



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE MÉTODO PCI DE LA AV CIRCUNVALACIÓN SUR DE LA
CIUDAD DE MACHALA

VERA CORREA KEVIN STEVEN
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE MÉTODO PCI DE LA AV CIRCUNVALACIÓN SUR DE
LA CIUDAD DE MACHALA

VERA CORREA KEVIN STEVEN
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE
MÉTODO PCI DE LA AV CIRCUNVALACIÓN SUR DE LA CIUDAD DE MACHALA

VERA CORREA KEVIN STEVEN
INGENIERO CIVIL

SANCHEZ MENDIETA CARLOS EUGENIO

MACHALA, 23 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
23 de agosto de 2022

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE MÉTODO PCI DE LA AV. CIRCUNVALACIÓN SUR DE LA CIUDAD DE MACHALA

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	7%	0%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	trid.trb.org Fuente de Internet	1%
4	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%

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, VERA CORREA KEVIN STEVEN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Evaluación de la condición del pavimento flexible mediante método PCI de la Av Circunvalación Sur de la Ciudad de 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, 23 de agosto de 2022


VERA CORREA KEVIN STEVEN
0704403823

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino y darme salud para poder culminar mi carrera.

A mis padres: por todo el amor y comprensión, quienes con su ejemplo me enseñaron que todo sacrificio más tarde tiene su recompensa.

Mi Padre, por ser mi modelo de dedicación y esfuerzo, de quien aprendí a ser constante para alcanzar esta meta tan anhelada.

Mi Madre, por su compañía, fuerza y valor para no decaer ante las adversidades.

A mi hermana que con su compañía, afecto y amor me impulsan a seguir siempre adelante.

A mis compañeros, por su amistad y apoyo.

Kevin Steven Vera Correa

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la determinación cuando pensaba que no poder seguir adelante

A mi padre que me apoyó en mi decisión de estudiar, a mi madre y hermanos quienes son el pilar fundamental de mi vida para yo seguir adelante y gracias a ellos culmine el presente trabajo con mucha dedicación y esfuerzo.

Al Sr. Ing. Carlos Eugenio Sánchez Mendieta, tutor del Examen Complexivo parte práctica en Ingeniería Civil, por su paciencia y orientación permanente en el desarrollo de nuestro informe.

A mis amigos que gracias a sus ayudas pude desenvolverme mejor en las clases y tareas, que me ha permitido fortalecer mi amistad y apoyo moral en esta etapa de nuestras vidas.

RESUMEN

El propósito de este trabajo es evaluar la condición operacional o estado del pavimento que actualmente presenta una parte de la Av. Circunvalación Sur, considerando que en esta vía transitan tanto vehículos livianos como pesados. Para definir precisamente las alternativas a seguir, se realizó una evaluación previa del pavimento mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) de la Norma ASTM D6433-07, siguiendo una pequeña secuencia de pasos: En primer lugar, se realiza el levantamiento de información en campo donde se encuentran las cantidades, los tipos y severidades de cada falla existente esta vía; En segundo lugar, se realiza el cálculo del valor del PCI para las 10 Unidades de Muestra y posteriormente para toda la sección en estudio que tiene 400 metros de longitud, resultando el PCI con un valor de 55 dándonos como resultado una vía regular. En función al PCI obtenido para la vía en estudio, se determinan las siguientes consideraciones; se procede a plantear la solución, se deberá realizar un Mantenimiento Tipo Rutinario (MR), que consiste en realizar el parchado superficial y sellamientos de grietas, combinando con labores de limpieza de obras de drenaje y corte de vegetación.

PALABRAS CLAVES: Metodología, Evaluación de vías rurales, Índice de Condición del pavimento (PCI) y Pavimentos Flexibles.

ABSTRACT

The purpose of this work is to evaluate the operational condition or state of the pavement that currently presents a part of Av Circunvalación Sur, considering that both light and heavy vehicles travel on this road. In order to precisely define the alternatives to be followed, a previous evaluation of the pavement was carried out by applying the Pavement Condition Index (PCI) method of the ASTM D6433-07 Standard, following a short sequence of steps: In the first place, information was collected in the field where the quantities, types and severities of each existing failure of this road were found; Secondly, the PCI value was calculated for the 10 sample units and then for the entire section under study, which is 400 meters long, resulting in a PCI value of 55, giving us a regular road as a result. Based on the PCI obtained for the road under study, the following considerations are determined; we proceed to propose the solution, a Routine Maintenance (RM) should be performed, which consists of performing surface patching and sealing of cracks, combined with cleaning of drainage works and cutting of vegetation.

KEY WORDS: Methodology, Evaluation of rural roads, Pavement Condition Index (PCI) and Flexible Pavements.

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	3
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.....	3
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 del Pavimento PCI.....	6
2.3. Análisis e interpretación de resultado	11
3. CONCLUSIONES.....	12
REFERENCIAS	13
ANEXOS.....	16

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Anchos de Calzada y Longitud de la muestra	7
Tabla 2 Datos de la vía.....	7
Tabla 3 Tabla del PCI.....	8
Tabla 4 Cálculo de los valores deducidos	9
Tabla 5 Cálculo de los valores corregidos CDV y CDV Max	10
Tabla 6 Rangos establecidos para clasificación de las vías en función del PCI.	11

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	16
Anexo 2 Abultamientos y Hundimientos	16
Anexo 3 Grieta de Borde	17
Anexo 4 Grietas Longitudinales y/o transversales.....	17
Anexo 5 Parcheo	18
Anexo 6 Desprendimiento de agregados.....	18
Anexo 7 Resultados del PCI del tramo 1	19
Anexo 8 Resultados del PCI del tramo 2	20
Anexo 9 Resultados del PCI del tramo 3	21
Anexo 10 Resultados del PCI del tramo 4	22
Anexo 11 Resultados del PCI del tramo 5	23
Anexo 12 Resultados del PCI del tramo 6	24
Anexo 13 Resultados del PCI del tramo 7	25
Anexo 14 Resultados del PCI del tramo 8	26
Anexo 15 Resultados del PCI del tramo 9	27
Anexo 16 Resultados del PCI del tramo 10	28
Anexo 17 Resumen de las fallas y PCI de las muestras seleccionadas de la vía en estudio.....	29

