80
9.00	3.10
10.00	3.50
20.00	6.50
30.00	8.30
40.00	10.10
50.00	11.80
60.00	13.60
70.00	15.40
80.00	17.10
90.00	18.90
100.00	20.70

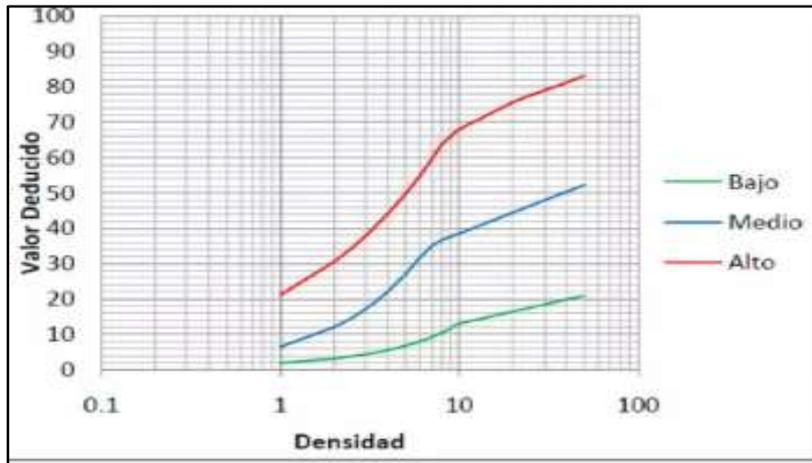
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	3.50	5.20	19.90
0.20	5.30	9.40	26.70
0.30	7.20	13.40	31.70
0.40	9.10	17.20	35.80
0.50	10.90	20.50	39.40
0.60	12.80	23.90	42.50
0.70	14.60	25.90	45.40
0.80	16.50	27.80	48.00
0.90	18.30	30.00	50.50
1.00	18.80	32.00	51.40
2.00	29.70	46.00	66.90
3.00	36.10	55.00	76.00
4.00	40.60	62.10	82.40
5.00	44.10	67.60	87.40
6.00	46.90	72.10	91.50
7.00	50.00	75.50	95.00
8.00	52.00	79.10	100.00
9.00	53.30	82.00	-
10.00	55.00	86.50	-
15.00	62.00	100.00	-
30.00	74.30	-	-
40.00	79.50	-	-
50.00	83.60	-	-
60.00	87.00	-	-
70.00	89.80	-	-
80.00	92.20	-	-
90.00	94.40	-	-
100.00	96.30	-	-

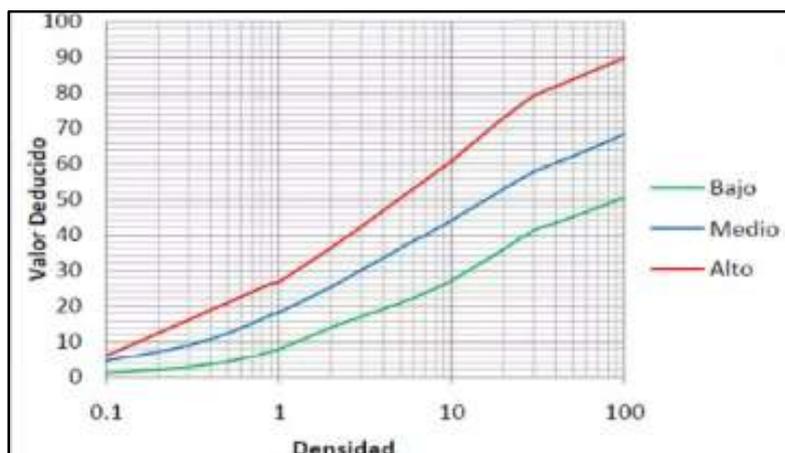
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.00	6.50	21.20
2.00	3.20	12.10	30.60
3.00	4.40	17.20	37.90
4.00	5.60	22.20	44.20
5.00	6.80	27.00	49.70
6.00	8.00	31.70	54.70
7.00	9.20	35.00	59.40
8.00	10.50	36.80	63.80
9.00	11.70	37.70	66.00
10.00	13.10	38.60	68.00
20.00	16.50	44.50	75.60
30.00	18.50	48.00	78.90
40.00	19.90	50.40	81.20
50.00	20.90	52.30	83.10
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

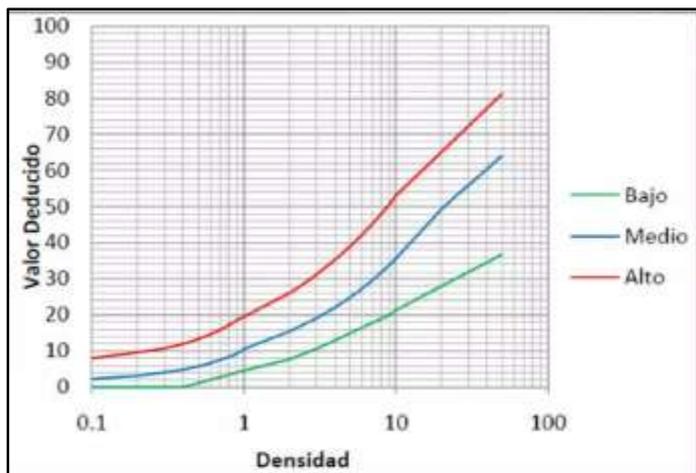
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier y Villafuerte, (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	1.10	4.60	6.00
0.20	2.00	7.10	12.40
0.30	2.80	9.00	16.10
0.40	3.60	10.80	18.80
0.50	4.30	12.30	20.80
0.60	5.10	13.80	22.50
0.70	5.80	15.10	23.90
0.80	6.50	16.40	25.20
0.90	7.20	17.60	26.20
1.00	7.90	18.20	26.70
2.00	14.00	25.30	36.20
3.00	17.10	30.10	42.40
4.00	19.10	33.40	46.80
5.00	20.80	36.10	50.20
6.00	22.30	38.20	53.00
7.00	23.60	39.80	55.30
8.00	24.90	41.60	57.40
9.00	26.00	42.90	59.20
10.00	27.10	44.20	60.80
20.00	35.80	53.00	73.00
30.00	41.40	57.90	79.30
40.00	43.40	60.30	81.80
50.00	45.10	62.10	83.80
60.00	46.50	63.70	85.40
70.00	47.70	65.10	86.80
80.00	48.80	66.30	87.90
90.00	49.70	67.40	89.00
100.00	50.60	68.40	89.90

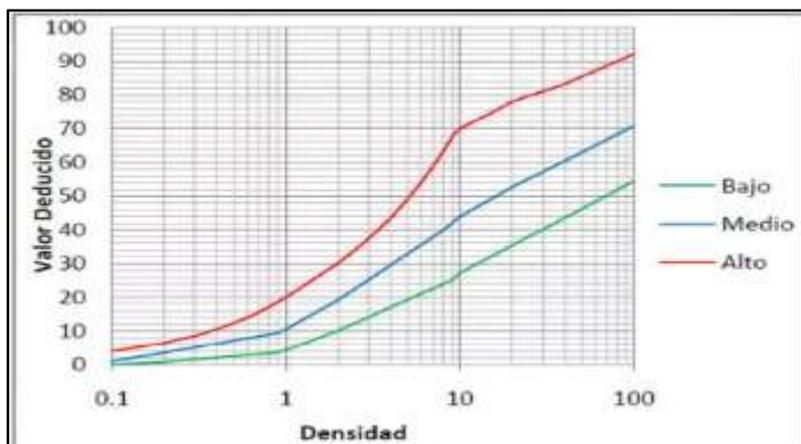
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	2.20	8.00
0.20	-	3.10	9.63
0.30	-	4.00	10.70
0.40	-	4.80	12.00
0.50	1.10	5.70	13.30
0.60	2.00	6.60	14.60
0.70	2.80	7.50	15.90
0.80	3.50	8.30	17.20
0.90	4.10	9.20	18.60
1.00	4.60	10.50	19.50
2.00	7.70	15.40	26.10
3.00	10.60	19.00	31.20
4.00	13.00	22.10	35.40
5.00	14.90	24.80	39.00
6.00	16.50	27.30	42.30
7.00	17.80	29.60	45.20
8.00	18.90	31.70	48.00
9.00	19.90	33.70	50.50
10.00	21.30	35.60	53.10
20.00	28.00	49.30	65.20
30.00	31.90	55.90	72.30
40.00	34.60	60.50	77.30
50.00	36.80	64.10	81.20
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

