



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA
AVENIDA CIRCUNVALACIÓN NORTE ENTRE PALMERAS Y LA
PRIMAVERA EN EL CANTÓN MACHALA

NAGUA DIAZ STALIN MESIAS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE
LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN NORTE ENTRE PALMERAS Y
LA PRIMAVERA EN EL CANTÓN MACHALA

NAGUA DIAZ STALIN MESIAS
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2023



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA AVENIDA
CIRCUNVALACIÓN NORTE ENTRE PALMERAS Y LA PRIMAVERA EN EL
CANTÓN MACHALA

NAGUA DIAZ STALIN MESIAS
INGENIERO CIVIL

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

MACHALA, 27 DE FEBRERO DE 2023

MACHALA
27 de febrero de 2023

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN NORTE ENTRE PALMERAS Y LA PRIMAVERA EN EL CANTÓN MACHALA.

por Stalin Mesias Nagua Diaz

Fecha de entrega: 21-feb-2023 12:30p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2019739226

Nombre del archivo: Stalin_Nagua_complexivo_parte_practica.pdf (8.07M)

Total de palabras: 10332

Total de caracteres: 50345

EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO DE LA AVENIDA CIRCUNVALACIÓN NORTE ENTRE PALMERAS Y LA PRIMAVERA EN EL CANTÓN MACHALA.

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

1%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTE QUE CONTIENE COINCIDENCIAS

2

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

1%

1%

★ Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 40 words

Excluir bibliografía

Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, NAGUA DIAZ STALIN MESIAS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación del estado del Pavimento Asfáltico de la Avenida Circunvalación Norte entre Palmeras y la Primavera en el Cantón Machala, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 27 de febrero de 2023



NAGUA DIAZ STALIN MESIAS
0706689916

DEDICATORIA

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad. Dedico este trabajo a todas las personas que me han acompañado en mi camino académico y personal. Principalmente mis padres Colombina Nagua y Geovani Arias, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y su ejemplo de perseverancia y dedicación.

Especialmente quiero dedicarle este trabajo a mi esposa Valeria Gallegos. Por su paciencia, comprensión, empeño, fuerza y amor. Realmente, ella me ayudo a alcanzar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. Nunca dejaré de estar agradecido por ello.

También a mi querido hijo Emiliano Nagua el cual es mi mayor motivación, sin duda el es lo mejor que me ha pasado y su llegada ah sido mi fortaleza para darme el último empujón que faltaba y culminar este proyecto.

A mi familia y amigos, por su cariño, comprensión y ánimo en los momentos más difíciles. A mis profesores y colegas, por compartir conmigo su conocimiento, su experiencia y amistad. A todas las personas que han creído en mí y me han alentado a seguir adelante. Este logro no hubiera sido posible sin su ayuda y su confianza. Gracias por formar parte de mi vida y de mi historia.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte de mi vida durante estos años de estudio y que han hecho posible la consecución de este objetivo. En primer lugar, a mi familia, quienes han sido mi mayor apoyo desde el primer día. Gracias por creer en mí, por motivarme y por acompañarme en este camino. Sus sacrificios, amor y dedicación han sido fundamentales.

También quiero agradecer a mis amigos y compañeros quienes me han acompañado y apoyado a lo largo de mi vida universitaria, especialmente a Ronald Jiménez y Leonardo Abrigo.

Agradezco especialmente a mis profesores, quienes han sido una fuente constante de inspiración, conocimiento y sabiduría, al ingeniero Carlos Sanches por ser mi guía en el proceso de titulación.

RESUMEN

El presente trabajo se basó en la evaluación de la condición del pavimento asfáltico de la vía Av. Circunvalación Sur entre Palmeras y la Primavera, Machala, Ecuador. Mediante el método PCI elaborado por la ASTM. Se planteó que la importancia de este trabajo yace en los requerimientos de mantenimiento o reparación que tiene actualmente la vía, considerando que es una avenida de gran importancia para la movilidad de la ciudad. El procedimiento realizado fue el siguiente: Primero, se realizó una inspección visual, en la cual se encontraron las cantidades, los tipos y las dimensiones de las fallas existentes; A continuación, se realizó el cálculo del valor del PCI para las 16 Unidades de Muestra y posteriormente para toda la sección de estudio la cual cuenta con 700 metros de longitud, el valor resultante del PCI fue 22 denotando que el pavimento asfáltico de la vía se encuentra en un estado “Malo”. En función al PCI obtenido para la vía en estudio, se recomienda que se realicen reparaciones considerables en toda la vía, además que se realice una reconstrucción completa en el tramo 9, el cual está “Fallado”.

Palabras clave

Pavimento flexible, Evaluación, Método PCI

ABSTRACT

The present work was based on the evaluation of the condition of the asphalt pavement of the Av. Circunvalación Sur road between Palmeras and La Primavera, Machala, Ecuador. Using the PCI method developed by ASTM. It was stated that the importance of this work lies in the maintenance or repair requirements that the road currently has, considering that it is an avenue of great importance for the mobility of the city. The procedure carried out was as follows: First, a visual inspection was carried out, in which the quantities, types and dimensions of the existing faults were found; Next, the PCI value was calculated for the 16 Sample Units and later for the entire study section, which is 700 meters long, the resulting PCI value was 22, denoting that the asphalt pavement of the road was It is in a “Bad” state. Based on the PCI obtained for the road under study, it is recommended that considerable repairs be carried out on the entire road, in addition to a complete reconstruction of section 9, which is "Failed".

Key words

Flexible pavement, Evaluation, PCI method

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
RESUMEN	III
ABSTRACT	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE ANEXOS	VI
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Importancia del Tema.....	1
1.2. Actualidad de la problemática.....	1
1.3. Formulación del problema científico.....	1
1.3.1. Contextualización.....	1
1.3.2. Análisis Crítico	2
1.3.3. Pregunta científica	2
1.4. Delimitación del Objeto de Estudio	2
1.5. Justificación	2
1.6. Objetivos.....	3
1.6.1. Objetivo General.....	3
1.6.2. Objetivos Específicos.....	3
2. DESARROLLO.....	3
2.1. Marco Teórico.....	3
2.1.1. Antecedentes conceptuales y referenciales.....	5
2.1.2. Antecedentes Contextuales	5
2.2. Materiales y Métodos	6
2.2.1. Métodos empíricos con los materiales utilizados.....	6
2.2.2. Metodología (PASOS).....	6
2.2.3. Metodología para la evaluación del pavimento flexible mediante el método de Índice de Condición de Pavimento PCI.....	6
2.3. Análisis e interpretación de resultado	10
3. CONCLUSIONES	10
4. REFERENCIAS	11
5. ANEXOS	12