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Importancia del tema

El pavimento es una parte importante de las infraestructuras de transporte. Debe construirse para soportar las cargas de tráfico previstas para un periodo de diseño específico. Debido a la importancia del pavimento para un transporte seguro y fiable y a la necesidad de tratamientos periódicos de mantenimiento y reparación, la evaluación del estado del pavimento se ha convertido en una parte integral del sistema de gestión de pavimentos (PMS). Actualmente existen varios índices que se utilizan para describir el estado de los pavimentos, como el índice de condición del pavimento (PCI), el índice de servicialidad del pavimento (PSI), el índice de rugosidad internacional (IRI) y la clasificación de servicialidad del pavimento (PSR). Todos estos índices convierten los problemas del pavimento en un índice más práctico. [1]

1.2. Actualidad de la problemática

El deterioro de los pavimentos es causado por una gran variedad de factores climáticos. La humedad procedente de las precipitaciones provoca daños adhesivos y cohesivos en los pavimentos flexibles que dan lugar a problemas como la desintegración prematura del ligante asfáltico y del árido. Los daños inducidos por la humedad provocan baches en los pavimentos. Las cargas de tráfico provocan otros tipos de problemas, como la fatiga y las grietas longitudinales, en los pavimentos flexibles. Las cargas de tráfico repetidas causan fatiga o grietas de cocodrilo en los pavimentos flexibles. La presión de los neumáticos de los vehículos provoca esfuerzos de tracción en la parte inferior de los pavimentos flexibles, y las grietas por fatiga se inician en la parte inferior de los pavimentos cuando los esfuerzos de tracción superan la resistencia a la tracción de los materiales del pavimento[2]

1.3. Formulación del problema científico

1.3.1. Contextualización

Los pavimentos de las carreteras se deterioran debido a muchas influencias combinadas de la carga cíclica del tráfico, el entorno, la estructura del pavimento, el tipo de superficie del pavimento, el tipo de subrasante, el tratamiento de mantenimiento y rehabilitación, el nivel de mantenimiento, etc. La capacidad del pavimento para poder soportar estas condiciones y satisfacer las demandas de los usuarios de la carretera durante su tiempo

de servicio expresa su nivel de rendimiento. La predicción del nivel de rendimiento del pavimento o las curvas de deterioro del mismo es un componente básico de cualquier sistema de gestión de pavimentos (PMS). El uso de un modelo de predicción del deterioro del Índice de Condición del Pavimento (PCI), calibrando sus parámetros en función de los factores estructurales del pavimento, como el número estructural el espesor de la capa asfáltica, la resistencia de la subrasante y las condiciones ambientales. [3]

1.3.2. Análisis Crítico

Para evitar que las carreteras no cumplan una vida útil adecuada y dejen de ser adecuadas para el uso de los vehículos de los ciudadanos de la ciudad de Machala es necesario que se realice una evaluación del pavimento no solo a lo largo de la vida útil del pavimento, sino también durante la fase misma de construcción, antes de que sean puestos en operación, para llevar una correcta valoración de calidad del producto que se entregará al usuario, destacando los aspectos de seguridad y comodidad, así como la capacidad estructural del pavimento, para comprobar que se cumplen con todos los parámetros basados en las normas de construcción.

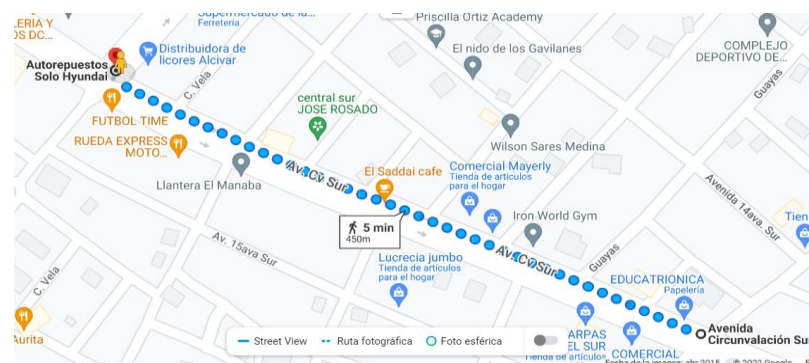
1.3.3. Pregunta científica

¿Cuál es el método para evaluar la condición del pavimento flexible en la Av Circunvalación Sur 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 Sur entre la av. las palmeras y la av. 9 de mayo

Figura 1 Ubicación de Proyecto



Fuente: Google maps

1.5. Justificación

En la provincia de El Oro la evaluación superficial de las carreteras es de mucha importancia, esto nos permite mantener un control del estado de las vías y poder organizar mantenimientos preventivos, periódicos, correctivos, rehabilitación o actividades de estabilización y así mejorar la calidad, comodidad y seguridad brindado a los usuarios. Debido a la mala gestión del presupuesto destinado a las entidades encargadas de los trabajos de mantenimiento de pavimentos, y a la falta de estudios necesarios para estos mantenimientos, nace la necesidad de implantar una metodología para la evaluación de la superficie del pavimento mediante el índice de condición del pavimento (PCI), que facilite la toma de decisiones, que mejoren la calidad de las carreteras y también reducirá el costo de operación y mantenimiento de estas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Evaluar la condición del pavimento flexible mediante métodos técnicos y de observación de campo que permita la valoración del nivel de deterioro de la estructura vial de la Av Circunvalación Sur

1.6.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la condición superficial del pavimento mediante unidades de muestreo en la Av. Circunvalación Sur de Machala.
- Calcular el índice de condición de pavimento (PCI) mediante la observación del nivel de deterioro de la estructura vial en la Av. Circunvalación Sur de Machala.

