

# UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

FACULTAD DE INGENIERIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**TITULO**

**Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo**

Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor**

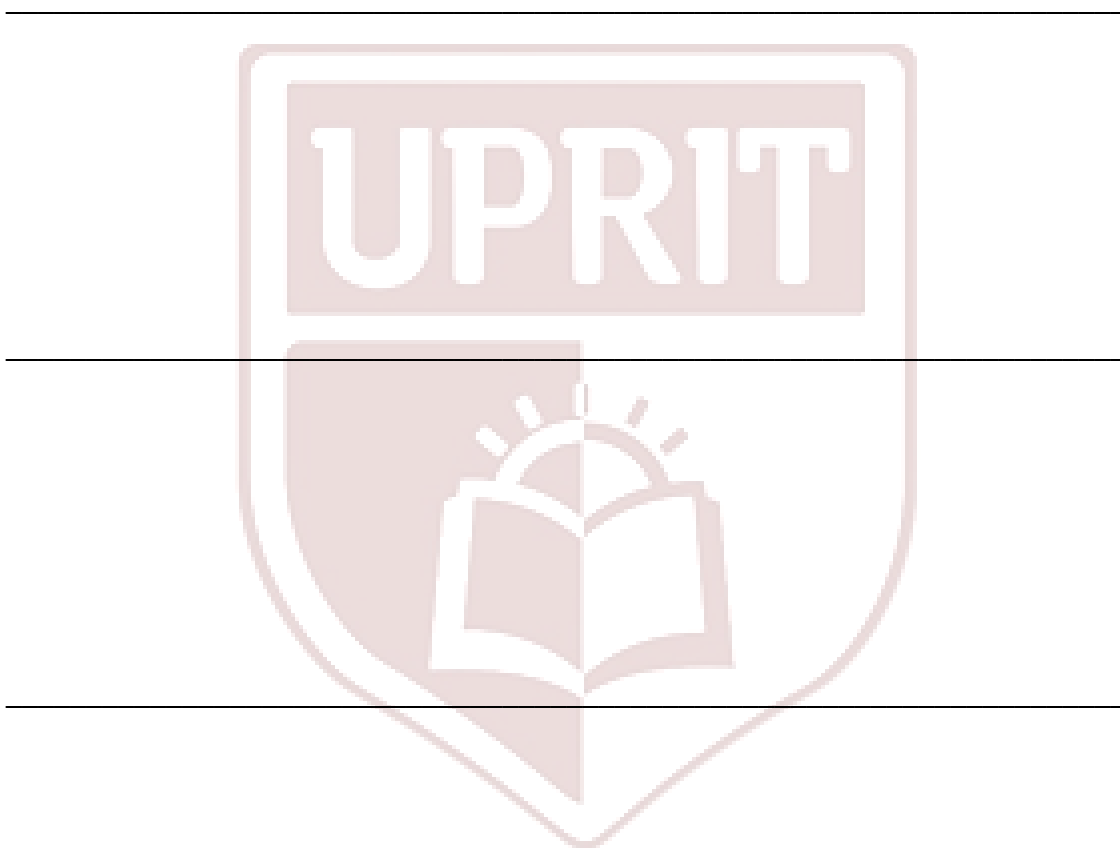
Bach. Gerson Francisco Blas Pizarro.

**Asesor**

Ing. Guido Robert Marín Cubas.

Trujillo, Septiembre del 2020

**HOJA DE FIRMAS**



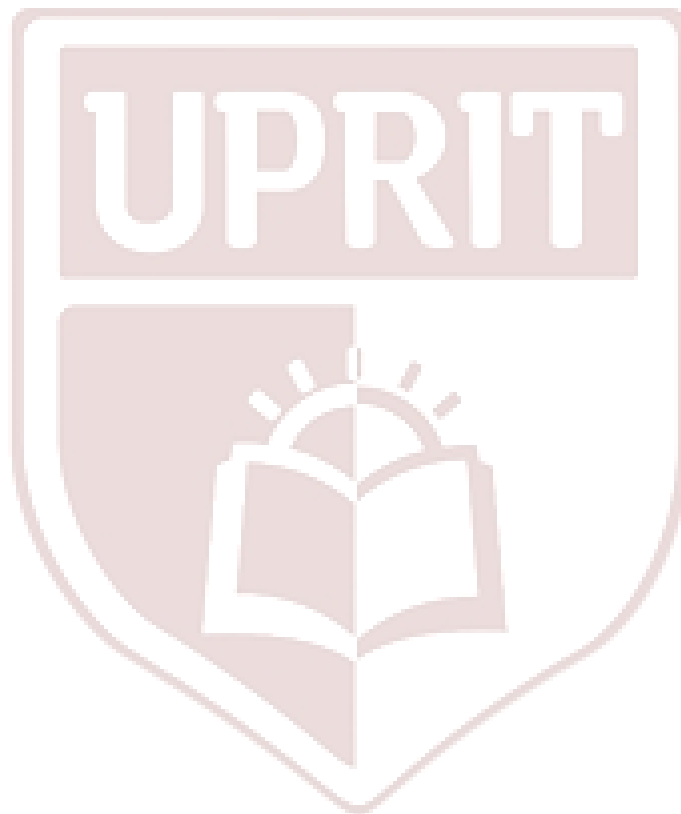
## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, quienes estuvieron conmigo en todo momento, brindándome de su apoyo emocional y económico para poder culminar la carrera.

A mi primo el Doc. Javier Pizarro, por su apoyo en momentos malos y buenos.

Una mención especial al Ing. Christian Córdova, un compañero de la vida, que me brindo sus conocimientos profesionales cuando lo necesite.