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Anchos de Calzada y Longitud de la muestra.....	6
Tabla 2 Datos de la vía.....	7
Tabla 3 Tabla del PCI.....	8
Tabla 4 Calculo de los valores deducidos	9
Tabla 5 Cálculo de los valores corregidos CDV y CDV Max.....	9
Tabla 6 Rangos establecidos para clasificación de las vías en función del PCI.	10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de Proyecto	2
Figura 2 Representación de sección e intervalo de unidades de muestra a inspeccionar.....	8
Figura 3 Representación gráfica del valor deducido piel de cocodrilo	9
Figura 4 Representación gráfica del valor de deducción corregido CDV.....	10

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Piel de Cocodrilo	12
Anexo 2 Grieta de borde	12
Anexo 3 Hueco.....	13
Anexo 4 Parcheo.....	13
Anexo 5 Agrietamiento en bloque	14
Anexo 6 Grieta longitudinal.....	14
Anexo 7 Resultados del PCI del tramo 1	15
Anexo 8 Resultados del PCI del tramo 2	16
Anexo 9 Resultados del PCI del tramo 3	17
Anexo 10 Resultados del PCI del tramo 4	18
Anexo 11 Resultados del PCI del tramo 5	19
Anexo 12 Resultados del PCI del tramo 6	20
Anexo 13 Resultados del PCI del tramo 7	21
Anexo 14 Resultados del PCI del tramo 8	22
Anexo 15 Resultados del PCI del tramo 9	23
Anexo 16 Resultados del PCI del tramo 10	24
Anexo 17 Resultados del PCI del tramo 11	25
Anexo 18 Resultados del PCI del tramo 12	26
Anexo 19 Resultados del PCI del tramo 13	27
Anexo 20 Resultados del PCI del tramo 14	28
Anexo 21 Resultados del PCI del tramo 15	29
Anexo 22 Resultados del PCI del tramo 16	30
Anexo 17 Resumen de las fallas y PCI de las muestras seleccionadas de la vía en estudio.....	31

1. INTRODUCCION

1.1 Importancia del tema

El pavimento rígido o flexible, brinda a los automotores una superficie plana y regular sobre la cual pueden transitar de manera segura. Debido a su composición, el pavimento flexible tiende a deteriorarse en periodos más cortos de tiempo que el pavimento rígido, por lo cual debe estar sometidos a mantenimiento de forma periódica, la ASTM ha establecido normas para la inspección y análisis del estado del pavimento, como el Índice de condición del pavimento (PCI), el cual permite conocer el estado de las carreteras y clasificarlas por orden de prioridad. (Salviatto & Fontenele, 2021)

1.2 Actualidad de la problemática

El mantenimiento y la rehabilitación de estos pavimentos al nivel deseado de serviciabilidad es uno de los problemas desafiantes que enfrentan los ingenieros de pavimentos y la administración en el sector de las carreteras.(Shah et al., 2013) El pavimento se deteriora por una combinación de factores aversivos, entre los que están los factores climáticos, cargas de tráfico, o una construcción deficiente. Estos pueden provocar diferentes tipos de fallas; Los factores climáticos suelen provocar la desintegración del ligante asfáltico y del árido, los daños por ciclos de carga se evidencian por la presencia huecos, grietas longitudinales, piel de cocodrilo, etc. Y un error en la composición de las mezclas para base y subbase puede provocar la aparición de grietas y deformaciones permanentes en menos de un año, debido deflexiones superiores a las calculadas. (Andalicio et al., 2022)

1.3 Formulación del problema

- Contextualización

La condición del pavimento afecta la seguridad, rentabilidad y el costo del transporte. A medida que el pavimento se deteriora, el riesgo de accidentes y el costo de mantenimiento incrementan, mientras que la rentabilidad del sistema de transporte disminuye. Debido a esto, es importante evaluar con precisión la condición del pavimento e identificar las áreas que deben repararse o reemplazarse. La metodología PCI es conocida como la más completa para la evaluación y calificación de pavimentos flexibles en la actualidad (Andrade et al., 2021). Comprende una inspección visual y un análisis de los datos siguiendo un proceso establecido, finalmente califica la condición del pavimento mediante un rango numérico.

- **Análisis Crítico**

La avenida circulación norte, al igual que su par en el otro hemisferio de la ciudad, son arterias principales en la movilidad de la ciudad, además de ser transitadas por una gran cantidad de vehículos particulares, también son las vías designadas para el tránsito de los camiones y tráileres que se dirigen a Puerto Bolívar. El deterioro que presenta la avenida Circunvalación Norte, en ciertos tramos, afecta al correcto tráfico además que puede causar desperfectos en los vehículos. Debido a esto la realización del estudio del estado del pavimento de la vía cobra importancia.

- **Pregunta científica.**

¿Cuál es el método utilizado para evaluar la condición del pavimento asfáltico en la Av. Circunvalación Norte de la ciudad de Machala?

1.4 Delimitación del objeto de estudio

El objeto de estudio para el caso de estudio será el tramo de la Av. Circunvalación Norte entre la av. las palmeras y la primavera

Figura 1 Ubicación del proyecto



Fuente: OpenStreetMap

1.5 Justificación

Mantener las vías en óptimas condiciones fomenta el progreso de una ciudad, mejora la movilidad y beneficia a todos los habitantes, la avenida circunvalación Norte es una de las vías más importantes de la ciudad, y por ende debe mantenerse en condiciones adecuadas. Esta avenida soporta diariamente el tráfico de camiones y tráileres, los cuales están cargados con toneladas de mercadería que llevan al Puerto Bolívar. Lo cual provoca un desgaste y un daño mucho más acelerado que en otras avenidas de la ciudad.

En la Avenida circulación Norte es necesario realizar adecuaciones, las cuales pueden ir desde un mantenimiento, hasta un reasfaltado, el presente estudio intenta aportar información que pudiera ser utilizada en el mejoramiento de la vía.

1.6 Objetivos

- **Objetivo General**
- Evaluar el estado del pavimento asfáltico de la avenida circunvalación norte entre palmeras y la primavera, mediante el método PCI dispuesto por la ASTM.
- **Objetivos Específicos**
- Identificar y tabular las fallas existentes en el pavimento mediante una inspección visual y medición de las dimensiones.
- Calcular el índice de condición de pavimento (PCI) mediante el análisis de los datos recogidos del campo, utilizando el procedimiento establecido.

2. DESARROLLO

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes conceptuales y referenciales

2.1.1.1 Pavimento

El pavimento es la capa superficial de una calzada o vereda que está diseñada para proporcionar una superficie lisa y segura para que los vehículos y los peatones circulen. Hay varios tipos de materiales de pavimento, incluidos el asfalto, el hormigón y el ladrillo.