2. DESARROLLO

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes conceptuales y referenciales

2.1.1.1. Carreteras

Es una infraestructura de transporte que se encuentra dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, que tiene como funcionalidad el permitir la circulación de vehículos de manera continua, con niveles adecuados de seguridad y comodidad.[4]

2.1.1.2. Pavimentos

El pavimento es un elemento estructural conformado por un sistema de capas de espesores diferentes que se encuentra apoyado sobre el terreno de fundación llamado subrasante y es diseñado para soportar cargas externas durante un determinado tiempo, con el fin de brindar comodidad seguridad y calidad a los que transiten sobre ella, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas. [5]

2.1.1.3. Clasificación de los Pavimentos

De acuerdo a la estructura que presenta el pavimento se puede definir los siguientes tipos de pavimentos: Pavimento flexible, Pavimento rígido, Pavimento semirrígido y Pavimento articulado.

Nota: En el presente informe se hablará únicamente del pavimento flexible que forma parte del tema de trabajo.

2.1.1.4. Pavimento Flexible

Este tipo de pavimento está conformado por una cubierta bituminosa apoyada sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase.

2.1.1.5. Deterioros de los pavimentos flexibles

El deterioro deriva a los ciclos de cargas en el pavimento, causando una fatiga mecánica, desgaste estructural de su carpeta asfáltica y condiciones ambientales que pueden acelerar el proceso, tales como humedad, temperatura u otros elementos no considerados en el diseño; por ende, es de suma relevancia planificar un mantenimiento adecuado que conserve las cualidades del pavimento en las mejores condiciones posibles. [11]

2.1.1.6. Índice de Condición de Pavimentos (PCI)

El PCI es el índice de estado del pavimento, que es un indicador directo del rendimiento físico de las condiciones de daño del pavimento. Cuanto mayor sea el PCI, mejor será el estado del pavimento. El PCI es el estado de rendimiento de la superficie, que puede calcularse mediante una ecuación y el área del pavimento estudiado. [6]

2.1.1.7. Tipo de fallas del índice de la condición del pavimento (PCI)

Se considera 19 clases de fallas más comunes en el deterioro progresivo del pavimento flexible, las cuales, son agrupadas en 4 categorías:

- *Fisuras y Grietas:* Piel de Cocodrilo, Agrietamiento en bloque, Grieta de Borde, Grieta de Reflexión de Junta, Grietas Longitudinales y transversales, Cruce de vía férrea, Grietas parabólicas.

- *Deformaciones superficiales:* Abultamientos y hundimientos, Corrugación, Depresión, Ahuellamiento, Desplazamiento, Hinchamiento.
- *Desprendimientos:* Huecos, Desprendimiento de Agregados.
- *Otras fallas:* Exudación, Pulimento de Agregados, Desnivel Carril / Berma, Parcheo y acometidas

2.1.2. Antecedentes contextuales

2.1.2.1. Macro

El principal problema del método PCI es la cantidad de unidades de muestras que se deben tomar; por ende, estudios sobre estadística inferencial demuestran que normalizar el PCI de cada muestra, en contraste con una muestra estándar ahorra tiempo y recursos con un coeficiente de correlación de 0.93 utilizando el software SPSS para 200 muestras en una carretera de 4 kilómetros; esto sustenta la reducción de unidades de muestro sin influir significativamente en el resultado. [12]

Además, indica que el mayor problema en la infraestructura vial no es el diseño o construcción sino el mantenimiento; provocando deterioro en la calidad, servicialidad e integridad del pavimento, haciendo necesario diseñar un plan de monitoreo continuo basado en el PCI para efectuar mantenimientos regulares; evidenciando que el enfoque del estudio es el correcto en contraste con la situación de la temática en la sociedad contemporánea. [12]

2.1.2.2. Meso

El método PCI es el índice más utilizado para la evaluación del estado de los firmes en Estados Unidos y Canadá.[7]. Se trata de una medida exhaustiva del estado actual del pavimento que se basa en los deterioros superficiales observados y en un sólido análisis estadístico para el muestreo del pavimento. También indica la integridad estructural del pavimento y el estado operativo en el que se encuentra la superficie. Sin embargo, es difícil de aplicar, ya que examina 19 problemas diferentes con distintos niveles de gravedad (bajo, medio y alto). niveles de gravedad (bajo, medio y alto) y extensión.

2.1.2.3. Micro

Una evaluación realizada en la vía Santa Rosa- Bellavista –La Avanzada mediante el PCI demostró que el deterioro de la carretera es del 67%, obteniendo una calificación de muy buena. En función del TPDA, se determinó que es una carretera de alto tráfico vehicular; esto demuestra la importancia de evaluar las carreteras para mantenerlas en óptimas condiciones garantizando su servicialidad y seguridad. [13]

2.2. Materiales y métodos

2.2.1. Métodos empíricos con los materiales utilizados

El método utilizado para nuestro trabajo es el PCI, el mismo que evalúa el estado del pavimento. El PCI (Pavement Condition Index) es un índice numérico entre 0 (peor estado) y 100 (mejor estado). Este indicador se utiliza para una sección específica para una sección específica del pavimento de una carretera [8]

2.2.2. Metodología (PASOS)

El objetivo de esta metodología es diagnosticar el estado en el que se encuentra la Av. Circunvalación Sur de tal modo que nos enfocaremos en el método PCI para realizar la evaluación del pavimento y una vez obtenidos los resultados de la evaluación estos servirán para diagnosticar qué cambios o mantenimientos se deben realizar en la vía, los mismos que al realizarse ayudarán a mejorar la comodidad y seguridad de los usuarios que transiten en ella.

2.2.3. Metodología para la evaluación del pavimento flexible mediante el método de Índice de Condición del Pavimento PCI.

TRABAJO DE CAMPO:

Es un procedimiento muy importante, el conocer los antecedentes de la vía en estudio, pues se analizará el estado en la cual se encuentra con respecto a la evolución que ha venido surgiendo desde su construcción.