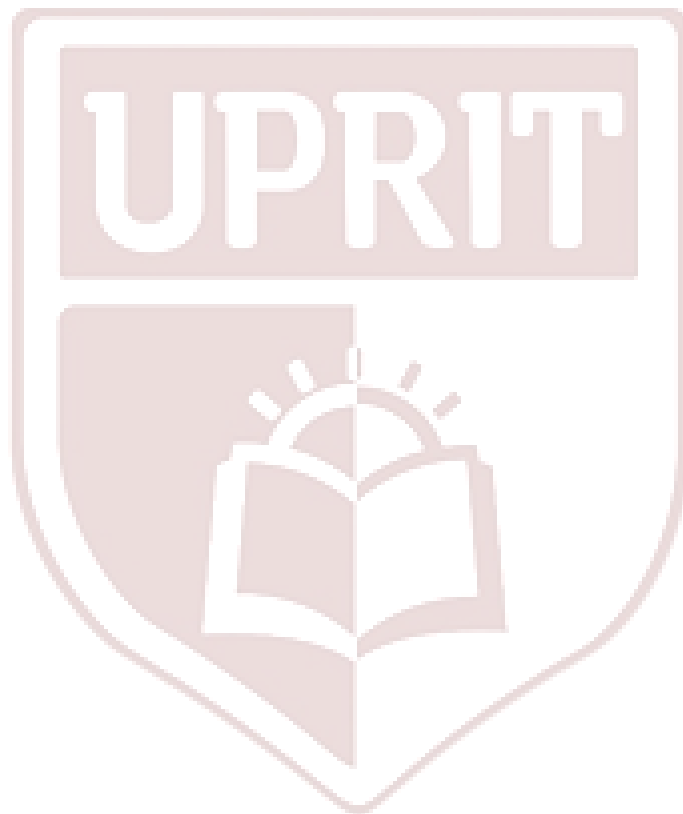
Y a Dios, porque sin el nada sería posible.



**El autor**

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis profesores, desde la Universidad Pedro Ruiz Gallo; de la Universidad San Martín de Porres, y hasta mis últimos docentes que me brindaron muchos años de su experiencia que en ninguna universidad podría encontrar igual.



**El autor**

## INDICE DE CONTENIDOS

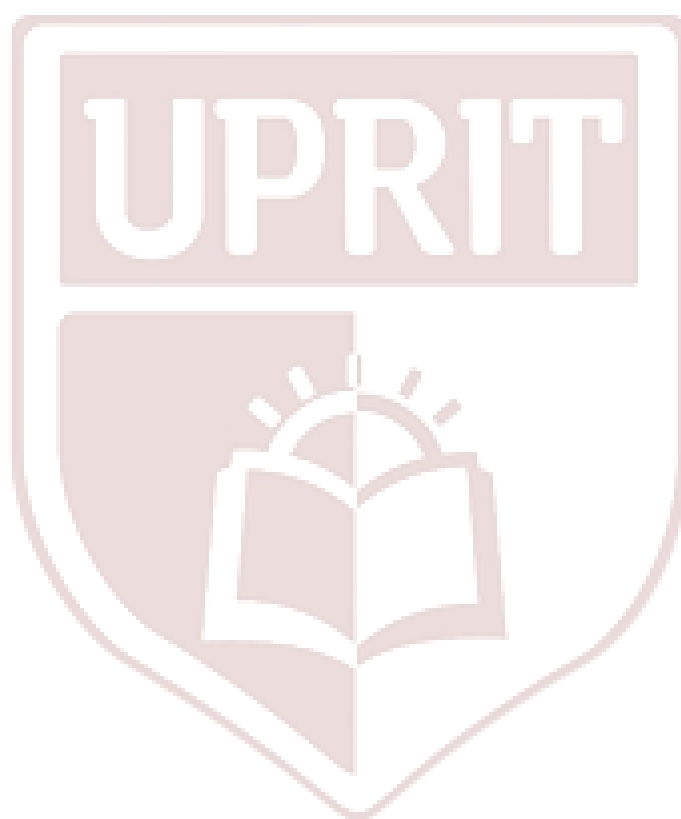
HOJA DE FIRMAS.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN.....	9
ABSTRAC.....	10
I. INTRODUCCION.....	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.2. Formulación del problema.....	11
1.3. Justificación del tema.....	12
1.4. Objetivos.....	12
1.4.1. Objetivo General.....	12
1.4.2. Objetivos Específicos.....	12
1.5. Antecedentes.....	12
1.6. Bases teóricas.....	14
1.6.1. Definición de Pavimentos.....	14
1.6.2. Clasificación de pavimentos.....	14
1.6.3. Tipos de fallas en pavimentos flexibles.....	17
1.6.4. Método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos.....	18
1.6.5. Muestreo y unidades de muestra en el método PCI.....	19
1.6.6. Condición del pavimento.....	22
1.6.7. Tipos de fallas en un pavimento considerados por el Método PCI.....	23
1.7. Definición de términos básicos.....	37
1.8. Formulación de hipótesis.....	39
1.9. Propuesta de aplicación profesional.....	39
II. MATERIAL Y METODO.....	47
2.1. Material.....	47
2.2. Material de estudio.....	47
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	48
2.4. Operacionalización de variables.....	49
III. RESULTADOS.....	50
IV. DISCUSION.....	57
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	60
ANEXOS.....	61