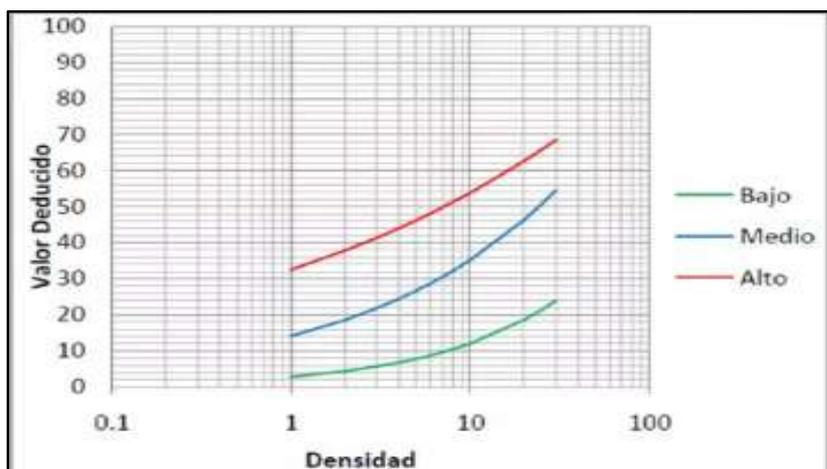
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	1.00	4.00
0.20	0.80	3.60	6.50
0.30	1.60	5.20	8.60
0.40	2.10	6.30	10.60
0.50	2.50	7.20	12.40
0.60	2.90	7.90	14.00
0.70	3.20	8.50	15.60
0.80	3.40	9.00	17.20
0.90	3.70	9.50	18.70
1.00	4.30	10.60	20.00
2.00	10.20	19.30	30.20
3.00	14.20	25.30	37.50
4.00	17.10	29.60	43.60
5.00	19.30	32.90	49.10
6.00	21.10	35.60	54.10
7.00	22.60	37.80	58.80
8.00	24.00	40.00	63.10
9.00	25.10	42.00	67.20
10.00	27.20	44.00	69.90
20.00	35.40	52.70	78.00
30.00	40.20	57.20	81.00
40.00	43.60	60.40	83.20
50.00	46.20	62.90	85.40
60.00	48.40	64.90	87.10
70.00	50.20	66.70	88.60
80.00	51.80	68.20	89.90
90.00	53.20	69.50	91.10
100.00	54.40	70.60	92.10

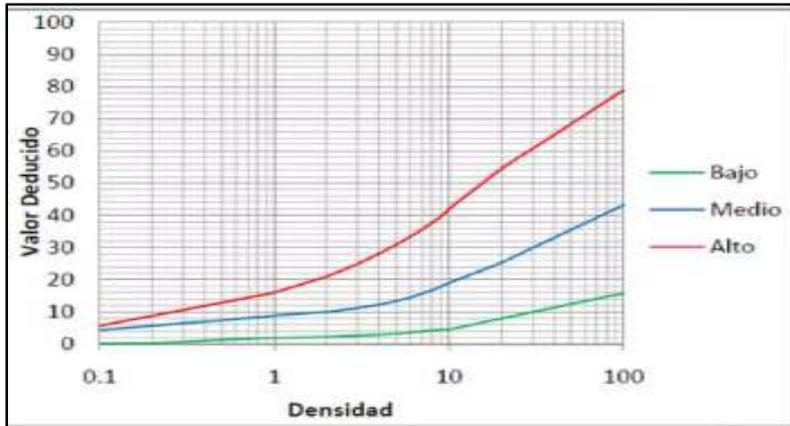
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	-	-	-
0.20	-	-	-
0.30	-	-	-
0.40	-	-	-
0.50	-	-	-
0.60	-	-	-
0.70	-	-	-
0.80	-	-	-
0.90	-	-	-
1.00	2.80	14.10	32.50
2.00	4.40	18.50	37.80
3.00	5.70	21.80	41.30
4.00	6.80	24.40	44.00
5.00	7.80	26.70	46.20
6.00	8.70	28.70	48.10
7.00	9.60	30.50	49.80
8.00	10.50	32.20	51.30
9.00	11.30	33.80	52.60
10.00	12.00	35.20	53.80
20.00	18.60	46.40	62.70
30.00	23.90	54.60	68.50
40.00	-	-	-
50.00	-	-	-
60.00	-	-	-
70.00	-	-	-
80.00	-	-	-
90.00	-	-	-
100.00	-	-	-

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

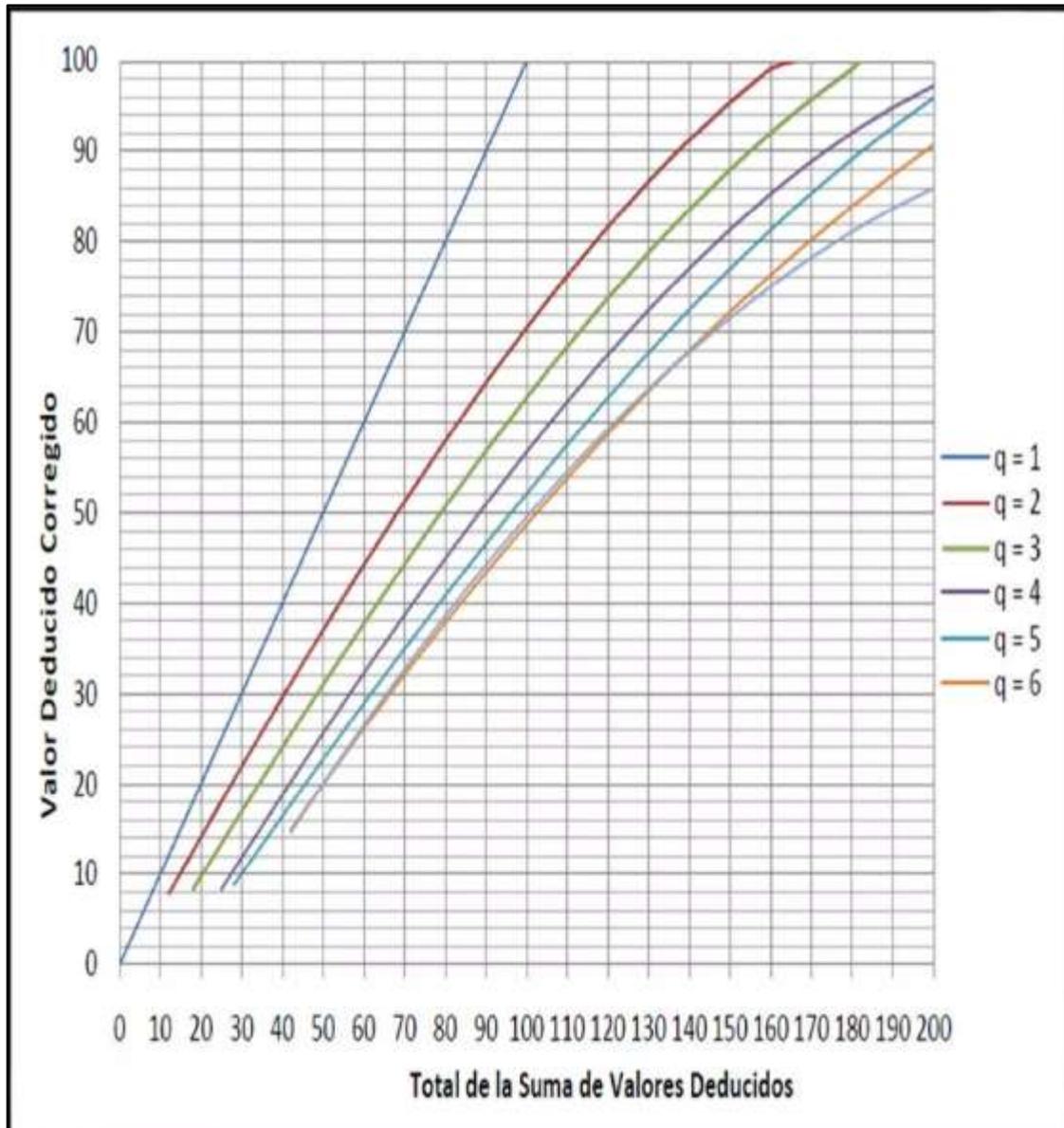


Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Densidad	Valor Deducido		
	L	M	H
0.10	0.30	4.40	5.70
0.20	0.40	5.70	8.80
0.30	0.80	6.50	10.60
0.40	1.20	7.00	11.90
0.50	1.40	7.40	12.90
0.60	1.60	7.80	13.70
0.70	1.70	8.10	14.40
0.80	1.90	8.30	15.00
0.90	2.00	8.50	15.50
1.00	2.00	8.90	16.00
2.00	2.30	10.00	21.00
3.00	2.70	11.20	24.90
4.00	3.00	12.30	28.20
5.00	3.30	13.40	30.90
6.00	3.70	14.50	33.40
7.00	4.00	15.70	35.60
8.00	4.30	16.80	37.70
9.00	4.60	17.90	39.60
10.00	4.60	19.00	42.00
20.00	8.00	25.30	54.50
30.00	10.00	29.90	60.60
40.00	11.40	33.10	65.00
50.00	12.50	35.60	68.40
60.00	13.40	37.60	71.10
70.00	14.10	39.30	73.50
80.00	14.80	40.80	75.50
90.00	15.30	42.10	77.30
100.00	15.80	43.30	78.90