INSPECCIÓN VISUAL:

En este trabajo es de suma importancia la inspección visual para poder analizar e interpretar el tipo de fallas existentes de la vía de estudio seleccionada. La observación en campo se la deberá realizar cuidadosamente registrando todas las fallas que se encuentren en el tramo a evaluar. También, se realizará un seguimiento fotográfico con el fin de ir observando y corroborando el estado de la carretera.

DETERMINACIÓN DE UNIDADES DE MUESTREO

La vía en su totalidad está conformada por un pavimento flexible con un ancho de calzada de 16.6 m y una longitud de 0+400 m que cuenta de dos carriles uno en cada sentido.

DIVISIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTRA

Para la división de la muestra se consideró el ancho de la calzada establecido por el Manual de Evaluación dado en la siguiente tabla 1.

Tabla 1 Anchos de Calzada y Longitud de la muestra

Ancho de calzada(m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.00
5.5	41.80
6	38.30
6.5	35.40
7.3 (máximo)	31.50

Para la selección de la longitud de la muestra se consideró la tabla propuesta anteriormente que está basada de acuerdo a la norma ASTM-D6433, la cual proporciona valores establecidos para los anchos de calzada, en este proyecto a poseer una vía de 16.6 metros se consideró el área base establecido en la norma ASTM-D6433 que corresponde a 230 ± 93 m. Con esta área se divide para el ancho de la calzada quedando así una longitud de muestra de 13.85m.

Tabla 2 Datos de la vía

Longitud total de la vía:	400.0 m
Área de muestra:	230,0 m ²
Ancho de la Vía:	16.6 m
Longitud de la muestra:	13.85 m

Fuente: El autor

Para la obtención del número total de muestras, se divide la longitud total de la vía para la longitud total de la muestra, de acuerdo a lo propuesto por [9].

$$N = \frac{\text{Longitud total de la via}}{\text{Longitud de la muestra}} = \frac{400 \text{ m}}{13.85 \text{ m}} = 29 \quad (1)$$

Luego es necesario calcular el número de unidades de muestra, para la cual se utiliza la fórmula número 2, en la cual [9], considera un error de $e = 5\%$ y una desviación estándar de $\sigma = 10$, que genera una confiabilidad del 95%.

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

$$n = \frac{29 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (29 - 1) + 10^2} = 10.54 \approx 10$$

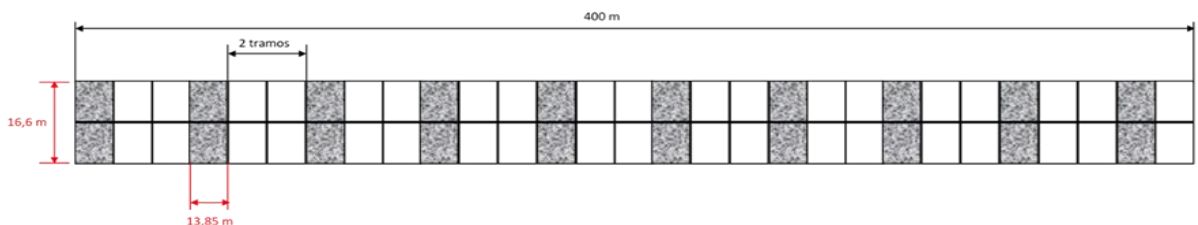
Del número total de 29 muestras, 10 serán evaluadas.

SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA INSPECCIÓN.

Se calcula las unidades de muestra a ser inspeccionadas aplicando el método aleatorio, para la cual se utiliza la siguiente fórmula [9] :

$$i = \frac{N}{n} = \frac{29}{10} = 2.9 \approx 2$$

Figura 2 Representación de sección e intervalo de unidades de muestra a inspeccionar



Fuente: Autor

DETERMINACIÓN DEL PCI EN LA SECCIÓN DE ESTUDIO

Analizando la bibliografía establecida para realizar la toma de muestras mediante la norma ASTM-D6433-07, se ejecutaron los trabajos de campo, donde se registraron las fallas existentes en el tramo 1 a evaluar. Los datos evaluados fueron plasmados en la siguiente tabla 3: [9]

Tabla 3 Tabla del PCI

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	Total
Parqueo	m2	H	1,18	0,97		1,146
Parqueo	m2	H	2,9	1,8		5,04
Piel de cocodrilo.	m2	H	2,7	0,8		2,11
Piel de cocodrilo.	m2	H	2	0,9		1,48
Piel de cocodrilo.	m2	H	2,57	0,71		1,83
Grieta de borde.	m	M	2,7			2,72
Abultamientos y hundimientos.	m	M	1,0			1,00
Abultamientos y hundimientos.	m	M	3			3,00

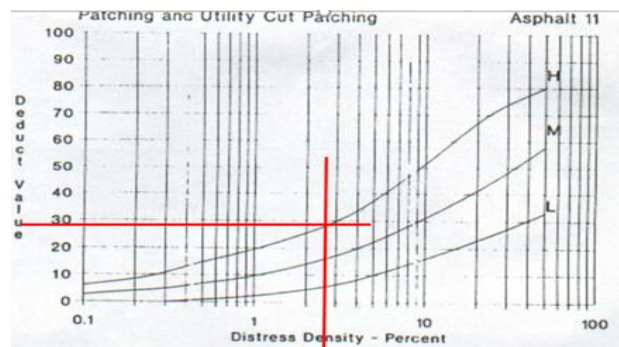
Fuente: El autor

CÁLCULO DE LOS VALORES DEDUCIDOS

Una vez obtenidos los datos de campo, continuaremos con el cálculo del PCI, pero antes calcularemos los valores deducidos, teniendo en cuenta el tipo de falla y el nivel de severidad que poseen, para posteriormente calcular la densidad individual, el cálculo respectivo se muestra en la tabla 4 como ejemplo del procedimiento a seguir.