2.1.1.2 Pavimento asfáltico

El pavimento de asfalto, también conocido como mezcla asfáltica en caliente, es un tipo de pavimento que se crea mezclando agregados minerales (como piedra triturada, grava y arena), los cuales forman una gran parte del volumen y el peso de la mezcla (Shakhan et al., 2022), con aglutinante de asfalto caliente. Luego, la mezcla se coloca en capas y se compacta para crear una superficie lisa. Se usa comúnmente para carreteras, autopistas, estacionamientos y entradas de vehículos.

Hoy en día, el pavimento asfáltico es el tipo de pavimento primario en la ingeniería vial debido a que es rentable, fácil de instalar y ofrece una excelente resistencia al desgaste. (Qian et al., 2018). También es flexible y puede expandirse y contraerse con los cambios de temperatura, lo que ayuda a prevenir el agrietamiento. Sin embargo, puede que no sea tan duradero como el

concreto y puede requerir más mantenimiento durante su vida útil. Es importante también, realizar pruebas a los materiales que serán usados como base y subbase, con el fin de que ofrezcan altos parámetros de resistencia, baja deformabilidad y baja capacidad de expansión.(Hilário et al., 2022)

2.1.1.3 Fallas típicas en el pavimento:

Los materiales de pavimento, que están sujetos a ciclos repetidos la carga y a condiciones ambientales variables, tienden a deteriorarse en términos de su integridad estructural con el tiempo.

Este deterioro del pavimento se manifiesta por numerosos tipos de fallas que afectan la capacidad de conducción del conductor y la seguridad de los ocupantes. (Sudarsanan & Kim, 2022). Algunas fallas comunes que se observan en el pavimento de asfalto incluyen:

- **Grietas por fatiga:** El agrietamiento por fatiga es el tipo más común de falla en el pavimento de asfalto, estas son pequeñas grietas interconectadas que se forman en la superficie del pavimento debido a la carga repetida del tráfico. A menudo se encuentran en áreas con alto volumen de tráfico o vehículos pesados. (Sudarsanan & Kim, 2022)
- **Grietas en bloque:** Se caracterizan por formarse en grandes áreas rectangulares en la superficie del pavimento. A menudo es causado por una mala construcción o una falla en la base.
- **Piel de cocodrilo:** Se caracteriza por ser grietas interconectadas que visualmente aparentan la piel de un reptil. Es causado por una combinación de factores, que incluyen tráfico pesado, drenaje deficiente y soporte de base inadecuado.
- **Huecos:** Los huecos se forman cuando la superficie de asfalto se daña por la infiltración de agua y el tráfico pesado. Pueden ser peligrosos para los vehículos y los peatones y, por lo general, se rellenan con un material de reparación.
- **Hundimientos:** Los hundimientos ocurren cuando la superficie del pavimento desarrolla depresiones o canales longitudinales, causados por el tráfico pesado y el drenaje deficiente.
- **Empuje:** Empuje es la formación de crestas transversales u ondas en la superficie del pavimento causada por una compactación desigual o expansión térmica.
- **Desmoronamiento:** El desmoronamiento es la pérdida de agregado de la superficie del pavimento causada por una compactación deficiente, una construcción deficiente o el uso de una mezcla asfáltica inadecuada.

- **Deterioro de los bordes:** el deterioro de los bordes es la ruptura del pavimento en los bordes de la carretera, causada por el tráfico pesado, el drenaje deficiente y la construcción deficiente.

2.1.2 Antecedentes contextuales

El índice de condición del pavimento (PCI) es un grado numérico de evaluación superficial de una vía (Oblitas Gastelo et al., 2021). Fue desarrollado en los Estados Unidos por la Administración Federal de Carreteras para ayudar a los departamentos de transporte a evaluar las condiciones del pavimento y priorizar los esfuerzos de mantenimiento y reparación. El PCI se basa en una escala de 0 a 100, donde los números más altos indican mejores condiciones de la carretera. Una calificación de 60 o superior indica buen estado; 40-59 indica un estado regular; 20-39 indica mal estado; y cualquier valor inferior a 20 indica muy mal estado. La utilización de índice PCI se ha generalizado alrededor del mundo a mientras los gobiernos buscan medir la condición de las vías con mayor precisión con fines presupuestarios.

2.2 Materiales y métodos

Materiales e instrumentos

Para la evaluación del pavimento se utilizó lo siguiente:

- Hoja con el formato para registrar los datos según el método PCI.
- Flexómetro, para medir las dimensiones de las fallas que no superen los 5m.
- Cinta de medición de 30 metros.
- Cámara, para llevar un registro fotográfico de las fallas.

2.2.2 Métodos empíricos con los materiales utilizados

El método utilizado es el PCI, se puede definir como un índice numérico con un valor entre 0,0 y 100. El PCI es ampliamente aceptable para describir el estado general de la superficie del pavimento de una sección de carretera. La puntuación perfecta (es decir, una puntuación de 100) indica la mejor condición posible del pavimento, mientras que la puntuación de 0,0 representa la peor condición posible del pavimento.(Issa et al., 2022)

2.2.3. Metodología

Inspección Visual

La inspección visual del pavimento consiste en la recopilación de datos viales relacionados con la severidad y la extensión de las dimensiones de las fallas (área y patrón de grietas, área deshilachada, área de baches, profundidad de surcos, resistencia al deslizamiento y rugosidad de la superficie. Etc.). Se debe llevar una evidencia fotográfica(Shah et al., 2013)

Determinación de unidades de muestreo

El tramo de vía a analizar está conformado con pavimento asfáltico, tiene una longitud de 700 m y un ancho de 16.6 m, cuenta con 4 cuatro carriles, dos por cada sentido.

División de las unidades de muestra

Para a selección de la distancia de las unidades de muestreo se utilizó la tabla 1 establecida por la norma Astm-D6433, en la cual la longitud de muestra es dependiente del ancho de la vía.

Ancho de calzada(m)	Longitud de unidad de muestreo(m)
5.0	46.00
5.5	41.80
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Tabla 1 Anchos de Calzada y Longitud de la muestra

Según la norma, para anchos de calzada mayores a 7.3m el área de la muestra debe ser 230 ± 93 m, en este caso tenemos un ancho de calzada de 16.6 metros, por lo cual, al ajustarnos a los límites de área establecidos, tomamos una longitud de muestra de 15 metros. Dando un área de muestra de 249 m².