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Significado del valor PCI.....	22
Tabla N° 2: Índice de Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación.....	22
Tabla N° 3: Catálogo de fallas para el método PCI.....	23
Tabla N° 4: Exploración de la condición por unidad de muestreo.....	41
Tabla N° 5: Unidad de muestra UM 01.....	45
Tabla N° 6: Operacionalización de variables.....	49
Tabla N° 7: Fallas presentes en UM 01.....	50
Tabla N° 8: PCI en UM 01.....	50
Tabla N° 9: Fallas presentes en UM 02.....	50
Tabla N° 10: PCI en UM 02.....	50
Tabla N° 11: Fallas presentes en UM 03.....	51
Tabla N° 12: PCI en UM 03.....	51
Tabla N° 13: Fallas presentes en UM 04.....	51
Tabla N° 14: PCI en UM 04.....	51
Tabla N° 15: Fallas presentes en UM 05.....	52
Tabla N° 16: PCI en UM 05.....	52
Tabla N° 17: Fallas presentes en UM 06.....	52
Tabla N° 18: PCI en UM 06.....	52
Tabla N° 19: Fallas presentes en UM 07.....	53
Tabla N° 20: PCI en UM 07.....	53
Tabla N° 21: Fallas presentes en UM 08.....	53
Tabla N° 22: PCI en UM 08.....	53
Tabla N° 23: Fallas presentes en UM 09.....	54
Tabla N° 24: PCI en UM 09.....	54
Tabla N° 25: Fallas presentes en UM 10.....	54
Tabla N° 26: PCI en UM 10.....	54
Tabla N° 27: Fallas presentes en UM 11.....	55
Tabla N° 28: PCI en UM 11.....	55
Tabla N° 29: Fallas presentes en UM 12.....	55
Tabla N° 30: PCI en UM 12.....	55
Tabla N° 31: Clasificación de estado por unidad de muestra Carril Derecho.....	56

Tabla N° 32: Clasificación de estado por unidad de muestra Carril Izquierdo.....56

Tabla N° 33: Promedio PCI de la Calle Arizola.....56



## INDICE DE FIGURAS

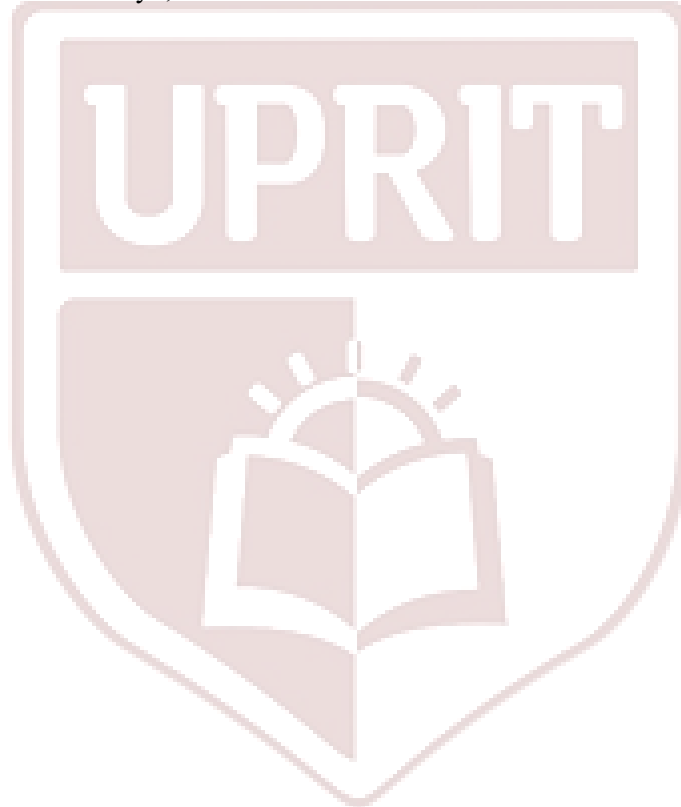
Figura 1: Estructura del pavimento flexible.....	15
Figura 2: Estructura del pavimento rígido.....	16
Figura 3: Estructura del pavimento.....	17
Figura 4: Piel de cocodrilo.....	24
Figura 5: Exudación.....	25
Figura 6: Agrietamiento en bloque.....	26
Figura 7: Abultamientos y hundimientos.....	27
Figura 8: Corrugación.....	28
Figura 9: Depresión.....	28
Figura 10: Grieta de borde.....	29
Figura 11: Grieta de reflexión de junta.....	30
Figura 12: Desnivel carril-berma.....	30
Figura 13: Grietas longitudinales y transversales.....	31
Figura 14: Parcheo.....	32
Figura 15: Pulimiento de agregados.....	33
Figura 16: Huecos.....	33
Figura 17: Cruce de vía férrea.....	34
Figura 18: Ahuellamiento.....	35
Figura 19: Desplazamiento.....	35
Figura 20: Fisura parabólica o por deslizamiento (Slippage).....	36
Figura 21: Hinchamiento.....	36
Figura 22: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados.....	37
Figura 23: Unidades de muestra.....	40
Figura 24: Sistema de coordenadas.....	42
Figura 25: Ventana principal del software EVALPAV.....	42
Figura 26: Cuadro de diálogo “proyecto nuevo”.....	43
Figura 27: Opción “evaluación”.....	43
Figura 28: Cuadro de dialogo “evaluación de pavimentos de superficie asfáltica - método PCI”.....	44
Figura 29: Cuadro de diálogo “sector”.....	44
Figura 30: Cuadro de diálogo “carril”.....	45
Figura 31: Cuadro de diálogo “Diagrama”.....	45
Figura 32: Procesamiento de información UM 01.....	46
Figura 33: Lugar de estudio.....	48

## RESUMEN

La presente investigación tiene por meta obtener un indicador que permita precisar la condición en la cual se encuentra el pavimento flexible, el cual se obtiene aplicando el método del PCI para la evaluación del pavimento de la calle Arizola en la ciudad de Chiclayo, con la finalidad de saber su estado y poder tener opciones de intervención, ya sea en rehabilitación, mantenimiento o reconstrucción del pavimento flexible.

Conforme al Manual elaborado por el Ingeniero Luis Ricardo Vásquez Varela, el método del PCI (Pavement Condition Index) sujeto a la Norma ASTM D6433-03, es el modo mas completo para la evaluación objetiva de un pavimento flexible, el cual ha sido aceptado como método de aplicación y análisis por la ASTM.