Los valores deducidos han sido calculados en función de las curvas establecidas en la norma ASTM-D6433-07. A continuación, se presenta la manera como se usó los ábacos para el cálculo del PCI.

Figura 3 Representación gráfica del valor deducido piel de cocodrilo



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

Una vez obtenidos los valores de las densidades procedemos a ingresar a los ábacos, para obtener el valor deducido de cada tipo de falla.

Tabla 4 Cálculo de los valores deducidos

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q
Parqueo	m ²	H	6,19	2,69	28	94	4
Piel de cocodrilo.	m ²	H	5,43	2,36	43		
Grieta de borde.	m	M	2,72	1,18	7		
Abultamientos y hundimientos.	m	M	4,00	1,74	16		
						m	6

Fuente: El autor

CÁLCULO DEL PCI DE LA UNIDAD DE MUESTRA

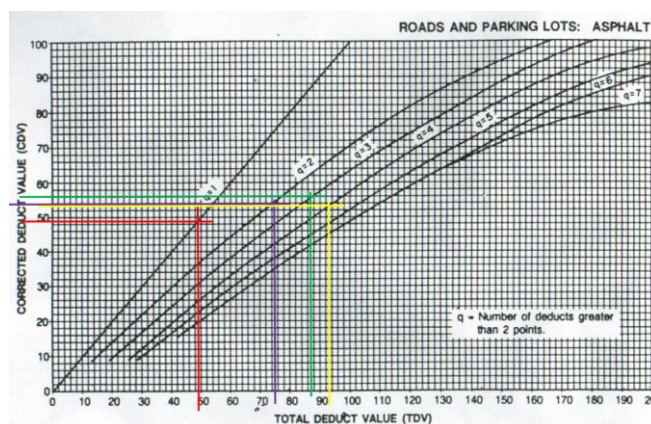
Calculados los valores deducidos totales (VDT=94) de cada una de las muestras, se procede a calcular el valor deducido corregido (CDV). Para ello se ingresa al ábaco con el valor del VDT y nos proyectamos hasta que corte con la curva del q=1 (para este caso), y luego se traza una horizontal donde se obtiene el valor del CDV.

Tabla 5 Cálculo de los valores corregidos CDV y CDV Max

CALCULO DEL PCI													TDV	q	CDV
VALORES DEDUCIDOS															
43	28	14	7										92	4	53
43	28	14	2										87	3	56
43	28	2	2										75	2	54
43	2	2	2										49	1	49
															CDV _{MAX}
															56
															PCI
															44
															CLASIFICACION
															REGULAR

Fuente: El autor

Figura 4 Representación gráfica del valor de deducción corregido CDV



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

Finalmente, encontrado el CDV máximo, se procede a calcular el valor del PCI, para la cual se usará la siguiente fórmula:

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

$$PCI = 100 - 56$$

$$PCI = 44$$

Calculado este valor, se verifica el estado del tramo de la vía, para lo cual se considera la siguiente tabla de rangos propuesta por la norma ASTM-D6433-07.[10]

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: El autor

Comprobando con los rangos establecidos, el valor indica que este tramo 1 de vía que se evaluó se encuentra en estado **REGULAR**.

MATERIALES E INSTRUMENTO

Para la evaluación del pavimento se utilizó lo siguiente:

- Formato de Registro de datos PCI, guarda la información principal de la vía y permite el relevamiento correcto de las fallas en la zona de estudio.
- Flexómetro de 7 metros, para la medición de fallas no mayores a 5 metros.
- Cinta de 30 metros, para la medición de fallas extensas
- Teléfono Celular, para realizar el registro fotográfico de todas las fallas presentes en nuestro tramo de evaluación.

2.3. Análisis e interpretación de resultado

Análisis del PCI.

El resumen de los valores obtenidos por el método PCI de las 10 secciones que conforman el área de estudio de la Av. Circunvalación Sur entre Av. las palmeras y 9 de mayo y el cálculo del PCI de cada sección se adjunta en los ANEXOS. En base a la clasificación obtenida del PCI se tiene que 70% de la vía se encuentra en un estado bueno, y tan solo el 20% y 10% se encuentra en estado regular y muy malo respectivamente. Esto indica que un 70 % de la carretera tiene daños superficiales que generan molestias y afectan al confort de los viajeros que transitan por esta vía. El 30% de la vía que corresponde a la muestra 1,2, y 4, se encuentra en estado regular y muy malo; esto significa que los daños son superiores y por ende causa un ligero desagrado a la funcionalidad de la vía.

3. CONCLUSIONES

- Se diagnosticó las fallas existentes en el pavimento flexible de la Av Circunvalación Sur entre la Av. las Palmeras y 9 de mayo, como estudio caso, y mediante la observación directa y muestreo de campo se califica a la vía como regular, de acuerdo a las normas ASTM D6433 en la que indica que los valores entre 41 y 55, son vías regulares. Y para este caso el valor del PCI da como resultado 55.
- Las fallas más representativas a lo largo de toda la vía de acuerdo al índice PCI son: piel de cocodrilo y parcheo con un 38% cada uno, grietas longitudinales y transversales 8%, abultamientos y hundimientos 8%, mientras tanto el desprendimiento de agregados como huecos representan un 4% cada uno.
- El estado total de la vía en estudio se encuentra con el 70% bueno, 30%regular y 10% muy malo.