Tabla 2 Datos de la vía

Longitud total de la vía:	700.0 m
Área de muestra:	249.0 m ²
Ancho de la vía:	16.6 m
Longitud de la muestra:	15 m

Fuente: El autor

Para la obtener la cantidad de muestras, se relaciona la longitud total de la vía para la longitud de cada muestra, de la siguiente manera:

$$N = \frac{\text{Longitud total de la via}}{\text{Longitud total de la muestra}} = \frac{700 \text{ m}}{15 \text{ m}} = 47$$

Luego, se calcula el menor número de unidades de muestras que ofrezcan una muestra representativa de la condición de la vía, para ello realizamos un cálculo estadístico con un

porcentaje de error del 5% y una desviación estándar de $s = 10$, que ofrecen una confiabilidad del 95%.

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

$$n = \frac{47 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (47 - 1) + 10^2} = 12.13 \approx 12$$

Del total de 47 muestras, 12 es la cantidad mínima a evaluar, sin embargo, evaluaremos 16.

Selección de las unidades de muestreo para inspección.

Calculamos las unidades de muestra a ser inspeccionadas aplicando un método aleatorio, de la siguiente manera:

$$i = \frac{N}{n} = \frac{47}{12} = 3.91 \approx 3$$

DETERMINACIÓN DEL PCI EN LA SECCIÓN DE ESTUDIO

Siguiendo el procedimiento dispuesto por la norma ASTM-D6433-07, se inspeccionó las áreas de muestra y se registraron las fallas existentes, a continuación, se muestran las fallas encontradas en la muestra 1:

Tabla 3 Inventario de Fallas en muestra 1

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Huecos	n	H				1,000
Piel de cocodrilo.	m2	M	2,5	1,8		4,38
Piel de cocodrilo.	m2	M	3,0	1,5		4,35
Piel de cocodrilo.	m2	H	2	2,7		6,48
Piel de cocodrilo.	m2	M	3,30	1,69		5,58
Agrietamiento en bloque	m2	L	2,4	3,5		8,40
Abultamientos y hundimientos.	m	M	7,4			7,40
Depresion	m2	L	4	0,8		3,44

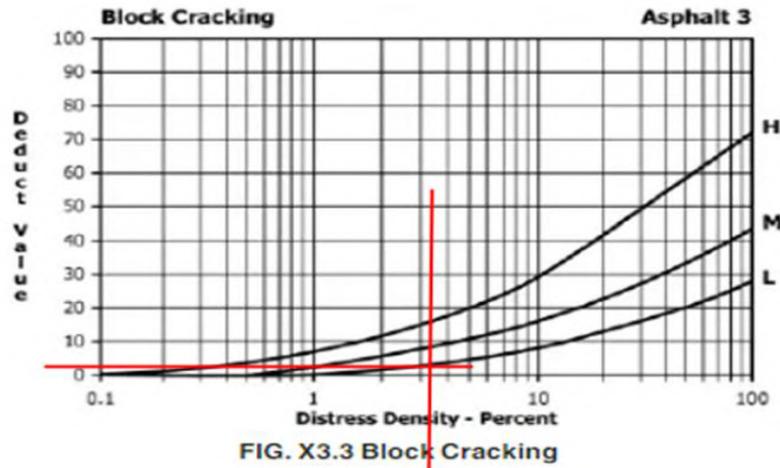
Fuente: El autor

Cálculo de los valores deducidos

Se calcula el Valor Deducido de cada falla, el cual representará cuanto afecta dicha falla al estado de la vía, se utiliza la densidad y la severidad de las fallas y se interpolan esos valores en los ábacos establecidos, obteniendo como resultado el Valor Deducido. A continuación, se

muestra la determinación del valor deducido de la falla “agrietamiento en bloque” de la muestra número uno.

Figura 2 Valor deducido de agrietamiento en bloque en el ábaco



Fuente: (Herrería s. f.) Manual de evaluación de pavimentos

Se repite el proceso para cada falla y se tabulan los resultados, de la siguiente forma:

Tabla 4 Cálculo de los valores deducidos

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Huecos	N	H	1,00	0,40	38	143	6
Piel de cocodrilo.	m2	H	6,48	2,60	44		
Piel de cocodrilo.	m2	M	14,30	5,74	31		
Agrietamiento en bloque	m2	L	8,40	3,37	4		
Abultamientos y hundimientos.	m	M	7,40	2,97	21		
Depresion	m2	L	3,44	1,38	5		
						m	6

Fuente: El autor

Cálculo del PCI de la unidad de muestra

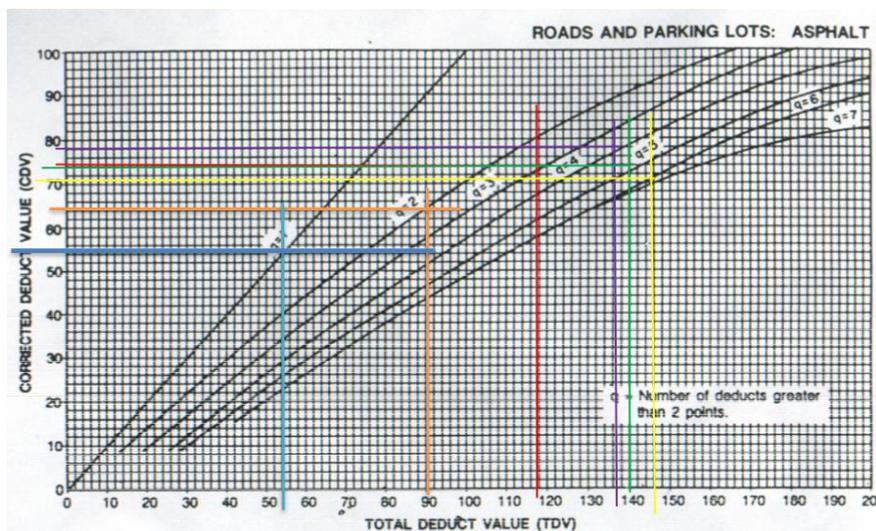
Una vez calculado el valor deducido total (VDT), se calcula el valor deducido corregido (CDV), se ordenan los valores deducidos de las fallas, de mayor a menor y se suman, cada vez reemplazando una falla por un número “2”. Luego se introducen estos valores en un ábaco que relaciona los “TDV” y la cantidad de fallas, se obtienen los valores deducidos corregidos, el ábaco tiene cabida hasta 7 fallas simultáneas. El valor del PCI de la muestra es el valor deducido corregido máximo restado de “100”.