Se realizo el estudio de la evaluación superficial por el método del PCI, para conocer el estado de conservación en el que se encuentra la calle Arizola, ya que es una de las calles mas transitadas de la ciudad de Chiclayo, la cual permite el descongestionamiento e unión de avenidas principales de Chiclayo, la cual no ha tenido un mantenimiento adecuado.

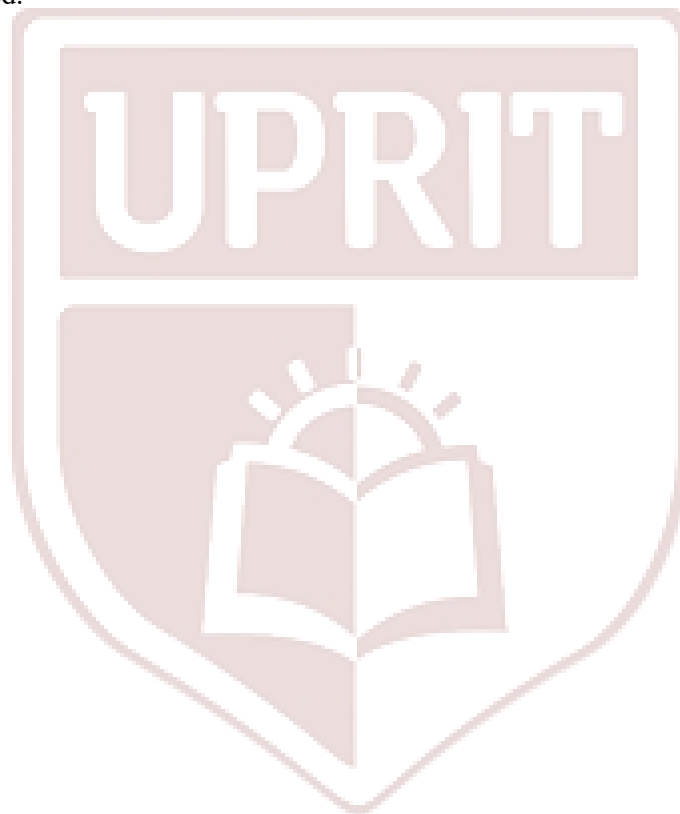


## ABSTRAC

The present research aims to obtain an indicator that allows to specify the condition in which the flexible pavement is found, which is obtained by applying the PCI method for the evaluation of the pavement of Arizola street in the city of Chiclayo, with the purpose of knowing its status and being able to have intervention options, whether in rehabilitation, maintenance or reconstruction of the flexible pavement.

According to the Manuel prepared by the Engineer Luis Ricardo Vásquez Varela, the PCI method (Pavement Condition Index) subject to the ASTM D643 Standard is the most complete way for the objective evaluation of a flexible pavement, which has been accepted as an application method. and analysis by ASTM.

The study of the superficial evaluation was carried out by the PCI method, to know the state of conservation in which Arizola street is located, since it is one of the busiest streets in the city of Chiclayo, which allows decongestion and Chiclayo's main avenue junction, which has not been properly maintained.



## I. Introducción

Unos de los problemas que más se encuentran en el departamento de Lambayeque, es el pésimo estado de conservación con el cual se encuentran los pavimentos de la ciudad. Es común encontrar fisuras, baches y depresiones, ya sea en pavimento flexible, rígido o híbrido, las cuales dificultan la normal circulación de los vehículos en nuestra ciudad de Chiclayo.

No se puede afirmar una única causa de deterioro de los pavimentos. Son múltiples los factores que afectan a estos, las cuales podría ser la consecuencia de un mal diseño de la conformación del paquete estructural, de errores constructivos, de la pésima calidad de los materiales o agentes climáticos.

Pero el principal problema radica en que no se lleva un adecuado mantenimiento, ni se toma en cuenta el tiempo de vida útil de la vía, y solo se toman las medidas de intervención cuando el pavimento ya se encuentra con deterioros visibles y estos ya son graves, agravando su estado y disminuyendo su periodo de vida para el cual fue diseñado.

Lo mejor es evaluar y detectar los daños que están afectando a los pavimentos, para tomar las medidas correspondientes, ya sea de trabajos de reparación o conservación, y no de reconstrucción del paquete estructural, ya que este último demandaría un elevado costo a comparación del costo de mantenimiento.

Por eso, hay métodos los cuales nos ayudan a identificar la condición del pavimento, con la cuales ayudan a tomar en cuenta las técnicas de mantenimiento y reparación que se tomarían para ayudar a mejorar la serviciabilidad del pavimento, uno de estos métodos de evaluación es el Método del Índice de Condición del Pavimento, o más conocido como el Método del PCI por sus siglas en inglés de Pavement Condition Index.

Este método consiste en la evaluación y determinación de la condición del pavimento, las cuales se obtienen por medio de inspecciones visuales, en donde se identifica clase, severidad y las cantidades de fallas encontradas. En donde con la información obtenida de campo, y siguiendo el lineamiento del Método del PCI, se cuantifica y analiza el estado en el que se encuentra el pavimento evaluado, ya sea, excelente, muy bueno, regular, muy malo, malo o si esta fallado.

Se hará síntesis en esta tesis a la evaluación de la condición del pavimento en la que se encuentra la Calle Arizola, aplicando la metodología del PCI. En donde, con dicha información, podrá conocerse el estado real del pavimento urbano, con el cual, luego podrá identificarse la adecuada técnica para su respectivo mantenimiento y recuperación, tema que no ha sido tocados en la tesis, pero se podrán tocar a partir de ella.