REFERENCIAS

- [1] H. Shahnazari, M. A. Tutunchian, M. Mashayekhi, and A. A. Amini, "Application of Soft Computing for Prediction of Pavement Condition Index," *Journal of Transportation Engineering*, vol. 138, no. 12. pp. 1495–1506, 2012. doi: 10.1061/(asce)te.1943-5436.0000454.
- [2] M. I. Hossain, L. S. P. Gopiseti, and M. S. Miah, "International Roughness Index Prediction of Flexible Pavements Using Neural Networks," *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, vol. 145, no. 1. p. 04018058, 2019. doi: 10.1061/jpeodx.0000088.
- [3] A. Sidess, A. Ravina, and E. Oged, "A model for predicting the deterioration of the pavement condition index," *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 22, no. 13. pp. 1625–1636, 2021. doi: 10.1080/10298436.2020.1714044.
- [4] J. C. Grisales, *Diseño geométrico de carreteras*. Ecoe Ediciones.
- [5] American Association of State Highway and Transportation Officials, *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993*. AASHTO, 1993.
- [6] G. Qian, C. Hu, H. Yu, and X. Gong, "Case Study: Ten Year Field Performance Evaluation of Flexible Base Asphalt Pavement Design in Heavy Load Condition," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, no. 7. 2020. doi: 10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003268.
- [7] S. M. E.-B. & E. E. E. Amr A. Elhadidy, "A simplified pavement condition index regression model for pavement evaluation," *Taylor and Francis*, Jul. 07, 2019. <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1633579> (accessed Jun. 14, 2019).
- [8] E. M. Ibrahim, S. M. El-Badawy, M. H. Ibrahim, and E. Elbeltagi, "A modified pavement condition rating index for flexible pavement evaluation in Egypt," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 5, no. 2. 2020. doi: 10.1007/s41062-020-00304-z.
- [9] F. M. A. Karim, K. A. H. Rubasi, and A. A. Saleh, "The Road Pavement Condition Index (PCI) Evaluation and Maintenance: A Case Study of Yemen," *Organization, Technology and Management in Construction: an International Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 1446–1455, Dec. 2016.
- [10] R. Kumar, S. K. Suman, and G. Prakash, "Evaluation of Pavement Condition Index Using Artificial Neural Network Approach," *Transportation in Developing Economies*, vol. 7, no. 2, pp. 1–15, Jun. 2021.
- [11] Khavandi Khiavi, A., Naghiloo, M., & Rasouli, R. (2019). Considering a new sample unit definition for Pavement condition index. *Civil Engineering Infrastructures Journal*, 52(1), 101-114.

- [12] Saadulla, H., Ibrahim Mohammed, I., & Sani, A. (2019). Using Pavement Condition Index to Evaluate the Condition of Flexible and Rigid Pavements. *Eurasian Journal of Science and Engineering*, 4(4), 110-121.
- [13] Tene Cristobalo. 2022. «Metodología para la evaluación de vías rurales, Considerando la regularidad superficial de pavimentos Flexibles: estudio caso vía Santa Rosa, Bellavista, La Avanzada del cantón Santa Rosa, provincia de El Oro.», mayo. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19273>
- [14] Piryonesi, S. M., & El-Diraby, T. E. (2020). Role of data analytics in infrastructure asset management: Overcoming data size and quality problems. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 146(2), 04020022.
- [15] Jiménez, J. Vargas, M. Moncayo Theurer, J. Córdova Rizo, C. Maza, I. Barzola Zambrano, G. Velasco Cevallos, I. Salcedo, J. Guzhñay, y S. Lucio. 2017. «La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles». *Ingeniería* 21 (1).
- [16] Rodríguez Flores, Liliana Edith. 2019. «Análisis del estado de conservación de la vía de pavimento asfáltico en la avenida virú, provincia Virú, región La Libertad, 2018». https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPRI_39e476e348fe865566b7c9f50ce849e8.
- [17] Leguía Loarte, Paola Beatriz, y Hans Fernando Pacheco Risco. 2016. «Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima)». <http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>.
- [18] Humpiri PinedaA, K. (2015). Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de Vías en la Región de Puno.
- [19] Qiqi, Chen, Wang Guanhu, Long Xiaoyong, y Lei Jichao. 2020. «Establishment of Criteria for Determining Preventive Maintenance Requirements of Cement Pavement». *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 792 (1): 012006.
- [20] Herreria, Sofia. s. f. «Manual de evaluacion de pavimentos». Accedido 15 de julio de 2021. https://www.academia.edu/37177464/Manual_de_evaluacion_de_pavimentos.
- [21] Karim, Dr Fareed, Dr Khaled Abdul Haleem Rubasi, y Dr Ali Abdo Saleh. 2016. «The road pavement condition index (PCI) evaluation and maintenance: a case study of Yemen». *Organization, technology & management in construction: an international journal* 8 (1): 1446-55.
- [22] Rahman, Md Mostaqur, M. Majbah Uddin, y Sarah L. Gassman. 2017. «Pavement performance evaluation models for South Carolina». *KSCE Journal of Civil*

Engineering 21 (7): 2695-2706.

- [23] Ríos Cotazo, N. X., y B. Bacca Cortés. 2020. «Revisión de métodos para la clasificación de fallas superficiales en pavimentos flexibles». Ciencia e Ingeniería. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81702020000200109.
- [24] Paucar Curo, Elvis Franklin. 2019. «Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial, caso de la Av. Floral y Jr. Carabaya, Puno». <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12319>.
- [25] Martínez-Echevarría Romero, M. José, Nancy Mariela Tafur Garro, y Germán Gallardo Zevallos. 2016. «Implementation of the mechanistic–empirical pavement design in northern Peru using a calibration coefficient for the International Roughness Index». Construction and Building Materials 102 (enero): 270-80.