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Anexo 2. Gráfico y tabla de correcciones de valores deducidos



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

TOTAL DE VALORES DEDUCIDOS	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.0	0.0						
10.0	10.0						
12.0	12.0	8.0					
18.0	18.0	12.5	8.0				
20.0	20.0	14.0	10.0				
25.0	25.0	18.0	13.5	8.0			
28.0	28.0	20.4	15.6	10.4	8.0		
30.0	30.0	22.0	17.0	12.0	10.0		
40.0	40.0	30.0	24.0	19.0	17.0		
42.0	42.0	31.4	25.4	20.4	18.2	15.0	15.0
50.0	50.0	37.0	31.0	26.0	23.0	20.0	20.0
60.0	60.0	44.0	38.0	33.0	29.0	26.0	26.0
70.0	70.0	51.0	44.5	39.0	35.0	32.0	32.0
80.0	80.0	58.0	50.5	45.0	41.0	38.0	38.0
90.0	90.0	64.0	57.0	51.0	46.0	44.0	44.0
100.0	100.0	71.0	63.0	57.0	52.0	49.0	49.0
110.0		76.0	68.0	62.0	57.0	54.0	54.0
120.0		81.0	73.0	68.0	62.0	59.0	59.0
130.0		86.0	78.5	73.0	67.0	63.0	63.0
135.0		88.5	81.5	75.5	69.5	65.0	65.0
140.0		91.0	84.0	78.0	72.0	68.0	67.0
150.0		94.0	88.0	82.0	76.0	72.0	70.0
160.0		98.0	93.0	86.0	81.0	76.0	74.0
166.0		100.0	94.8	88.4	83.4	79.0	75.2
170.0			96.0	90.0	85.0	81.0	76.0
180.0			99.0	93.0	88.0	84.0	79.0
182.0			100.0	93.6	88.6	84.8	79.6
190.0				96.0	91.0	88.0	82.0
200.0				98.0	94.0	90.0	84.0

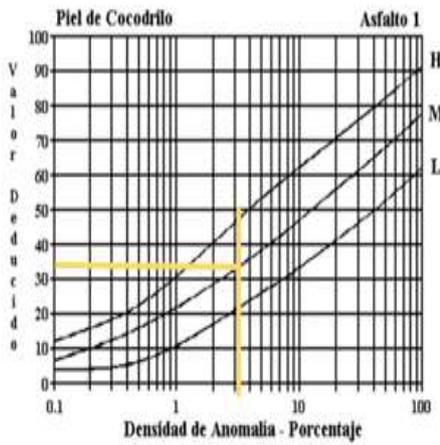
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Anexo 3. Cálculo de método PCI

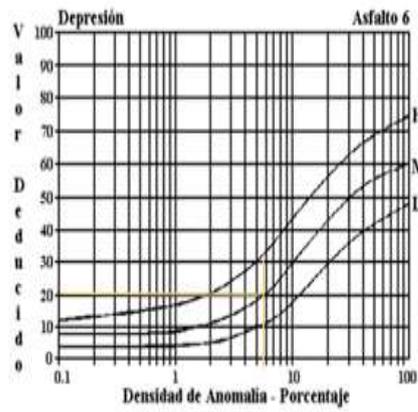
TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	ÁREA TRAMO	PRINCIPALES FALLAS EXISTENTES.	PCI	CALIFICACIÓN	SIMBOLOGÍA	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO
1	0+000	0+0032	240	Piel de Cocodrilo, Depresión, Parcheo, Grieta longitudinal	66,40	BUENO.		Bacheo superficial, sellado de grietas
2	0+0064	0+0096	240	Parcheo, depresión, grieta longitudinal	68,00	BUENO.		Bacheo superficial, sellado de grietas
3	0+0128	0+0160	240	Piel de cocodrilo, grieta longitudinal, parcheo, huecos	61,40	BUENO.		Bacheo superficial, sellado de grietas
4	0+0192	0+0224	231	Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grieta longitudinal, depresión	65,40	BUENO.		Bacheo superficial, sellado de grieta superficial
5	0+0256	0+0288	231	Piel de cocodrilo, parcheo, grieta longitudinal, agrietamiento en bloque	70	BUENO.		Bacheo superficial, sellado de grieta superficial
6	0+0320	0+0352	231	Piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grieta longitudinal, depresión	43	REGULAR		Bacheo superficial, sellado de grieta
7	0+0384	0+0416	231	Piel de Cocodrilo, depresión , hueco, grieta longitudinal	41	REGULAR		Bacheo superficial, sellado de grieta
8	0+0448	0+0480	230,1	Desnivel carril/berma, piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, grieta longitudinal transversal	54	REGULAR		Bacheo superficial, sellado de grieta
9	0+0512	0+0544	230,1	Grieta de borde, piel de cocodrilo, huecos, grietas longitudinal, depresión parcheo	24,29	MUY MALO		Rehabilitación – Reconstrucción
10	0+0576	0+0608	230,1	Piel de Cocodrilo, hueco, grieta transversal, depresión	23,00	MUY MALO		Rehabilitación – Reconstrucción
11	0+0640	0+0672	230,1	Piel de Cocodrilo, hueco, grieta transversal, parcheo	14,00	MUY MALO		Rehabilitación – Reconstrucción
PCI					48	REGULAR		Mantenimiento Correctivo

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

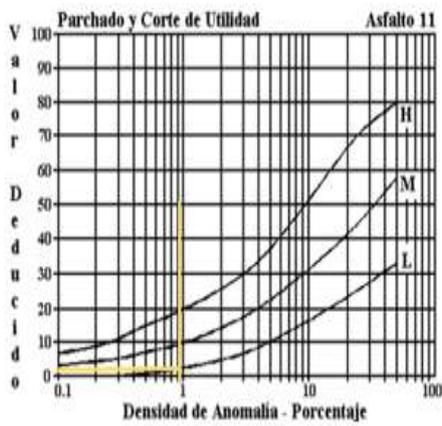
#1 Piel de cocodrilo



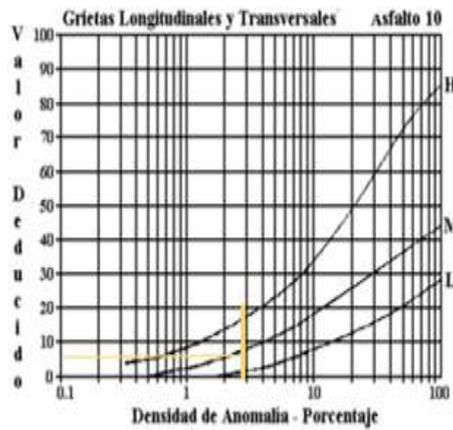
#6 Depresion



#11 Parcheo



#10 Grietas long y transversal.

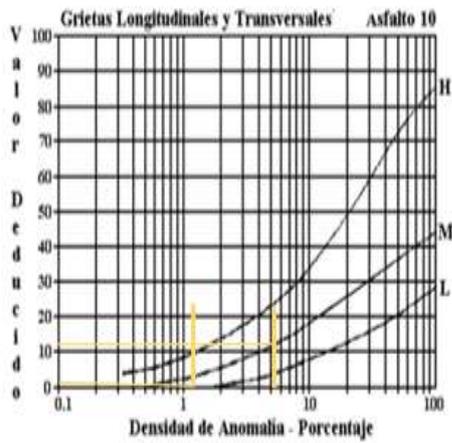


INTERPOLACIÓN

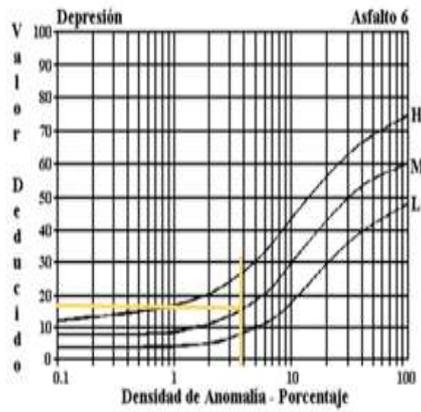
X	Y
2	4,60
3	6,9
2,08	4,784

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

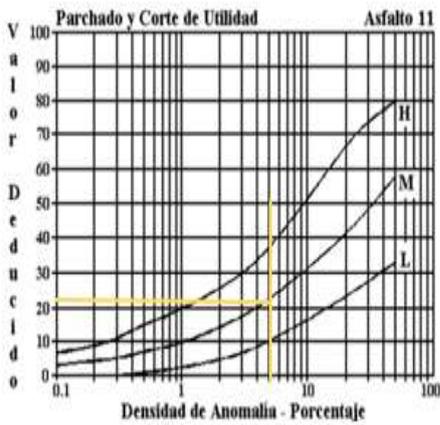
#10 Grietas long y transversal.