### 1.1. Realidad Problemática

La calle Arizola en una avenida muy transitada por la comunidad de Chiclayo, ya que es aquella que descongestiona varias arterias principales de la ciudad, las cuales, si se ve afectada puedes tardar entre 10 a 30 minutos en llegar al centro de la ciudad, es más, esta calle nos conecta con los principales lugares de la ciudad de Chiclayo, eso por ello que esta calle es de mucha importancia para nuestra ciudad.

### 1.2. Formulación del problema

- **Pregunta general**

¿Cuáles son las fallas de la carpeta asfáltica obtenidas mediante el método PCI en la Cl. Arizola tramo Av. La Libertad – Calle Los Tumbos de la ciudad de Chiclayo?

- **Preguntas específicas**

¿Cuál es la falla recurrente de la carpeta asfáltica obtenida mediante el método PCI?

¿Cuál es el nivel de severidad que presenta la falla recurrente?

### 1.3. Justificación del tema

Se justifica teóricamente, ya que, al encontrar es estado real de conservación en el cual se encuentra la superficie del pavimento de la Calle Arizola podremos encontrar los métodos de intervención que se requieran para su respectivo mantenimiento y su pronta recuperación, con la cual beneficiaría a la mejor fluencia del tránsito en esta calle y por ende la descongestión de avenidas principales de Chiclayo.

### 1.4. Objetivos

#### 1.4.1. Objetivo General

Determinar las fallas presentes en la carpeta asfáltica a través del método PCI en la Cl. Arizola tramo Av. La Libertad – Calle Los Tumbos de la ciudad de Chiclayo.

#### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar la falla recurrente aplicando el método PCI.
- Establecer el nivel de severidad de cada falla.
- Hallar el valor PCI diagnosticando el estado actual con el que se encuentra.

### 1.5. Antecedentes

#### 1.5.1. Antecedente 01.

Según, Rodríguez, E. D (2009). En su estudio: “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” toma los objetivos siguientes: determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero, identificar y cuantificar las fallas existentes en la vía. Usando los siguientes procesos: primero, se tomaron distintos tramos para darle la inspección visual y tomar las unidades de muestra para conocer el estado real de la vía. Segundo, se procedió al cálculo del PCI . Resultado: En la primera muestra, las fallas existentes son: depresión, exudación, fisura de borde, corrugación, ahuellamiento, hinchamiento, peladura y desplazamiento. Siendo la falla de corrugación la de mayor incidencia.

En el caso de la segunda muestra tomada, se encontraron las fallas siguientes: corrugación, exudación, fisuras transversales y longitudinales, depresión, ahuellamiento, peladura, y

desplazamiento. En este caso también fue la falla de corrugación la de mayor influencia.

Para el caso de la siguiente muestra, se tuvo que igual que las anteriores, la falla de mayor incidencia es la de corrugación, teniendo las mismas condiciones que los anteriores tramos evaluados.

Sin embargo, para la muestra número cuatro, existe una falla extra de incidencia a la de corrugación, la cual es la falla de peladura.

En el total de las 32 muestras las fallas principales presentes son la de corrugación, y las fallas de menor incidencia en proporción que se encuentran son los parches con una severidad baja.

### **1.5.2. Antecedente 02.**

Castro, D. J. (2003). De acuerdo a su apartado de investigación “Propuesta de gestión de pavimentos para la ciudad de Piura”. Ocupó como objetivo la de brindar una solución al problema presente en la infraestructura vial a través de un mantenimiento con un sistema de gestión en la organización municipal.

Esta investigación desarrolla una teórica descripción de los métodos de gestión que existen en los pavimentos cuya propuesta es presentada para la ciudad de Piura. Los resultados determinan los criterios generales para una buena gestión de pavimentos con programas constantes de mantenimiento.

### **1.6. Bases teóricas.**

### **1.6.1. Definición de Pavimentos.**

Desde un punto de vista de ingeniería, el pavimento es una estructura la cual, desde su apoyo en la subrasante, tiene diversas capas, las cuales cumplen una función estructural, encargadas de distribuir eficientemente las cargas que se apoyan entre ellas, distribuyéndolas entre sus capas como son la carpeta asfáltica, base y subbase, dependiendo del sistema que se ha requerido, es aquella que es capaz de transmitir sus cargas

Rico y Del Castillo (2011) menciona que “un pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito expedito de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto”. Esta concepción viene desde el punto de vista del usuario, que al hacer uso de estas vías de tránsito urbanas, encuentre un servicio por el cual haya sido creado, diseñado y efectuado, pensando en mantener y mejorar las condiciones para el tránsito de vehículos en todo su tiempo de vida útil para la cual fue diseñada.

### **1.6.2. Clasificación de pavimentos.**

#### **a. Pavimento flexible.**

Es aquella conformada por una carpeta de rodadura de concreto de cemento asfáltico. Con una estructura las cuales mantienen un íntimo contacto con las cargas recibidas, distribuyéndolas capa por capa hasta llegar a la subrasante; su correcta funcionabilidad depende del buen entrelazamiento que tienen los agregados, de la cohesión y fricción de las partículas.