ANEXOS

Anexo 1 Piel de Cocodrilo



Fuente: El autor

Anexo 2 Abultamientos y Hundimientos



Fuente: El autor

Anexo 3 Grieta de Borde



Fuente: El autor

Anexo 4 Grietas Longitudinales y/o transversales



Fuente: El autor

Anexo 5 Parcheo





Fuente: El autor

Anexo 6 Desprendimiento de agregados





Fuente: El autor

Anexo 7 Resultados del PCI del tramo 1

		UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
Via :	Av Circunvencion Sur entre Av Las Palmeray y 9 de Mayo	Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa						
Fecha :	07/08/2022	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez						
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+000	Abscisa final:	0+013,85				
		Area de tramo (m2) :	229,91		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 parabólica (slippage).			m2		
8	Grieta de reflexión de junta.	m	18	Hinchamiento.			m2		
9	Desnivel caril/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	H	1,18	0,97		1,146		
Parcheo		m2	H	2,9	1,8		5,04		
Piel de cocodrilo.		m2	H	2,7	0,8		2,11		
Piel de cocodrilo.		m2	H	2	0,9		1,48		
Piel de cocodrilo.		m2	H	2,57	0,71		1,83		
Grieta de borde.		m	M	2,7			2,72		
Abultamientos y hundimientos.		m	M	1,0			1,00		
Abultamientos y hundimientos.		m	M	3			3,00		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDI	q	
Parcheo		m2	H	6,19	2,69	28	94	4	
Piel de cocodrilo.		m2	H	5,43	2,36	43			
Grieta de borde.		m	M	2,72	1,18	7			
Abultamientos y hundimientos.		m	M	4,00	1,74	16			
							m	6	
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							TDV	q	CDV
43	28	14	7				92	4	53
43	28	14	2				87	3	56
43	28	2	2				75	2	54
43	2	2	2				49	1	49
							CDV _{MAX}		56
							PCI		44
							CLASIFICACION		
							REGULAR		

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 Circunvccion Sur entre Av Las Palmeray y 9	Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa					
Fecha :	07/08/2022	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez					
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+041,55	Abscisa final:	0+055,40			
		Area de tramo (m2) :	229,91	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	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	M	1,56	0,90		1,404		
Piel de cocodrilo.	m2	M	6,4	6,2		39,68		
Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m	M	3,2			3,19		
Parcheo.	m2	M	3,68	5,7		21,01		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo.	m2	M	41,08	17,87	73	107	3	
Grietas Longitudinal y/o Transversal.	m	M	3,19	1,39	4			
Parcheo.	m2	M	21,01	9,14	30			
						m	3	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						TDV	q	CDV
73	30	4				107	3	67
73	30	2				105	2	74
73	2	2				77	1	77
							CDV _{MAX}	77
							PCI	23
							CLASIFICACION	
							MUY MALO	



Fuente: El autor

Anexo 9 Resultados del PCI del tramo 3

UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA		EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
Via :	Av Circunvccion Sur entre Av Las Palmeray y 9	Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa						
Fecha :	07/08/2022	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez						
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+083,10						
		Abscisa final:	0+093,95						
		Area de tramo (m2) :	229,91						
		Nº de Tramo	3						
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			
Piel de cocodrilo.	m2	M	1,25	0,85		1,063			
Piel de cocodrilo.	m2	M	2,7	0,8		2,12			
Parqueo.	m2	M	2,40	1,8		4,32			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDI	q		
Piel de cocodrilo.	m2	M	3,18	1,38	23	36	2		
Parqueo.	m2	M	4,32	1,88	13				
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							TDV	q	CDV
23	23						46	2	34
23	2						25	1	25
							CDV _{MAX}		34
							PCI		66
CLASIFICACION							BUENO		


Fuente: El autor

Anexo 10 Resultados del PCI del tramo 4

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL									
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)										
Via :	Av Circunvktion Sur entre Av Las Palmeray y 9					Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa			
Fecha :	07/08/2022					Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez			
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica					Abscisa inicial:	0+124,65		Abscisa final:	0+138,5
						Area de tramo (m2) :	229,91		Nº de Tramo	4
Tipos de fallas				Unidad	Tipos de fallas				Unidad	
1	Piel de cocodrilo.				m2	11	Parcheo.			
2	Exudación.				m2	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.				m2	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.				m	14	Cruce de via férrea.			
5	Corrugación.				m2	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.				m2	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.				m	17	Grieta parabólica (slippage).			
8	Grieta de reflexión de junta.				m	18	Hinchariento.			
9	Desnivel carril/espaldón.				m	19	Desprendimientos de agregados.			
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	M	1,63	5,50		8,965			
Piel de cocodrilo.		m2	M	1,6	4,5		7,29			
Piel de cocodrilo.		m2	M	2,79	1,4		3,91			
Parcheo		m2	M	2,64	2,4		6,39			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDI	q		
Piel de cocodrilo.		m2	M	20,16	8,77	44	64	2		
Parcheo.		m2	M	6,39	2,78	20				
							m	6		
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								TDV	q	CDV
44	20							64	2	48
44	2							46	1	46
								CDV _{MAX}		48
								PCI		52
								CLASIFICACION		
								REGULAR		


Fuente: El autor

Anexo 11 Resultados del PCI del tramo 5

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA							
EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL									
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)									
Via :	Av Circunvccion Sur entre Av Las Palmeray y 9	Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa						
Fecha :	07/08/2022	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez						
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+166,2	Abscisa final:	0+180,05				
		Area de tramo (m2) :	229,91		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	Hincharamiento.				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	M	3,30	1,00		3,300		
Piel de cocodrilo.		m2	M	6,8	1,0		6,55		
Piel de cocodrilo.		m2	M	5,50	0,7		3,58		
Piel de cocodrilo.		m2	M	1,5	0,6		0,90		
Parcheo		m2	M	2,60	1,80		4,68		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDI	q	
Piel de cocodrilo.		m2	M	14,32	6,23	42	60	2	
Parcheo.		m2	M	4,68	2,04	18			
							m	6	
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							TDV	q	CDV
42	18						60	2	44
42	2						44	1	44
							CDV _{MAX}		44
							PCI		56
CLASIFICACION									
BUENO									

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 Circunvccion Sur entre Av Las Palmeray y 9	Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa					
Fecha :	07/08/2022	Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez					
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica	Abscisa inicial:	0+207,75	Abscisa final:	0+221,6			
		Area de tramo (m2) :	229,91	Nº de Tramo	6			
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		
Piel de cocodrilo.	m2	M	1,77	1,26		2,230		
Piel de cocodrilo.	m2	M	1,3	1,8		2,29		
Parcheo.	m2	M	6,00	1,8		10,80		
Parcheo.	m2	M	2,3	0,56		1,29		
Abultamientos y hundimientos.	m	L	0,86			0,86		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo.	m2	M	4,52	1,97	33	58	3	
Abultamientos y hundimientos.	m	L	0,86	0,37	2			
Parcheo.	m2	M	12,09	5,26	23			
						m	7	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						TDV	q	CDV
33	23	2				58	3	37
33	23	2				58	2	43
33	2	2				37	1	37
							CDV _{MAX}	43
							PCI	57
CLASIFICACION								
BUENO								