#6 Depresion



#11 Parcheo



#10 Grietas long y transversal.

INTERPOLACIÓN

X	Y
5	11,50
6	13
5,33	11,935

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
Av. Antonio Vargas	0+0128	3					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO()					
	0+0160	240					
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier, José Villafuerte							
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)				
2	Exudación (m2)	12	Pulimento de Agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)				
4	Abultamientos y hundimientos(m2)	14	Cruce de vía ferrea (m2)				
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)				
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantidad es Parciales	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrillo	M	m2	5,50	2,40		13,20	27,20
Piel de cocodrillo	M	m2	3,50	4,00		14,00	
Piel de cocodrillo	L	m2	0,80	0,60		0,48	0,48
Hueco	L	Unidad			1	1,00	1,00
Parqueo	M	m2	1,20	5,6		1,20	1,20
Grietas long y transversal	M	m	8,00			8,00	8,00
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSIDAD	VALORES DEDUCIDOS
Piel de cocodrillo	M	m2	13,20	14,00	27,20	11,33	47
Piel de cocodrillo	L	m2	0,48		0,48	0,20	3,8
Hueco	L	Unidad	1,00		1,00	0,42	10
Parqueo	M	m	1,20		1,20	0,50	6,7
Grietas long y transversal	M	m	8,00		8,00	3,33	8
						TOTAL	76

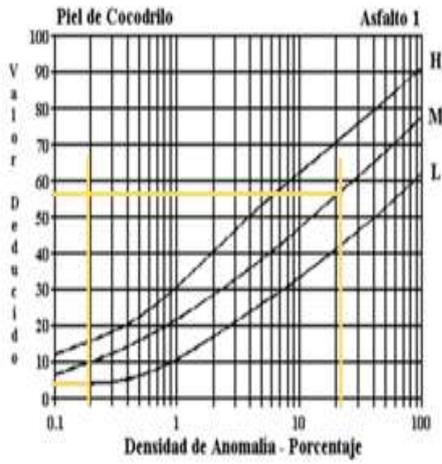
Número de valores deducidos >	5	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$					
Valor deducido más alto	47						
Número máximo valores deducidos (m)	6						
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					VDT	Q	VDC
47	10	8	6,7	3,8	76	5	38,6
10	8	6,7	3,8	2	31	4	12,7
8	6,7	3,8	2	2	23	3	12
6,7	3,8	2	2	2	17	2	11,75
3,8	2	2	2	2	12	1	12,00
					Más=	38,60	
					PCI=	61,40	
					Clasificación	BUENO	

X	Y
18	12,50
20	14
17	11,75

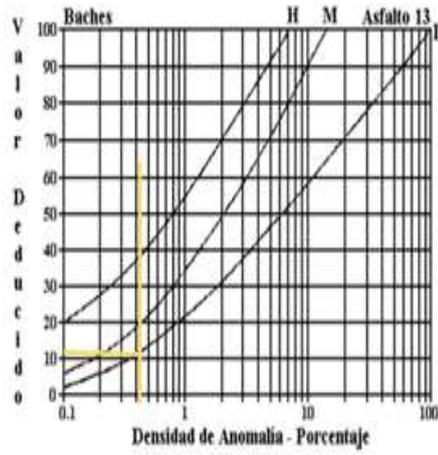
INTERPOLACIÓN

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

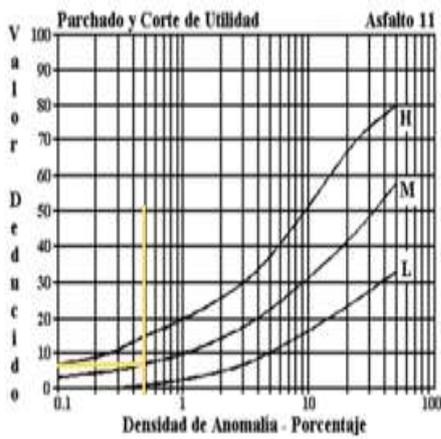
#1 Piel de cocodrilo



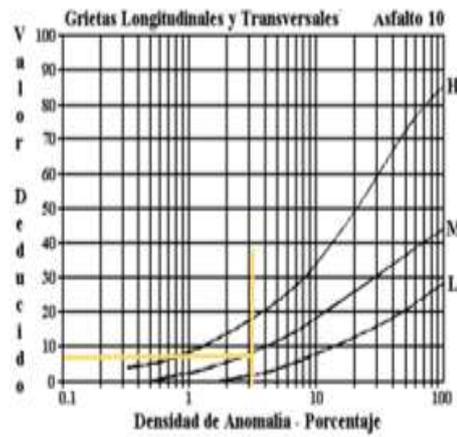
#13 Hueco



#11 Parcheo



#10 Grietas long y transversal.

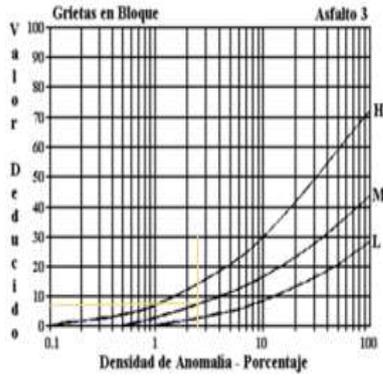


INTERPOLACIÓN

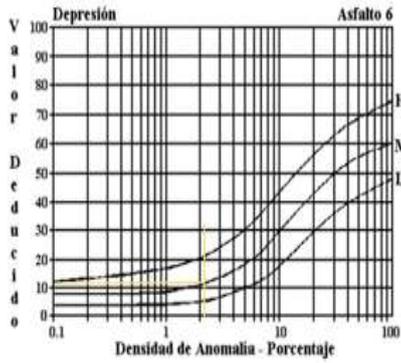
X	Y
3	6,90
4	9,2
3,33	7,659

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

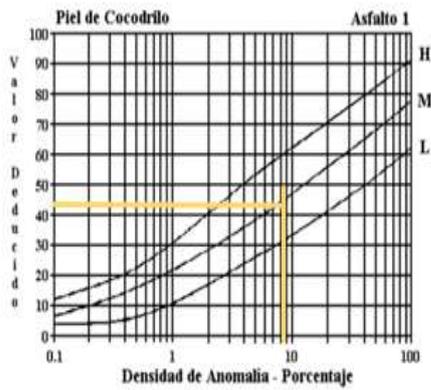
#3 Agrietamiento en bloque



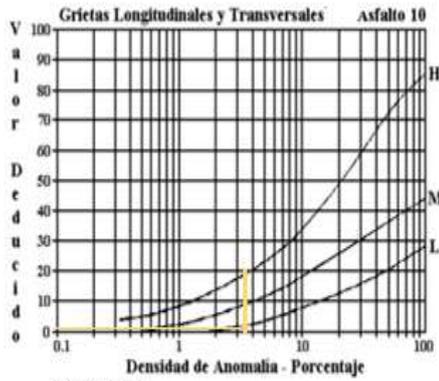
#6 Depresión



#1 Piel de cocodrilo



#10 Grijetas long y transversal.