Tabla 5 Cálculo de los valores corregidos CDV y CDV Max

CALCULO DEL PCI													TDV	q	CDV
VALORES DEDUCIDOS											TDV	q	CDV		
44	38	31	21	5	4								143	6	70
44	38	31	21	5	2								141	5	74
44	38	31	21	2	2								138	4	78
44	38	31	2	2	2								119	3	74
44	38	2	2	2	2								90	2	64
44	2	2	2	2	2								54	1	54
													CDV _{MAX}		78
													PCI		22
													CLASIFICACION		
													MUY MALO		

Fuente: El autor

Figura 3 Grafica del valor de deducción corregido



Fuente: (Herrería s. f.) Manual de evaluación de pavimentos

Utilizando el CDV máximo, se calcula el valor del PCI, para la cual se usará la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - CDV_{max}$$

$$PCI = 100 - 78$$

$$PCI = 22$$

El valor obtenido del PCI en esta muestra 1, indica según la tabla que el estado del pavimento de la vía es MUY MALO

Tabla 6 Rangos establecidos para clasificación de las vías en función del PCI.

RANGO		CLASIFICACION	SIMBOLOGIA
86	100	EXCELENTE	
71	85	MUY BUENO	
56	70	BUENO	
41	55	REGULAR	
26	40	MALO	
11	23	MUY MALO	
0	10	FALLADO	

Fuente: (Herrería s. f.) Manual de evaluación de pavimentos

2.3 Análisis e interpretación de resultados

El resultado del PCI de la muestra es de 22, la ASTM clasifica el estado del pavimento según la tabla subsiguiente, en la cual los valores están comprendidos entre 0.0 y 100. La puntuación perfecta (es decir, una puntuación de 100) indica la mejor condición posible del pavimento, mientras que la puntuación de 0.0 representa el peor condición posible para un pavimento. (Issa et al., 2022).

El cálculo de los valores del índice PCI de los 16 tramos analizados que forman parte del área de estudio de la Av. Circunvalación Norte entre Av. las palmeras y La Primavera se adjunta en los ANEXOS. Los resultados obtenidos muestran que clasificación del estado del pavimento es de la siguiente manera: El 44% de los tramos tiene clasificación de “Malo”, el 25% “Muy malo”, el 19% “Muy bueno”, el 6% “Bueno” y el último 6% “Fallado”. Por ende, el 25% de la vía que se encuentra en un estado “Bueno” o mejor, requieren pequeñas adecuaciones, el 69% de la vía requiere varias reparaciones y el 6 % que corresponde al tramo 9 requiere una reconstrucción completa, ya que se encuentra “Fallado”. En general la vía tiene una clasificación de “Malo”.

3. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

- Se identificaron 80 fallas de distinta severidad, en toda el área de análisis de la avenida Circunvalación Norte entre Palmeras y la Primavera, mediante una inspección visual y medición de las dimensiones de las mismas.
- Mediante la realización del procedimiento de cálculo del PCI de cada tramo analizado, según la norma ASTM D6433, se obtuvo un PCI promedio de 38, lo cual indica que el pavimento de la vía está en un estado “MALO”. Se puede concluir que la vía Av. Circunvalación Norte entre la Av. las Palmeras y La Primavera, requiere reparaciones considerables, existiendo tramos que requieren una reconstrucción completa tal como el tramo 9.

REFERENCIAS

- Andalicio, A. F., Pereira, E. L., & Oliveira, T. M. de. (2022). Flexible pavement with mining waste proposal - execution and analysis of an experimental section. *REM - International Engineering Journal*, 75(4), 297–305. <https://doi.org/10.1590/0370-44672021750095>
- Andrade, A., Castillo, G., Chacater, C., 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. *NOVASINERGIA REVISTA DIGITAL DE CIENCIA, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA*, 4(1), 102–114. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.06>
- Hilário, R. Q., Fernandes, G., & Alves, H. da C. (2022). Study of soils used with subgrade and sub-ballast in Brazilian railways. *REM - International Engineering Journal*, 75(3), 197–204. <https://doi.org/10.1590/0370-44672021750023>
- Issa, A., Samaneh, H., & Ghanim, M. (2022). Predicting pavement condition index using artificial neural networks approach. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101490. <https://doi.org/10.1016/J.ASEJ.2021.04.033>
- Oblitas Gastelo, B. E., Medina Cardozo, I. I., Paredes Asalde, C. R., Oblitas-Gastelo, B. E., Medina-Cardozo, I. I., & Paredes-Asalde, C. R. (2021). International Evenness Index And Pavement Condition Index For Defining Pavement Serviceability Levels. *ITECKNE*, 18(2), 170–175. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v18i2.2616>
- Qian, Z., Miao, Y., Xiong, H., & Wang, L. (2018). Aggregate fatigue failure on macro texture polishing of asphalt pavement. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 11(2), 176–184. <https://doi.org/10.1016/J.IJPRT.2017.09.009>
- Salviatto, V. H., & Fontenele, H. B. (2021). Index for assessing the condition of flexible urban pavements based on a constructivist multicriteria analysis. *Revista Ingeniería de Construcción*, 36(2), 107–116. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732021000200107>
- Shah, Y. U., Jain, S. S., Tiwari, D., & Jain, M. K. (2013). Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 332–341. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.11.126>
- Shakhan, M. R., Topal, A., Sengoz, B., Shakhan, M. R., Topal, A., & Sengoz, B. (2022). Improving flexible pavement performance through suitable aggregate gradation. *Revista de La Construcción*, 21(2), 295–308. <https://doi.org/10.7764/RDLC.21.2.295>
- Sudarsanan, N., & Kim, Y. R. (2022). A critical review of the fatigue life prediction of asphalt mixtures and pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, 9(5), 808–835. <https://doi.org/10.1016/J.JTTE.2022.05.003>
- Herreria, Sofia. s. f. «Manual de evaluación de pavimentos». Accedido 10 de febrero de 2023. https://www.academia.edu/37177464/Manual_de_evaluacion_de_pavimentos.