Fuente: El autor

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 Circunvccion Sur entre Av Las Palmeray y 9			Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa					
Fecha :	07/08/2022			Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez					
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica			Abscisa inicial:	0+249,3	Abscisa final:	0+263,15			
				Area de tramo (m2) :	229,91		Nº de Tramo	7		
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.			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 parabolica (slippage).			m2	
8	Grieta de reflexión de junta.			m	18	Hincharamiento.			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	M	0,96	0,94		0,902				
Piel de cocodrilo.	m2	M	0,9	0,6		0,54				
Piel de cocodrilo.	m2	M	1,55	2,4		3,70				
Huecos.	Unidad	L				1				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDI	q			
Piel de cocodrilo.	m2	M	5,15	2,24	30	41	2			
Huecos.	Unidad	L	1,00	0,43	11					
							m	7		
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								TDV	q	CDV
30	11							41	2	31
30	2							32	1	32
								CDV _{MAX}	32	
								PCI	68	
CLASIFICACION										
BUENO										



Fuente: El autor

Anexo 14 Resultados del PCI del tramo 8

		UNIVERSIDAD TECNICA DE MACHALA EXAMEN COMPLEXIVO DE INGENIERIA CIVIL								
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)										
Via :	Av Circunvktion Sur entre Av Las Palmeray y 9		Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa						
Fecha :	07/08/2022		Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez						
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfáltica		Abscisa inicial:	0+290,85	Abscisa final:	0+304,7				
			Area de tramo (m2) :	229,91		Nº 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.		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		
Piel de cocodrilo.			m2	M	1,25	0,85		1,063		
Piel de cocodrilo.			m2	M	2,7	0,8		2,12		
Piel de cocodrilo.			m2	M	2,40	1,8		4,32		
Grietas Longitudinal y/o Transversal.			m	M	6,5			6,5		
Grietas Longitudinal y/o Transversal.			m	M		2,50		2,50		
Parcheo.			m2	L	1,0	0,9		0,90		
Desprendimientos de agregados.			m2	L	1,2	0,5		0,60		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla			Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo.			m2	M	7,50	3,26	36	48	4	
Grietas Longitudinal y/o Transversal.			m	M	9,00	3,91	10			
Parcheo.			m2	L	0,90	0,39	1			
Desprendimientos de agregados.			m2	L	0,60	0,26	1			
								m	7	
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								TDV	q	CDV
36	10	1	1					48	4	25
36	10	1	2					49	3	31
36	10	2	2					50	2	37
36	2	2	2					42	1	42
								CDV _{MAX}		42
								PCI		58
								CLASIFICACION		
								BUENO		

Fuente: El autor

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 Circunvccion Sur entre Av Las Palmeray y 9			Evaluado por :	Kevin Steven Vera Correa					
Fecha :	07/08/2022			Revisado por :	Ing. Carlos Sanchez					
Tipo de Pavimento:	Pavimento Flexible-Carpeta Asfaltica			Abscisa inicial:	0+373,95	Abscisa final:	0+387,8			
				Area de tramo (m2) :	229,91		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			
Piel de cocodrilo.		m2	M	1,25	0,85		1,063			
Piel de cocodrilo.		m2	L	1,4	0,5		0,70			
Piel de cocodrilo.		m2	M	2,40	1,8		4,32			
Piel de cocodrilo.		m2	L	1	0,68		0,68			
Parcheo		m2	L	1,20	1,10		1,32			
Parcheo		m2	L	2,3	0,9		1,96			
Hueco		Unidad	L				2,00			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	Total	Densidad (d%)	VD	VDI	q		
Piel de cocodrilo.		m2	M	5,38	2,34	30	60	2		
Piel de cocodrilo.		m2	L	1,38	0,60	8				
Parcheo		m2	L	3,28	1,42	4				
Hueco		Unidad	L	2,00	0,87	18				
							m	7		
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								TDV	q	CDV
30	18	8	4					60	4	32
30	18	8	2					58	3	37
30	18	2	2					52	2	39
30	2	2	2					36	1	36
								CDV _{MAX}		39
								PCI		61
								CLASIFICACION		
								BUENO		

Fuente: El autor

Anexo 17 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+013,85	229,91	Piel de cocodrilo-Grieta de Borde-Abultamientos y hundimientos-Parqueo	44	REGULAR	
2	0+041,55	0+055,40	229,91	Piel de cocodrilo- Grietas Longitudinal y/o Transversal.	23	MUY MALO	
3	0+083,10	0+096,95	229,91	Piel de cocodrilo-Parqueo	68	BUENA	
4	0+124,65	0+138,50	229,91	Piel de Cocodrilo-Parqueo	54	REGULAR	
5	0+166,20	0+180,05	229,91	Piel de Cocodrilo-Parqueo	56	BUENA	
6	0+207,75	0+221,60	229,91	Piel de Cocodrilo-Abultamientos y hundimientos-Parqueo	57	BUENA	
7	0+249,30	0+263,15	229,91	Piel de Cocodrilo-Parqueo	68	BUENA	
8	0+290,85	0+304,70	229,91	Piel de Cocodrilo- Grietas Longitudinal y/o Transversal-Parqueo-Desprendimiento de agregados	58	BUENA	
9	0+332,40	0+346,25	229,91	Piel de Cocodrilo-Parqueo	60	BUENA	
10	0+373,95	0+387,8	229,91	Piel de Cocodrilo-Parqueo-Hueco	61	BUENA	
TOTAL					55	REGULAR	

Fuente: El autor