#11 Parcheo

INTERPOLACIÓN

X	Y
0,5	3,90
0,6	3,9
0,56	3,9

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
Av. Antonio Vargas	0+0256	5					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO(m ²)					
	0+0288	231					
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier; José Villafuerte							
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)	12	Pulimiento de Agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)				
4	Abultamientos y hundimientos(m2)	14	Cruce de vía ferrea (m2)				
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)				
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantidad es Parciales	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrilo	M	m2	2,20	2,00		4,40	4,40
Parcheo	M	m2	1,50	1,00		1,50	5,50
Parcheo	M	m2	2,00	2,00		4,00	
Grietas long y transversal	M	m	5,00			5,00	5,00
Agrietamiento en bloque	M	m2	14,00	0,2		2,80	5,20
Agrietamiento en bloque	M	m2	12,00	0,20		2,40	
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSIDAD	VALORES DEDUCIDOS
Piel de cocodrilo	M	m2	4,40		4,40	1,90	28
Parcheo	M	m2	1,50	4,00	5,50	2,38	16
Grietas long y transversal	M	m	5,00		5,00	2,16	5
Agrietamiento en bloque	M	m2	2,80	2,40	5,20	2,25	6
						TOTAL	55

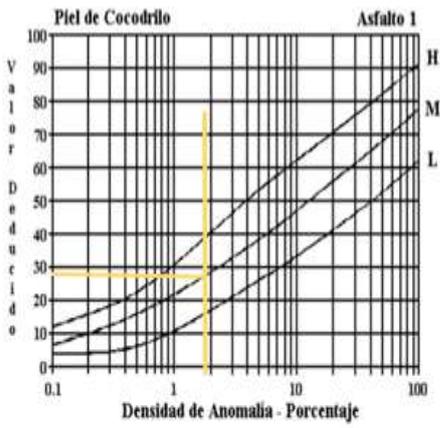
Número de valores deducidos > 2	4	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$				
Valor deducido más alto	28					
Número máximo valores deducidos (m)	8					
CALCULO DEL PCI						
VALORES DEDUCIDOS				VDT	Q	VDC
28	16	6	5	55	4	30
16	6	5	2	29	3	16
6	5	2	2	15	2	10
5	2	2	2	11	1	11,00
				Más=	30,00	
				PCI=	70,00	
				Clasificación	Bueno	

X	Y
10	10,00
12	12
11	11

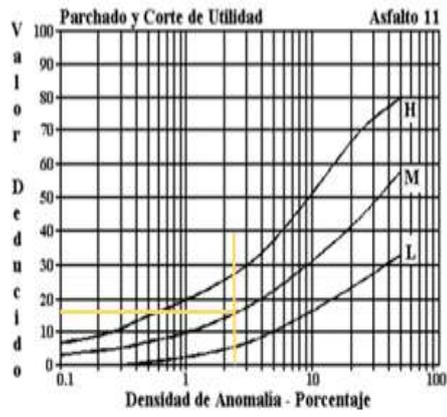
INTERPOLACIÓN

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

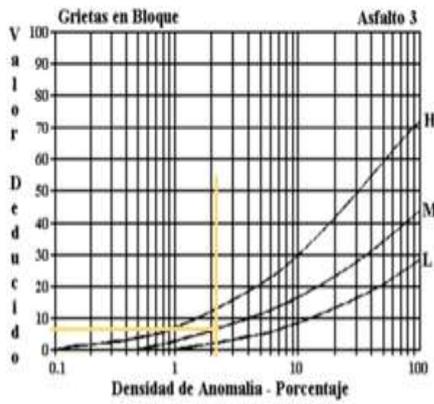
#1 Piel de cocodrilo



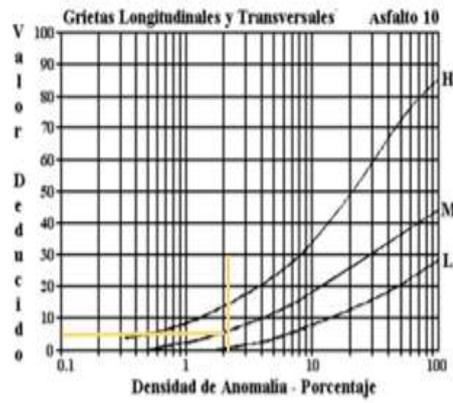
#11 Parcheo



#3 Agrietamiento en bloque



#10 Grietas long y transversal.



INTERPOLACIÓN

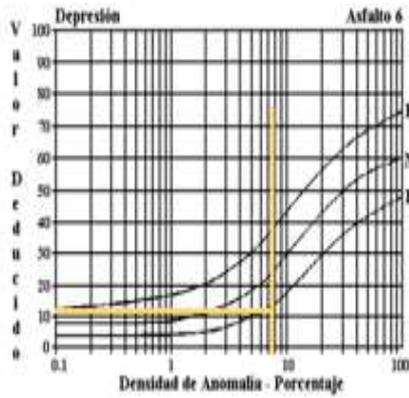
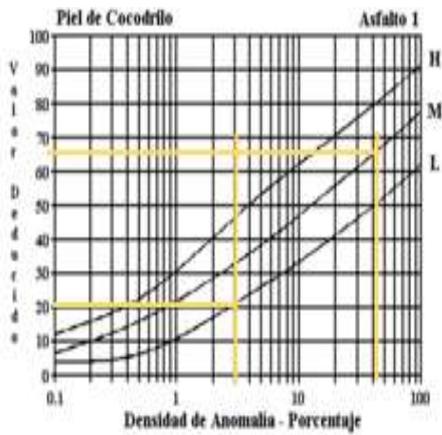
X	Y
2	5,80
3	8,2
2,25	6,4

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
Av. Antonio Vargas	0+0320	6					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO ()					
	0+0352	231					
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier, José Villafuerte							
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)	12	Pulimiento de Agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)				
4	Abultamientos y hundimientos(m2)	14	Cruce de vía ferrea (m2)				
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)				
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantida des Parcial	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrillo	M	m2	5,9	2,7		15,93	
Piel de cocodrillo	M	m2	8,0	1,80		14,4	30,33
Piel de cocodrillo	L	m2	3,0	2,4		7,20	7,20
Hueco	M	Uni			1	1,00	1,00
Parcheo	M	m2	5,5			5,50	5,50
Depresion	L	m2	4,5	3,8		17,1	17,10
transversal	M	m	6,00			6,00	6,00
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSID AD	VALORES DEDUCIDO S
Piel de cocodrillo	M	m2	15,93	14,4	30,33	13,13	49
Piel de cocodrillo	L	m2	7,20		7,20	3,12	21
Hueco	M	Uni	1,00		1,00	0,43	19
Parcheo	M	m2	5,50		5,50	2,38	16
Depresion	L	m2	17,10		17,10	7,40	13
Grieta Long y transversal	M	m	6,00		6,00	2,60	6
						TOTAL	124

Número de valores deducidos	6	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$						
Valor deducido más alto	43							
Número máximo valores deducidos (n)	6							
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						VDT	Q	VDC
43	21	19	16	13	6	124	6	57
21	19	16	13	6	2	77	5	39
19	16	13	6	2	2	58	4	32
16	13	6	2	2	2	41	3	25
13	6	2	2	2	2	27	2	20
6	2	2	2	2	2	16	1	16
						Máx=	57,00	
						PCI=	43,00	
						Clasificación	Regular	
INTERPOLAR Q								
X	Y							
12	12,00							
18	18							
16	16							

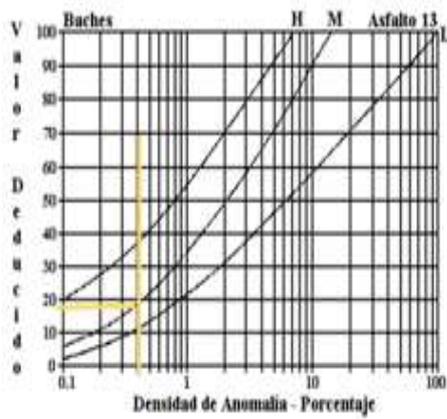
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



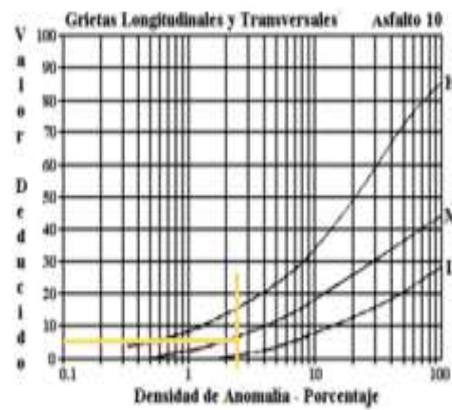
INTERPOLACIÓN

X	Y
10	45,60
20	55,4
13,13	48,67

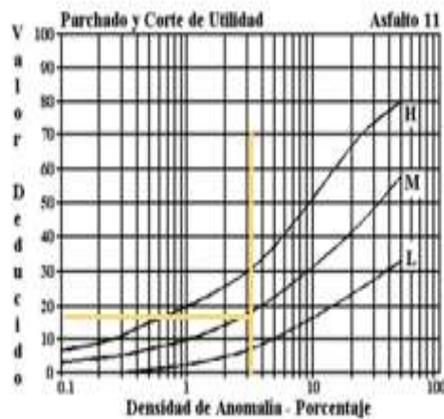
#13 Huecos



#10 Grietas long y transversal.