La característica de este pavimento consiste en una mejor calidad de material de las capas conforme se llega a las superficies. A consecuencia de esto, las cargas aplicadas se reducen conforme a la profundidad. La forma en como esta se comporte dependerá de las diferentes propiedades de los materiales empleados en la ejecución del paquete estructural del pavimento. La subrasante, por ende, es la capa que soporta las cargas impuestas por el tráfico, adicionándole las cargas de las capas construidas sobre ellas. Entonces la carpeta de rodadura no absorbe la totalidad de las cargas, más bien, actúa como un trasmisor de estas. La estructura de este

pavimento se conforma por tres capas por encima de la subrasante, que son: carpeta asfáltica, base, subbase y subrasante. (fig 1)

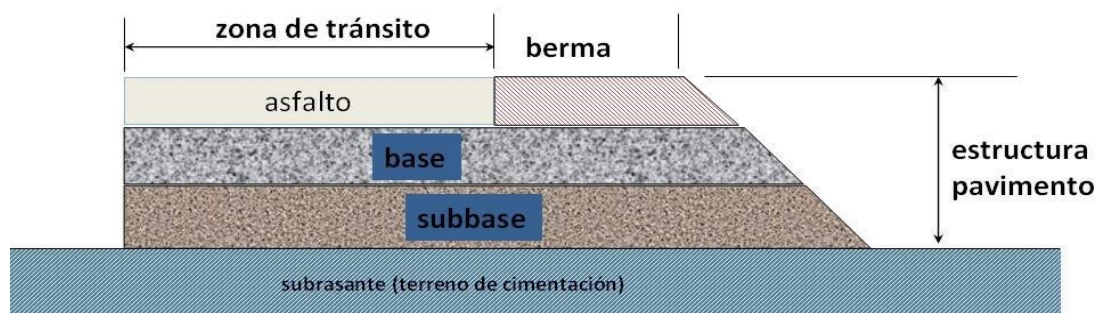


Figura 1: Estructura del pavimento flexible. Fuente: Becerra, M. (2012)

En la primera conformación del pavimento flexible encontramos la carpeta asfáltica, la cual es aquella que tiene un contacto directo con los agentes externos, brindando una superficie de rodadura para todo tipo de vehículos.

Seguidamente se encuentra la base y subbase, aquella que tienen la función de transmitir y distribuir las cargas originadas por el tránsito. Las cuales llegan a la subrasante, la cual funciona como soporte a las capas que están sobre él.

#### **b. Pavimentos rígidos.**

Son aquellos que están conformadas por una capa de rodadura de concreto de cemento hidráulico. Recibe este nombre de pavimento rígido por las propiedades que presenta su carpeta de concreto, la cual absorbe en mayor grado las cargas provenientes del flujo vehicular.

En comparación del pavimento flexible, este, es de un costo más elevado para su ejecución, pero de un mínimo de mantenimiento, las cuales solo se hace un mantenimiento periódico a sus juntas.

En este pavimento las cargas vehiculares tienen una mejor transmisión por la naturaleza rígida de su carpeta de rodadura. Por la cual el espesor de los paquetes estructurales contenidas entre la carpeta de rodadura y la subrasante son de una solicitud menor. (fig.2)

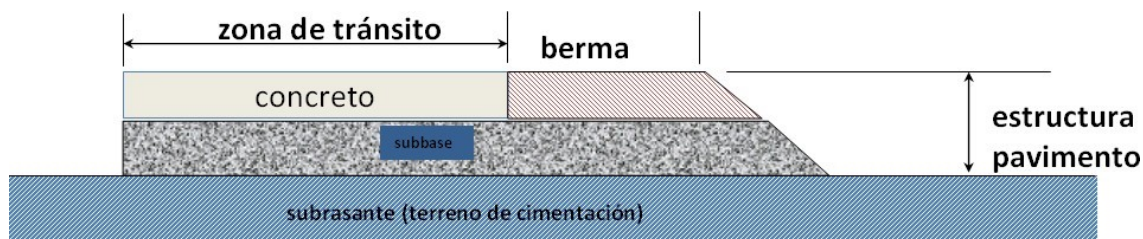


Figura 2: Estructura del pavimento rígido. Fuente: Becerra, M. (2012)

Los pavimentos rígidos se diferencian de los pavimentos flexibles en su estructura del paquete estructural, el cual no requiere de una base granular, ya que al estar compuesta de una losa de concreto, es aquella la cual se diseña para poder resistir los esfuerzos internos producidos por la solicitud de las cargas de tránsito y las condiciones climáticas, es por ello que solo necesita de una sub – base la cual le aporte homogeneidad.

#### c. Pavimento mixto.

Al pavimento mixto se le conoce también como pavimento híbrido, la cual es una combinación del pavimento flexible y rígido. Por ejemplo, cuando en lugar de la carpeta asfáltica se colocan las bloquetas de concreto. El objetivo de este pavimento es la de disminuir el límite de velocidad de los vehículos, ya que estas bloquetas logran producir una ligera vibración en los autos que circulan sobre ellas, lo que inherentemente obliga al conductor a sostener una velocidad baja, con una estimación máxima de 60 km/h. Este tipo de pavimento es ideal para zonas urbanas, ya que garantiza comodidad y seguridad para los usuarios.

Otro ejemplo de este tipo de pavimento, son aquellos pavimentos rígidos, en los cuales sobre ellos se construye un pavimento de superficie asfáltica. Esta combinación de pavimentos conlleva a una falla particular, la cual es la fisura de reflexión de junta, de la cual se hablará en el apartado de Tipos de fallas en un pavimento flexible consideradas por el método de evaluación de esta tesis.

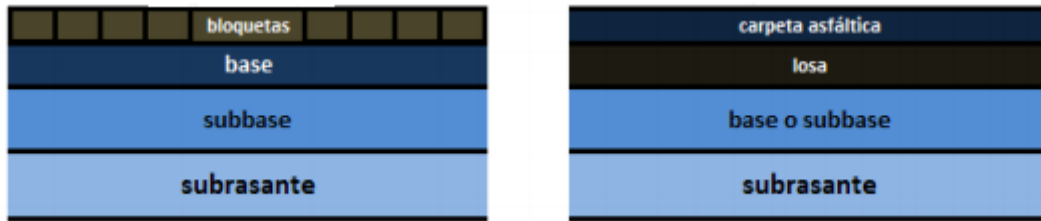


Figura 3: Estructura del pavimento. Fuente: Becerra, M. (2012)

### 1.6.3. Tipos de fallas en pavimentos flexibles

#### a. Fallas por insuficiencia estructural.

Estas fallas son producidas cuando la conformación del paquete estructural con la cual fue diseñada no es la adecuada a las solicitudes de las cargas de tráfico, la cual puede tener un material de buena calidad, pero, en donde la combinación de la falta de resistencia al esfuerzo y la falta de espesores hacen que el tiempo de vida útil se reduzca considerablemente.