ANEXOS

Anexo 1 Piel de cocodrilo



Fuente: El autor

Anexo 2 Grieta de borde



Fuente: El autor

Anexo 3 Hueco



Fuente: El autor

Anexo 4 Parcheo



Fuente: El autor

Anexo 5 Agrietamiento en bloque



Fuente: El autor

Anexo 6 Grieta longitudinal



Fuente: El autor

		UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL											
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)													
Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las Palmeras y La Primavera				Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz							
Fecha :	19/2/2023				Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez							
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica				Abscisa inicial:	0+000		Abscisa final:	0+015				
					Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo	1				
Tipos de fallas				Unidad	Tipos de fallas				Unidad				
1	Piel de cocodrilo.				m2	11	Parcheo.				m2		
2	Exudación.				m2	12	Pulimento de agregados.				m2		
3	Agrietamiento en bloque.				m2	13	Huecos.				Nº		
4	Abultamientos y hundimientos.				m	14	Cruce de via férrea.				m2		
5	Corrugación.				m2	15	Ahuellamiento.				m2		
6	Depresión.				m2	16	Desplazamiento.				m2		
7	Grieta de borde.				m	17	Grieta parabolica (slippage).				m2		
8	Grieta de reflexión de junta.				m	18	Hinchariento.				m2		
9	Desnivel carril/espaldón.				m	19	Desprendimientos de agregados.				m2		
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.				m								
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES													
Falla				Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total				
Huecos				n	H				1,000				
Piel de cocodrilo.				m2	M	2,5	1,8		4,38				
Piel de cocodrilo.				m2	M	3,0	1,5		4,35				
Piel de cocodrilo.				m2	H	2	2,7		6,48				
Piel de cocodrilo.				m2	M	3,30	1,69		5,58				
Agrietamiento en bloque				m2	L	2,4	3,5		8,40				
Abultamientos y hundimientos.				m	M	7,4			7,40				
Depresion				m2	L	4	0,8		3,44				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES													
Falla				Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q			
Huecos				N	H	1,00	0,40	38	143	6			
Piel de cocodrilo.				m2	H	6,48	2,60	44					
Piel de cocodrilo.				m2	M	14,30	5,74	31					
Agrietamiento en bloque				m2	L	8,40	3,37	4					
Abultamientos y hundimientos.				m	M	7,40	2,97	21					
Depresion				m2	L	3,44	1,38	5					
									m	6			
CALCULO DEL PCI													
VALORES DEDUCIDOS										TDV	q	CDV	
44	38	31	21	5	4					143	6	70	
44	38	31	21	5	2					141	5	74	
44	38	31	21	2	2					138	4	78	
44	38	31	2	2	2					119	3	74	
44	38	2	2	2	2					90	2	64	
44	2	2	2	2	2					54	1	54	
										CDV _{MAX}		78	
										PCI		22	
										CLASIFICACION MUY MALO			

Fuente: El autor

Anexo 8 Resultados del PCI del tramo 2



**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL**



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	7/8/2022	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+045	Abscisa final:	0+060
		Area de tramo (m2)	249,00	Nº de Tramo	2
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Huecos	N	M				5,000
Huecos	N	L				2,00
Piel de cocodrilo	m2	M	2,9	1,4		4,06
Piel de cocodrilo	m2	H	1,20	1,2		1,44
Piel de cocodrilo	m2	M	8,50	2,00		17,00
Piel de cocodrilo	m2	H	4,0	2,2		8,80
Piel de cocodrilo	m2	H	2,6	2,2		5,72

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Huecos	N	M	5,00	2,01	47	168	4
Huecos	N	L	2,00	0,80	19		
Piel de cocodrilo	m2	M	21,06	8,46	44		
Piel de cocodrilo	m2	H	15,96	6,41	58		
						m	5

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS												TDV	q	CDV	
58	47	44	19									168	4	89	
58	47	44	2									151	3	89	
58	47	2	2									109	2	76	
58	2	2	2									64	1	64	
														CDV _{MAX}	89
														PCI	11
														MUY MALO	

Fuente: El autor

Anexo 11 Resultados del PCI del tramo 5



**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL**



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+180	Abscisa final:	0+195
		Area de tramo (m2)	249,00	Nº de Tramo	5
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Grieta de borde	m	M	2,20			2,200
Piel de cocodrilo.	m2	L	1,8	2,6		4,68
Hueco	N	M				2,00
Hueco	N	M				3,00
Piel de cocodrilo.	m2	L	1,20	0,70		0,84
Grieta longitudinal	m	M	4,8			4,80
Piel de cocodrilo.	m2	H	1,8	0,7		1,26
Piel de cocodrilo.	m2	L	5	2,4		11,52

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Grieta de borde	m	M	2,20	0,88	6	121	2
Piel de cocodrilo.	m2	L	17,04	6,84	30		
Piel de cocodrilo.	m2	H	1,26	0,51	30		
Hueco	N	M	5,00	2,01	50		
Grieta longitudinal	m	M	4,80	1,93	5		
						m	6

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS										TDV	q	CDV
50	30	30	6	5						121	5	64
50	30	30	6	2						118	4	68
50	30	30	2	2						114	3	70
50	30	2	2	2						86	2	60
50	2	2	2	2						58	1	52
										CDV _{MAX}		70
										PCI		30
										CLASIFICACION		
										MALO		

Fuente: El autor

Anexo 12 Resultados del PCI del tramo 6



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+225	Abscisa final:	0+240
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parqueo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Hueco	N	M				3,000
Agrietamiento en bloque	m2	M	2,6	3,0		7,80
Piel de cocodrilo	m2	H	3,00	3,6		10,80
Piel de cocodrilo	m2	L	1,6	0,85		1,36
Piel de cocodrilo	m2	L	10,60	3,60		38,16
Agrietamiento en bloque	m2	L	4,0	2,1		8,40

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Hueco	N	M	3,00	1,20	37	107	3
Agrietamiento en bloque	m2	M	7,80	3,13	8		
Piel de cocodrilo	m2	H	10,80	4,34	52		
Piel de cocodrilo	m2	L	1,36	0,55	6		
Agrietamiento en bloque	m2	L	8,40	3,37	4		
						m	5

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS												TDV	q	CDV
52	37	8	6	4								107	5	56
52	37	8	6	2								105	4	60
52	37	8	2	2								101	3	62
52	37	2	2	2								95	2	66
52	2	2	2	2								60	1	54
												CDV _{MAX}		66
												PCI		34
												CLASIFICACION		
												MALO		

Anexo 13 Resultados del PCI del tramo 7



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+270	Abscisa final:	0+285
		Area de tramo (m2)	249,00		N° de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parqueo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Unidad
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via 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/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Huecos	m	M				1,000
Agrietamiento en bloque	m2	L	5,8	2,1		12,18
Piel de cocodrilo.	m2	H	3,10	1,4		4,34
Agrietamiento en bloque	Unidad	L	13,8	2,4		33,12
Hundimiento		M	4,50	1,40		6,30
Hundimiento		M	3,4	1,1		3,74
Piel de cocodrilo.		H	7,9	1,3		10,27

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo.	m2	M	14,61	5,87	40	103	2
Huecos.	Unidad	L	1,00	0,40	10		
Agrietamiento en bloque	m2	L	45,30	18,19	25		
Hundimiento		M	10,04	4,03	28		
						m	7

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS													TDV	q	CDV
40	28	25	10										103	4	58
40	28	25	2										95	3	60
40	28	2	2										72	2	52
40	2	2	2										46	1	42
													CDV _{MAX}		60
													PCI		40
													CLASIFICACION		
													MALO		