#11 Parcheo



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
Av. Antonio Vargas	0+0384	7					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO(m ²)					
	0+0416	231					
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier; José Villafuerte							
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)	12	Pulimiento de Agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)				
4	Abultamientos y hundimientos(m2)	14	Cruce de vía ferrea (m2)				
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)				
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantidad es Parciales	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrilo	M	m2	4,00	3,50		14,00	14,00
Depresión	L	m2	5,20	3,00		15,60	32,40
Depresión	L	m2	6,00	2,80		16,80	
Huecos	M	Unidad			1,00	1,00	2,00
Huecos	M	Unidad			1,00	1,00	
Grieta long y transversal	L	m	6,50			6,50	6,50
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSIDAD	VALORES DEDUCIDOS
Piel de cocodrilo	L	m2	14,00		14,00	6,06	28
Depresión	L	m2	15,60	16,80	32,40	14,03	40
Huecos	M	Unidad	1,00	1,00	2,00	0,87	31
Grieta long y transversal	L	m	6,50		6,50	2,81	7
						TOTAL	106

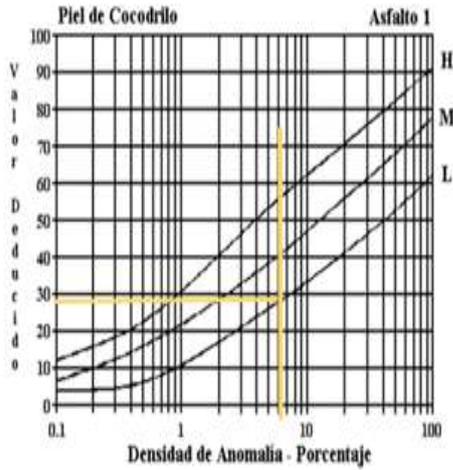
Número de valores deducidos > 2	4	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$				
Valor deducido más alto	50					
Número máximo valores deducidos (m)	7					
CALCULO DEL PCI						
VALORES DEDUCIDOS				YDT	Q	VDC
40	31	28	7	106	4	59
31	28	7	2	68	3	43
28	7	2	2	39	2	29
7	2	2	2	13	1	13
				Máx=	59,00	
				PCI=	41,00	
				Clasificación	REGULAR	

X	Y
30	22,00
40	30
39	29,2

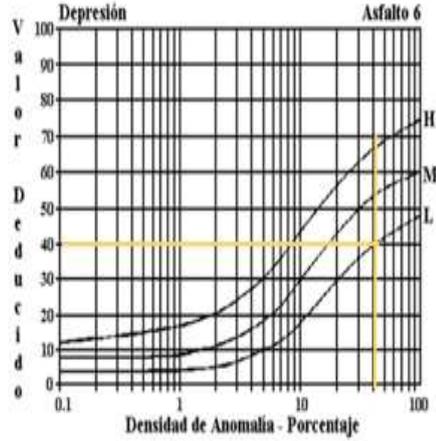
INTERPOLACIÓN

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

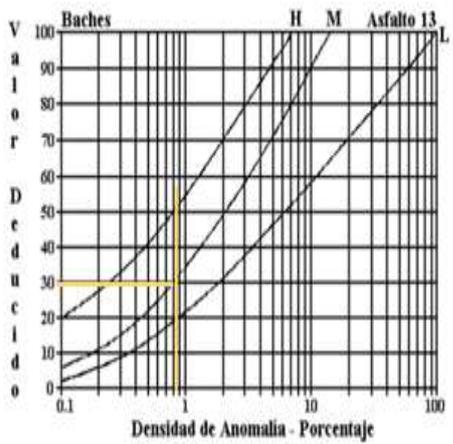
#1 Piel de cocodrilo



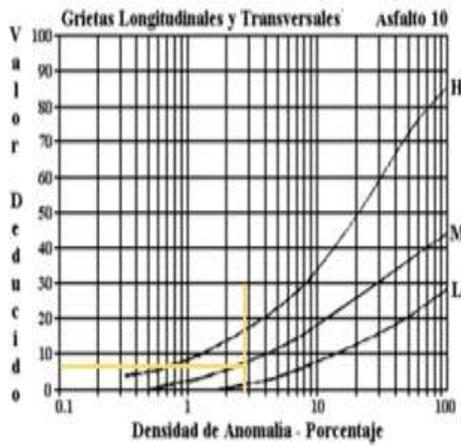
#6 Depresión



#13 Huecos



#10 Grietas long y transversal.



INTERPOLACIÓN

X	Y
10	27,30
20	42
14,03	33,2241

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

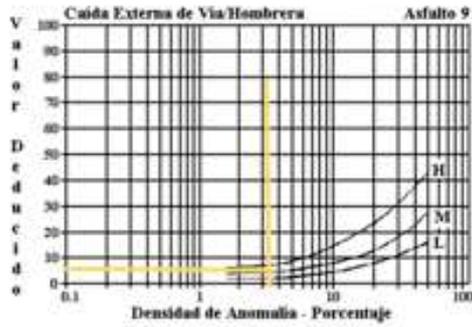
EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO						
Av. Antonio Vargas	0+0448	8						
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO ()						
	0+0480	230						
INSPECCIONADA POR								
Martha Dier; José Villafuerte								
No.	Daño	No.	Daño					
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)					
2	Exudación (m2)	12	Pulimiento de Agregados (m2)					
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)					
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea (m2)					
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)					
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)					
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)					
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)					
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)					
10	Grietas long y transversal (m)							
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantida des Parcial	TOTAL	
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad			
Disnivel carril/berma	M	m	3,1			3,1	3,10	
Piel de cocodrillo	M	m2	14	2,10		29,4	29,40	
Hueco	L	Uni			1	1,00	1,00	
Abultamiento y hundimiento	M	m	3,60			3,60	3,60	
Grieta Long y transversal	M	m	5,5			5,50	9,60	
Grieta Long y transversal	M	m	4,1			4,1		
Grieta Long y transversal	L	m	19,4			19,4	19,40	
VALORES DEDUCIDOS								
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSIDAD	VALORES DEDUCIDOS	
Disnivel carril/berma	M	m	3,1		3,1	1,35	5	
Piel de cocodrillo	M	m2	14		14	6,08	40	
Hueco	L	Uni	1		1	0,43	12	
Abultamiento y hundimiento	M	m2	3,60		3,60	1,56	31	
Grieta Long y transversal	M	m	5,50	4,10	9,6	4,17	10	
Grieta Long y transversal	L	m	4,1		4,1	1,78	0,3	
TOTAL							98	

Número de valores deducidos	5	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$					
Valor deducido más alto	31						
Número máximo valores deducidos (m)	7						
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					YDT	Q	YDC
40	31	12	10	5	98	5	46
31	12	10	5	2	60	4	33
12	10	5	2	2	31	3	18
10	5	2	2	2	21	2	15
5	2	2	2	2	13	1	13
					Máx=	46,00	
					PCI=	54,00	
					Clasificación	Regular	