#### b. Fallas por defectos constructivos.

Se trata de pavimentos formados por materiales resistentemente suficientes y bien proporcionados, pero que, en cuya construcción se han producido defectos o errores que comprometen al comportamiento del paquete estructural.

#### c. Fallas por fatiga.

Las fallas por fatiga son muy comunes en los pavimentos luego de un largo periodo de vida útil, la cual cumplió sin problemas, pero al pasar el tiempo de servicio para la cual fue diseñada este empieza a fallar.

#### **1.6.4. Método de evaluación superficial de pavimentos asfálticos (Pavement Condition Index - PCI)**

Método desarrollado por M.Y. Shahin y S.D. Khon , desarrollado entre los años 1976 y 1978, publicada por los ingenieros de la armada de los Estados Unidos de América mediante el Reporte N.º M-268. En 1990, Shahin y Walther indicaron que es un método estándar para determinar el estado con el que se encuentra la superficie de un pavimento, la cual conlleva a poder tener en cuenta la intervención de mantenimiento o reparación a realizar en conformidad del valor del índice de la condición del pavimento.

Para la American Society for Testing and Materials. (2004), “el PCI no puede medir la capacidad estructural del pavimento, y tampoco proporciona determinación directa sobre el coeficiente de resistencia a la fricción (resistencia al resbalamiento) o la rugosidad general”. Suministra información fidedigna de las fallas presentes en el pavimento, su severidad y el área afectada para así poder determinar las necesidades y prioridades de mantenimiento y reparación. El procedimiento ofrece una confiabilidad fiel estadística de los resultados. Un monitoreo continuo del PCI es utilizado para poder establecer el ritmo con la que el pavimento se deteriora, a partir del cual se pueden identificar las necesidades de rehabilitación con la debida anticipación.

El PCI brinda información sobre el rendimiento del pavimento para su verificación o para implementar medidas de mejoras en su diseño y métodos de mantenimiento.

#### **1.6.5. Muestreo y unidades de muestra en el método PCI.**

##### **a. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación.**

En la evaluación de una red vial puede tenerse un número muy amplio de unidades de muestreo cuya inspección tomará amplitud de tiempo y recursos; por lo que, es necesario implantar un proceso de muestreo.

En la tasación de un proyecto se deben evaluar todas las unidades; sin embargo, de no ser posible, las unidades de muestreo mínimas que deben evaluarse se obtienen mediante la Ecuación 1, la cual proporciona una confiabilidad del 95 por ciento y un estimado del  $PCI \pm 5$  del promedio verdadero.

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

(Ecuación 1)

Dónde:

- n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.
- e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%).
- s: Desviación estándar del PCI entre las unidades, dado que es un pavimento asfáltico se asume el valor de 10.
- N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

#### **b. Selección de las unidades de muestreo para inspección.**

Con los números de unidades de muestra ya definidas a ser inspeccionadas, se calcula el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar.

Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar. El intervalo del espaciamiento “i” de las unidades a ser muestreadas debe ser computado mediante la siguiente fórmula (Ecuación 2) redondeando el resultado al próximo número entero menor:

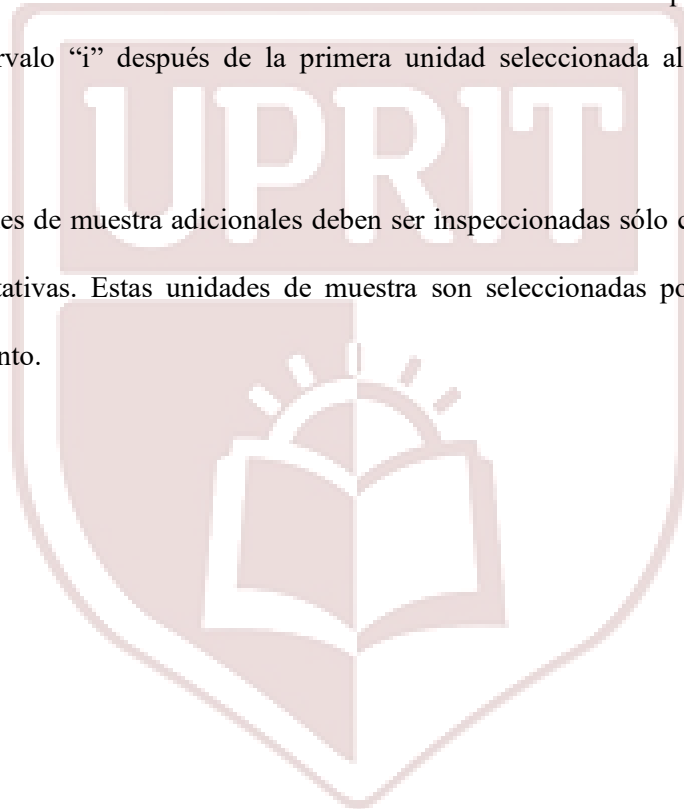
$$i = \frac{N}{n} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Dónde:

- N: número total de unidades de muestra en la sección.
- n: número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es seleccionada al azar entre las unidades de muestra 1 hasta “i”. Las unidades de muestra en la sección que son incrementos sucesivos del intervalo “i” después de la primera unidad seleccionada al azar también son inspeccionadas.

Las unidades de muestra adicionales deben ser inspeccionadas sólo cuando se observan fallas no representativas. Estas unidades de muestra son seleccionadas por el inspector que evaluara el pavimento.