Fuente: El autor



**UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL**



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+315	Abscisa final:	0+330
		Area de tramo (m2)	249,00	N° de Tramo	8
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	N°
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Parcheo.	m2	M	6,60	2,50		16,500
Grieta de borde	m	H	8,9			8,90
Piel de cocodrilo	m2	H	8,50	1,3		11,05
Huecos	N	L				3
Piel de cocodrilo	m2	M	3,00	0,80		2,40
Parcheo.	m2	M	4,3	0,8		3,44
Agrietamiento en bloque	m2	M	4,3	3,8		16,34

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Parcheo.	m2	M	19,94	8,01	26	145	4
Grieta de borde	m	H	8,90	3,57	13		
Piel de cocodrilo	m2	H	11,05	4,44	51		
Piel de cocodrilo	m2	M	2,40	0,96	21		
Agrietamiento en bloque	m2	M	16,34	6,56	12		
Huecos	N	L	3,00	1,20	22	m	6

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS												TDV	q	CDV	
51	26	22	21	13	12							145	6	70	
51	26	22	21	13	2							135	5	70	
51	26	22	21	2	2							124	4	74	
51	26	22	2	2	2							105	3	64	
51	26	2	2	2	2							85	2	57	
51	2	2	2	2	2							61	1	53	
														CDV _{MAX}	74
														PCI	26
														CLASIFICACION	
														MALO	

Anexo 15 Resultados del PCI del tramo 9



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+360	Abscisa final:	0+375
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Piel de cocodrilo.	m2	H	6,20	1,70		10,540
Parcheo.	m2	M	3,1	1,0		2,95
Parcheo.	m2	M	5,10	2,2		11,22
Huecos	N	M				1,00
Agrietamiento en bloque	m2	M	3,40	0,90		3,06
Huecos	N	M				1,00
Piel de cocodrilo.	m2	L	4,6	1,0		4,60
Huecos	N	H				5,00
Huecos	N	M				2,00
Piel de cocodrilo.	m2	M	3,2	1,2		3,84

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo.	m2	H	10,54	4,23	52	114	7
Piel de cocodrilo.	m2	M	3,84	1,54	25		
Piel de cocodrilo.	m2	L	4,60	1,85	14		
Parcheo.	m2	M	14,17	5,69	23		
Huecos	N	M	3,00	1,20	35		
Huecos	N	H	5,00	2,01	70		
Agrietamiento en bloque	m2	M	3,06	1,23	4		
						m	5

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS																TDV	q	CDV
70	52	35	25	23	14	4										223	7	82
70	52	35	25	23	14	2										221	6	90
70	52	35	25	23	2	2										209	5	94
70	52	35	25	2	2	2										188	4	96
70	52	35	2	2	2	2										165	3	92
70	52	2	2	2	2	2										132	2	84
70	2	2	2	2	2	2										82	1	72
																CDV _{MAX}		96
																PCI		4
																CLASIFICACION		
																FALLADO		

Anexo 16 Resultados del PCI del tramo 10



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+405	Abscisa final:	0+420
		Area de tramo (m2)	249,00	Nº de Tramo	10
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Parcheo	m2	L	13,00	2,60		33,800
Grieta transversal	m	L	1,6			1,60
Grieta transversal	m	M	1,90			1,90
Grieta transversal	m	L	1,8			1,80
Piel de cocodrilo	m2	M	3,00	0,80		2,40
Piel de cocodrilo	m2	H	4,2	2,1		8,82
Parcheo	m2	M	1,8	1,7		3,06
Piel de cocodrilo	m2	M	5	1,8		8,82
Piel de cocodrilo	m2	H	1,5	1,3		1,95

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Parcheo	m2	M	3,06	1,23	10	135	6
Parcheo	m2	L	33,80	13,57	30		
Grieta transversal	m	L	3,40	1,37	1		
Grieta transversal	m	M	1,90	0,76	3		
Piel de cocodrilo	m2	M	11,22	4,51	39		
Piel de cocodrilo	m2	H	10,77	4,33	52		
						m	5

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS													TDV	q	CDV
52	39	30	10	3	1								135	6	66
52	39	30	10	3	2								136	5	71
52	39	30	10	2	2								135	4	74
52	39	30	2	2	2								127	3	76
52	39	2	2	2	2								99	2	66
52	2	2	2	2	2								62	1	54
													CDV _{MAX}		76
													PCI		24
													CLASIFICACION		
													MUY MALO		

Anexo 17 Resultados del PCI del tramo 11



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+450	Abscisa final:	0+465
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Grieta longitudinal	m	M	9,40			9,400
Agrietamiento en bloque	m2	M	4,5	2,3		10,35
Parcheo	m2	M	5,60	2,3		12,88
Agrietamiento en bloque	m2	L	1,2	1,5		1,80
Parcheo	m2	M	3,60	3,35		12,06
Hueco	N	H				1,00
Piel de cocodrilo	m2	H	3,9	3,6		14,04
Parcheo	m2	M	5	3,7		19,61

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Grieta longitudinal	m	M	9,40	3,78	10	132	5
Agrietamiento en bloque	m2	M	10,35	4,16	10		
Agrietamiento en bloque	m2	L	1,80	0,72	1		
Parcheo	m2	M	44,55	17,89	57		
Piel de cocodrilo	m2	H	14,04	5,64	54		
						m	5

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS													TDV	q	CDV
57	54	10	10	1									132	5	68
57	54	10	10	2									133	4	74
57	54	10	2	2									125	3	76
57	54	2	2	2									117	2	78
57	2	2	2	2									65	1	59
													CDV _{MAX}		78
													PCI		22
													CLASIFICACION		
													MUY MALO		

Anexo 18 Resultados del PCI del tramo 12



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+495	Abscisa final:	0+510
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via 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/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Grieta Longitudinal	m	M	5,95			5,950
Parcheo	m2	M	1,7	1,7		2,89
Piel de cocodrilo	m2	L	2,80	0,9		2,52
Agrietamiento en bloque	m2	L	0,9	0,8		0,72
Agrietamiento en bloque	m2	M	9,45	4,15		39,22
Piel de cocodrilo	m2	L	3,5	1,0		3,50

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo.	m2	L	3,50	1,41	15	34	5
Grieta Longitudinal	m	M	5,95	2,39	8		
Parcheo	m2	M	2,89	1,16	10		
Agrietamiento en bloque	m2	L	0,72	0,29	1		
Agrietamiento en bloque	m2	M	39,22	0,8	3		
						m	9

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS													TDV	q	CDV
15	10	8	3	0									36	5	16
15	10	8	3	2									38	4	18
15	10	8	2	2									37	3	20
15	10	2	2	2									31	2	19
15	2	2	2	2									23	1	17
													CDV _{MAX}		20
													PCI		80
													CLASIFICACION		
													MUY BUENO		