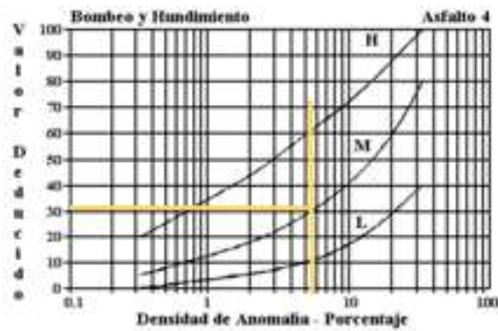
X	Y
20	14,00
25	18
21	14,8

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

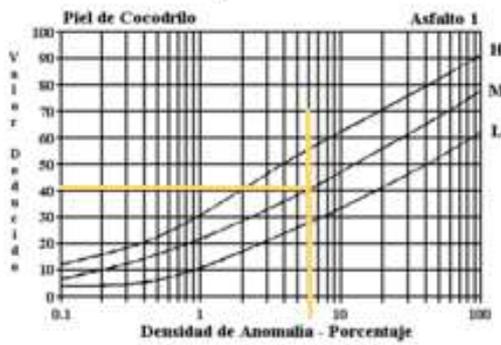
89 Derriva de carril/borne



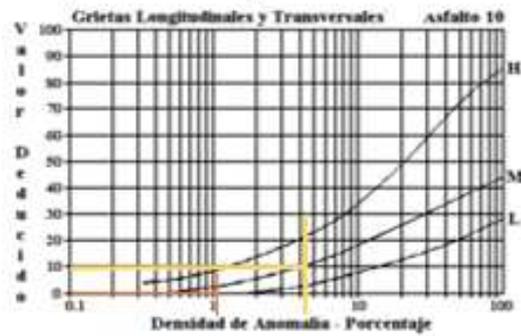
84 Abultamiento y hundimiento



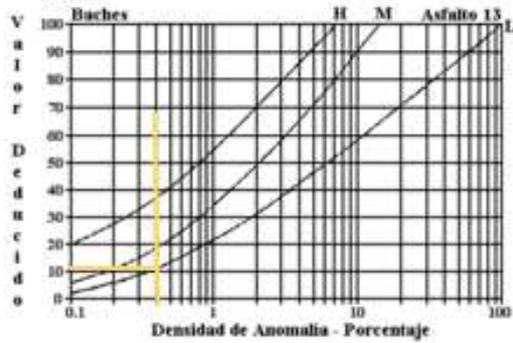
81 Piel de cocodrilo



80 Grietas longitudinales y transversales



HUECO



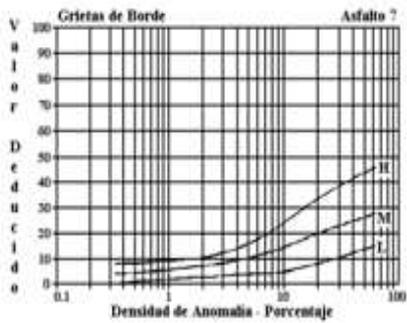
Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
Av. Antonio Vargas	0+0512	9					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO()					
	0+0544	230					
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier; José Villafuerte							
No.	Daño		No.	Daño			
1	Piel de cocodrillo (m2)		11	Parcheo (m2)			
2	Exudación (m2)		12	Pulimiento de Agregados (m2)			
3	Agrietamiento en bloque (m2)		13	Huecos (uni)			
4	Abultamientos y hundimientos(14	Cruce de vía ferrea (m2)			
5	Corrugación (m2)		15	Ahuellamiento (m2)			
6	Depresión (m2)		16	Desplazamiento (m2)			
7	Grieta de Borde (m)		17	Grieta parabólica (slippage) (m2)			
8	Grieta de reflexión de junta (m)		18	Hinchamiento (m2)			
9	Desnivel carril / berma (m)		19	Desprendimiento (2)			
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantida des Parcial	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Grieta de borde	M	m	3,0			3,00	3,00
Piel de cocodrillo	H	m2	8,0	1,70		13,60	13,60
Hueco	H	Uni			1	1,00	2,00
Hueco	H	Uni			1	1,00	
Grieta Long y transversal	H	m	6,0			6,00	6,00
Depresión	M	m2	2,4	2,00		4,80	4,80
Parcheo	M	m2	2,6	3,2		8,32	8,32
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSID AD	VALORES DEDUCIDO S
Grieta de borde	M	m	3,00		3,00	1,30	5,98
Piel de cocodrillo	H	m2	14		13,60	5,91	54,38
Hueco	H	Uni	1	1	2,00	0,87	49,75
Grieta Long y transversal	H	m	6,00		6,00	2,61	14,62
Depresión	M	m2	4,80		4,80	2,09	11,45
Parcheo	M	m2	8,32		8,32	3,62	19,07
TOTAL						155	

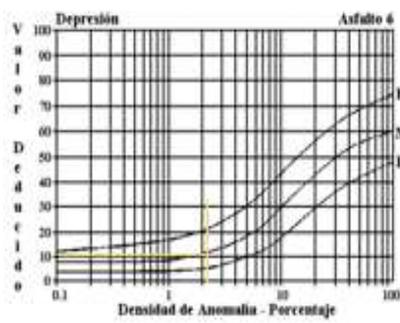
Número de valores deducidos	6	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$					
Valor deducción más alta	54,38						
Número máxima valores deducidos (m)	5						
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
54,38	49,75	19,07	14,62	11,45	149	5	75,71
49,75	19,07	14,62	11,45	2	97	4	55,13
19,07	14,62	11,45	2	2	49	3	30,40
14,62	11,45	2,00	2	2	32	2	23,66
11,45	2	2	2	2	19,45	1	19,45
					Máx-	75,71	
					PCI-	24,29	
					Clasificación	Muy mala	
INTERPOLAR Q							
x	140	150					
y	72	76					
x	90	100					
y	51	57					
x	42	50					
y	25,4	31					
x	30	40					
y	22	30					
x	18	20					
y	18	20					

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

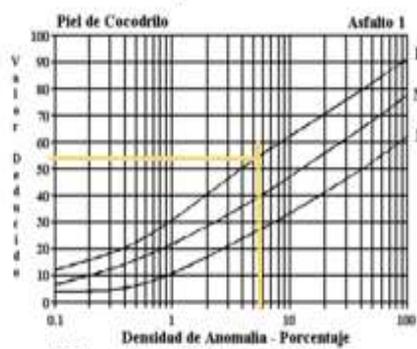
87 Grietas de Borde



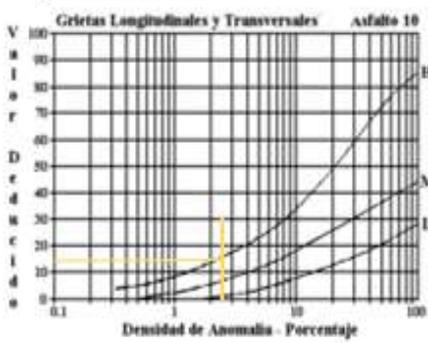
88 Depresión



89 Piel de cocodrilo



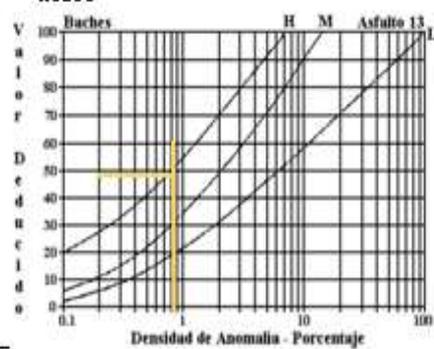
90 Grietas longitudinales y transversal.



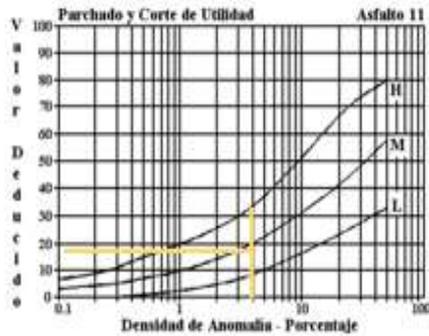
INTERPOLACIÓN

X	Y
3	17,40
4	20,1
3,62	19,074

HUECO



91 Parches



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO					
Av. Antonio Vargas	0+0576	5					
CODIGO VÍA	ABSCISA FINAL	AREA MUESTREO ()					
	0+0608	230					
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier, José Villafuerte							
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parcheo (m2)				
2	Exudación (m2)	12	Pulimiento de Agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)				
4	Abultamientos y hundimientos(14	Cruce de vía ferrea (m2)				
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)				
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantida des Parciales	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrilo	M	m2	9,50	3,00		28,50	42,50
Piel de cocodrilo	M	m2	5,00	2,80		14,00	
Hueco	H	Unidad			1	1	1,00
Grietas long y transversal	H	m	8,00			8,00	14,80
Grietas long y transversal	H	m	6,80			6,80	
Depresión	M	m2	4,50	2,60		11,70	11,70
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSIDAD	VALORES DEDUCIDOS
Piel de cocodrilo	M	m2	28,50	14,00	42,50	18,47	54
Hueco	H	Unidad	1,00		1,00	0,43	39
Grietas long y transversal	H	m	8,00	6,80	14,80	6,43	27
Depresión	M	m2	11,70		11,70	5,08	19
						TOTAL	139

Número de valores deducidos	4
Valor deducido más alto	54
Número máximo valores deducidos (m)	5

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$$

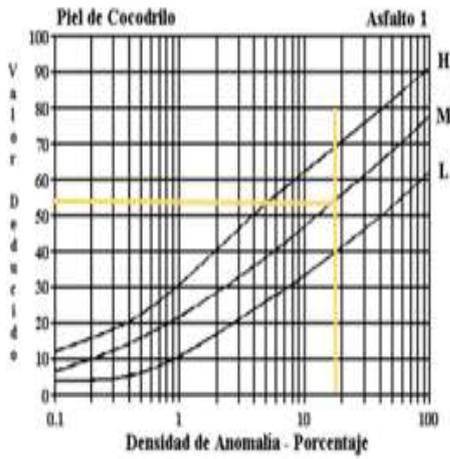
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC
54	39	27	19		139	4	77
39	27	19	2		87	3	55
27	19	2	2		50	2	37
19	2	2	2		25	1	25,00
						Máx=	77,00
						PCI=	23,00
						Clasificación	MUY MALO

X	Y
80	50,50
90	57
87	55,05

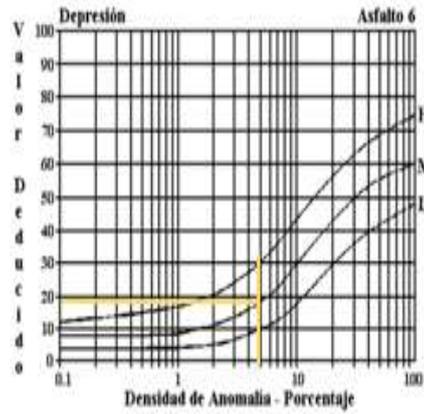
INTERPOLACIÓN

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

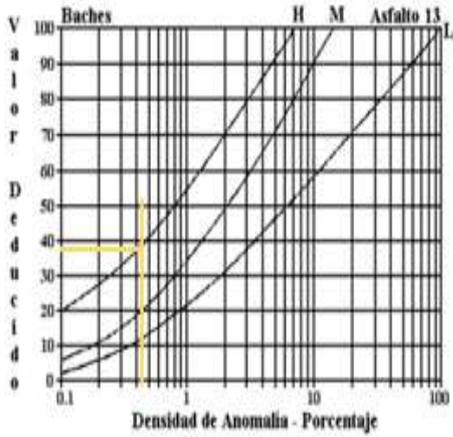
#1 Piel de cocodrillo



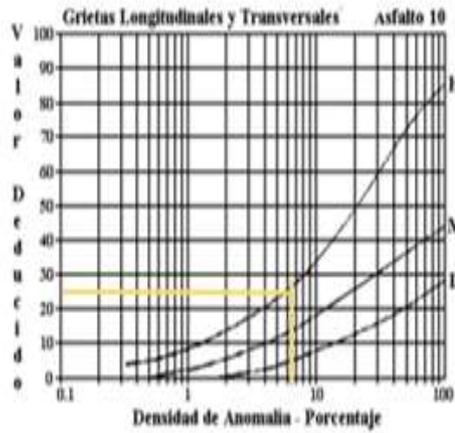
#6 Depresion



#13 Huecos



#10 Grietas long y transversal.



INTERPOLACIÓN

X	Y
10	45,60
20	55,4
18,47	53,9006

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

EXPLORACION DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO						ESQUEMA	
ZONA		ABSCISA INICIAL		UNIDAD DE MUESTREO			
Av. Antonio Vargas		0+0640		11			
CODIGO VÍA		ABSCISA FINAL		AREA MUESTREO()			
		0+0672		230			
INSPECCIONADA POR							
Martha Dier; José Villafuerte							
No.	Daño	No.	Daño				
1	Piel de cocodrilo (m2)	11	Parqueo (m2)				
2	Exudación (m2)	12	Pulimiento de Agregados (m2)				
3	Agrietamiento en bloque (m2)	13	Huecos (uni)				
4	Abultamientos y hundimientos(m2)	14	Cruce de vía ferrea (m2)				
5	Corrugación (m2)	15	Ahuellamiento (m2)				
6	Depresión (m2)	16	Desplazamiento (m2)				
7	Grieta de Borde (m)	17	Grieta parabólica (slippage) (m2)				
8	Grieta de reflexión de junta (m)	18	Hinchamiento (m2)				
9	Desnivel carril / berma (m)	19	Desprendimiento (2)				
10	Grietas long y transversal (m)						
Daño	Severidad	Unidad	Area			Cantidad es Parciales	TOTAL
			Largo (m)	Ancho (m)	Unidad		
Piel de cocodrilo	H	m2	10,00	2,80		28,00	28,00
Huecos	H	Unidad			1	1,00	2,00
Huecos	H	Unidad			1	1,00	
Grietas long y transversal	M	m	7,50			7,50	11,70
Grietas long y transversal	M	m	4,20			4,20	
Parqueo	H	m2	3,00	3,00		3,00	3,00
VALORES DEDUCIDOS							
Daño	Severidad	Unidad	Cantidades Parciales		TOTAL	DENSIDAD	VALORES DEDUCIDO \$
Piel de cocodrilo	H	m2	28,00		28,00	12,17	64
Huecos	H	Unidad	1,00	1,00	2,00	0,87	50
Grietas long y transversal	M	m	7,50	4,20	11,70	5,08	12
Parqueo	H	m2	3,00		3,00	3,31	34
TOTAL							160

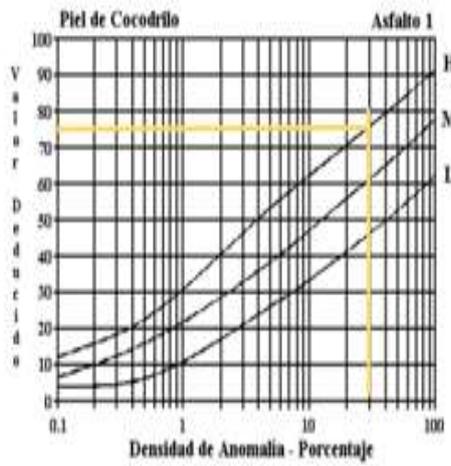
Número de valores deducidos >	4	$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10$				
Valor deducido más alto	64					
Número máximo valores deducidos (m)	4					
CALCULO DEL PCI						
VALORES DEDUCIDOS				VDT	Q	YDC
64	50	34	12	160	4	86
50	34	12	2	38	3	62
34	12	2	2	50	2	37
12	2	2	2	18	1	18,00
				Máx=	86,00	
				PCI=	14,00	
				Clasificación	Muy malo	

X	Y
30	57,00
100	63
38	61,8

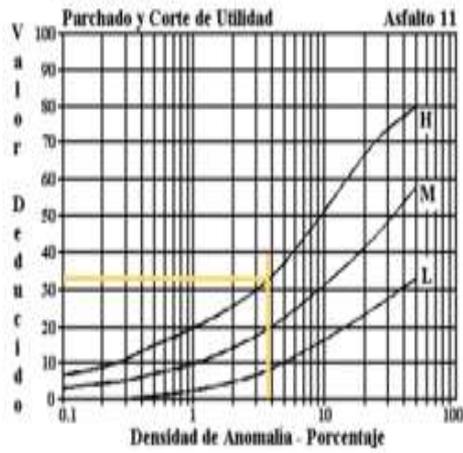
INTERPOLACIÓN

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

#1 Piel de cocodrillo

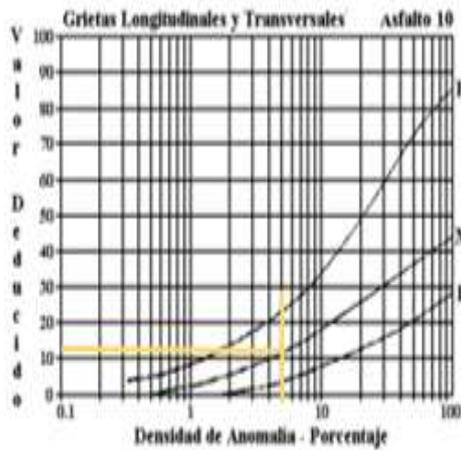
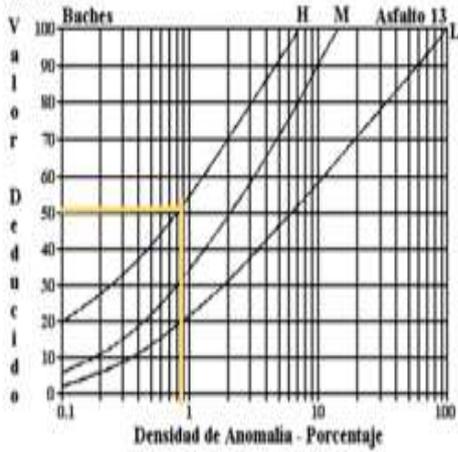


#11 Parcheo



#10 Grietas long y transversal.

#13 Huecos



INTERPOLACIÓN

X	Y
3	30,80
4	34,8
3,31	34,44

Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).

Anexo 4. Fotos de las evaluaciones del pavimento



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).



Elaborado por: Dier, M. y Villafuerte, J. (2024).