Anexo 19 Resultados del PCI del tramo 13



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+540	Abscisa final:	0+555
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parqueo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via férrea.	m2
5	Corrugación.	m2	15	Ahuellamiento.	m2
6	Depresión.	m2	16	Desplazamiento.	m2
7	Grieta de borde.	m	17	Grieta parabolica (slippage).	m2
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.	m2
9	Desnivel carril/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Agrietamiento en bloque	m2	L	5,30	1,50		7,950
Grieta transversal	m	L	2,0			2,00
Piel de cocodrilo	m2	M	2,00	1,5		3,00
Agrietamiento en bloque	m2	L	5,8	3,1		17,98
Agrietamiento en bloque	m2	M	1,00	4,50		4,50

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Agrietamiento en bloque	m2	L	25,93	10,41	10	41	4
Grieta transversal	m	L	2,00	0,80	1		
Piel de cocodrilo	m2	M	3,00	1,20	24		
Agrietamiento en bloque	m2	M	4,50	1,81	6		
						m	8

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS												TDV	q	CDV
24	10	6	0									40	4	20
24	10	6	2									42	3	24
24	10	2	2									38	2	26
24	2	2	2									30	1	26
												CDV _{MAX}		26
												PCI		74
												CLASIFICACION		
												MUY BUENO		

Fuente: El autor

Anexo 21 Resultados del PCI del tramo 15



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+630	Abscisa final:	0+645
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via 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/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Parcheo	m2	M	3,10	1,80		5,580
Parcheo	m2	L	3,7	0,5		1,702
Parcheo	m2	M	3,80	1,2		4,560
Parcheo	m2	L	6,15	1,6		9,840
Grieta de borde	m	M	15,00			15,00
Grieta longitudinal	m	M	4,6			4,60

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Parcheo	m2	M	10,14	4,07	20	44	4
Parcheo	m2	L	11,54	4,64	10		
Grieta de borde	m	M	15,00	6,02	10		
Grieta longitudinal	m	M	4,60	1,85	4		
						m	8

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS													TDV	q	CDV
20	10	10	4										44	4	22
20	10	10	2										42	3	24
20	10	2	2										34	2	23
20	2	2	2										26	1	22
													CDV _{MAX}		24
													PCI		76
													CLASIFICACION		
													MUY BUENO		

Fuente: El autor

Anexo 22 Resultados del PCI del tramo 16



UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL



EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)

Via :	Av Circunvalacion Norte entre Av Las	Evaluado por :	Stalin Mesias Nagua Diaz		
Fecha :	19/2/2023	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez		
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica	Abscisa inicial:	0+675	Abscisa final:	0+690
		Area de tramo (m2)	249,00		Nº de Tramo
Tipos de fallas		Unidad	Tipos de fallas		Unidad
1	Piel de cocodrilo.	m2	11	Parcheo.	m2
2	Exudación.	m2	12	Pulimento de agregados.	m2
3	Agrietamiento en bloque.	m2	13	Huecos.	Nº
4	Abultamientos y hundimientos.	m	14	Cruce de via 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/espaldón.	m	19	Desprendimientos de agregados.	m2
10	Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m			

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Agrietamiento en bloque	m2	H	9,90	5,10		50,490
Piel de cocodrilo	m	H	4,6	2,2		10,120
Grieta de borde	m	H	15,00			15,00
Piel de cocodrilo	m	H	3,4	0,8		2,72
Parcheo	m2	M	1,20	0,90		1,08
Grieta longitudinal	m2	M	6,5	1,1		7,15

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Agrietamiento en bloque	m2	H	50,49	20,28	45	124	5
Piel de cocodrilo	m	H	12,8	5,16	54		
Grieta de borde	m	H	15,00	6,02	18		
Parcheo	m2	M	1,08	0,43	7		
Grieta longitudinal	m2	M	7,15	2,87	7		
						m	5

CALCULO DEL PCI

VALORES DEDUCIDOS													TDV	q	CDV
54	45	18	7	7									131	5	68
54	45	18	7	2									126	4	72
54	45	18	2	2									121	3	74
54	45	2	2	2									105	2	71
54	2	2	2	2									62	1	56
													CDV _{MAX}		74
													PCI		26
													CLASIFICACION		
													MALO		

Anexo 23 Resumen de las fallas y PCI de las muestras seleccionadas de la vía en estudio

TRAMO	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	AREA DE TRAMO	PRINCIPALES FALLAS EXISTENTES	PCI	CALIFICACION	SIMBOLOGIA
1	0+000	0+015	249	Huecos-Piel de cocodrilo-Grieta de Borde-Abultamientos y hundimientos-Depresion	22	MUY MALO	
2	0+045	0+060	249	Piel de cocodrilo- Huecos	11	MUY MALO	
3	0+090	0+105	249	Piel de cocodrilo-Huecos-Abultamientos y hundimientos-Agrietamiento en bloque-Parqueo	39	MALO	
4	0+135	0+150	249	Piel de Cocodrilo-Parqueo-Grieta de borde-Grieta longitudinal y trasversal-Hueco	70	BUENO	
5	0+180	0+195	249	Piel de Cocodrilo-Parqueo-Grieta de borde-Grieta longitudinal-Hueco	30	MALO	
6	0+225	0+240	249	Piel de Cocodrilo-Agrietamiento en bloque-Hueco	34	MALO	
7	0+270	0+285	249	Piel de Cocodrilo-Parqueo-Hueco-Agrietamiento en bloque	40	MALO	
8	0+315	0+330	249	Piel de Cocodrilo- Grietas Longitudinal y/o Transversal-Agrietamiento en bloque-Huecos	26	MALO	
9	0+360	0+375	249	Piel de Cocodrilo-Parqueo-Hueco-Agrietamiento en bloque	4	FALLADO	
10	0+405	0+420	249	Piel de Cocodrilo-Parqueo-Grieta trasversal	24	MUY MALO	
11	0+450	0+465	249	Piel de Cocodrilo- Grietas Longitudinal -Agrietamiento en bloque	22	MUY MALO	
12	0+495	0+510	249	Piel de Cocodrilo- Grietas Longitudinal -Agrietamiento en bloque-Parqueo	80	MUY BUENO	
13	0+540	0+555	249	Piel de Cocodrilo- Grietas trasversal -Agrietamiento en bloque	74	MUY BUENO	
14	0+585	0+600	249	Agrietamiento en bloque-Parqueo	27	MALO	
15	0+630	0+645	249	Parqueo-Grieta de borde-Agrietamiento Longitudinal	76	MUY BUENO	
16	0+675	0+690	249	Parqueo-Grieta de borde-Agrietamiento Longitudinal-Grieta de borde-Agrietamiento en bloque	26	MALO	
TOTAL					38	MALO	

Fuente: El autor