### 1.6.6. Condición del Pavimento

El PCI califica la condición “integral” del pavimento mediante una escala que varía desde 0 hasta 100. Además, resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI y el estado del pavimento asociado a este mismo valor (Tabla N° 1)

**Tabla N° 1**

Significado del valor PCI.

Valor	Significado
100	Pavimento en “perfecto” estado.
70	Punto en que el pavimento comienza a mostrar pequeñas fallas localizadas, es decir el punto en que deben iniciarse acciones de mantenimiento rutinario y/o preventivo menor.
55	Punto en que el pavimento requiere acciones de mantenimiento localizado para corregir fallas más fuertes. Condición para corregir fallas fuertes. Su condición de rodaje sigue siendo “buena” pero su deterioro o reducción de calidad de rodaje comienza a aumentar.
40	Punto en el que pavimento muestra fallas más acentuadas y su condición de rodaje puede calificarse como “regular” o “aceptable”, el deterioro aumenta rápidamente. Este punto es cercano al definido como punto “óptimo” de rehabilitación.
0	El pavimento está fuertemente deteriorado, presenta diversas fallas avanzadas y el tráfico no puede circular a velocidad normal. El pavimento se considera “fallado” y requiere acciones de mantenimiento mayor y eventualmente reconstrucción parcial de un alto porcentaje de su área.

Fuente: Tomada de Corros, Urbaez, Corredor (2009) y Vásquez (2002)

**Tabla N° 2**

Índice de Condición del Pavimento (PCI) y escala de clasificación.

PCI	CLASIFICACIÓN
86 – 100	Excelente
71 – 86	Muy bueno
57 – 70	Bueno
41 – 56	Regular
26 – 40	Pobre
11 – 25	Muy pobre
0 – 10	Colapsado

Fuente: Tomada de American Society for Testing and Materials. (2004).

El método del PCI considera un total de diecinueve (19) fallas que embarcan a todas aquellas que se hacen comunes en la degradación del pavimento (tabla N°3).

**Tabla N° 3**

Catálogo de fallas para el método PCI.

No.	Descripción	Unidades
1.	Piel de cocodrilo.	m2
2.	Exudación.	m2
3.	Agrietamiento en bloque.	m2
4.	Abultamientos y hundimientos.	m
5.	Corrugación.	m2
6.	Depresión.	m2
7.	Grieta de borde.	m
8.	Grieta de reflexión de junta.	m
9.	Desnivel carril-berma.	m
10.	Grietas longitudinales y transversales.	m
11.	Parqueo.	m2
12.	Pulimiento de agregados.	m2
13.	Huecos.	m2
14.	Cruce de vía férrea.	m2
15.	Ahuellamiento.	m2
16.	Desplazamiento.	m2
17.	Grieta parabólica (slippage).	m2
18.	Hinchamiento.	m2
19.	Desprendimiento de agregados.	m2

Fuente: Tomada de Corros, Urbaez, Corredor (2009) y Vásquez (2002)

### 1.6.7. Tipos de fallas en un pavimento flexible considerados por el Método PCI

A continuación, se detalla las 19 fallas consideradas en el sistema de convención propuesto por el Metodo Pavement Condition Index (PCI) para la identificación en la que se encuentra el pavimento.

#### a. Piel de cocodrilo.

Son una serie de grietas las cuales están interconectadas, producidas por la fatiga de la mezcla asfáltica. Las grietas comienzan en el fondo de la capa, propagándose hasta la superficie, las cuales en sus inicios fueron grietas longitudinales paralelas. Posteriormente, bajo el efecto del tráfico, éstas se empiezan a conectar formando polígonos de tamaños distintos que semejan la piel de un cocodrilo o un alambre de gallinero, de ahí el nombre de esta falla. Estas grietas, que ocurren sólo en áreas que están sometidas a tráfico, se consideran una falla estructural severa y, las cuales, en su mayor parte vienen acompañadas por ahuellamientos.

“Esta condición es indicativa de movimiento excesivo de una o más de las capas del pavimento o de fatiga, muchas veces en la propia carpeta es típico de bases débiles o insuficiente compactadas” (Rico y Del Castillo, 2011, p.127).



Figura 4: Piel de cocodrilo. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

**b. Exudación.**

La exudación es una película de material bituminoso presente en la superficie del pavimento, de apariencia brillante y reflectiva que usualmente llega a ser pegajosa.

Puede ser originada por exceso de la aplicación de un sello asfáltico, por excesivo asfalto en la mezcla, o por el bajo contenido de vacíos de aire en la mezcla.

Esta ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales, en donde esta emerge y se expande hacia la superficie del pavimento.



Figura 5: Exudación. Fuente: Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002)

**c. Agrietamiento en bloque.**

Vásquez (2002) menciona que las grietas en bloque son grietas que dividen el pavimento aproximadamente rectangular las cuales están interconectadas. Estas divisiones pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque son originadas principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios. Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá

únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño se diferencia de la piel de cocodrilo en que en esta se forman porciones más pequeñas, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares, a diferencia de los agrietamientos en bloque que no están asociadas a las cargas.



Figura 6: Agrietamiento en bloque. Fuente: Vásquez, L. (2002)

#### **d. Abultamientos y hundimientos.**

Son ondulaciones transversales consecutivas de la superficie del pavimento, desarrolladas generalmente por deficiencias de estabilidad en la mezcla asfáltica, aunque también pueden ocurrir por falta de liga entre la capa media y la superior o por excedente de humedad en la subrasante.

Los abultamientos son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia abajo y hacia arriba de la superficie del pavimento, que tergiversan el perfil de la vía.

No son causados por la inestabilidad del pavimento, sino que pueden ser por el producto de varios factores, tales como:

- Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido cubierto con una carpeta asfáltica.
- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y acumulación de material en una fisura en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión de la subrasante.
- Deficiencias de drenaje en el paquete estructural del pavimento.

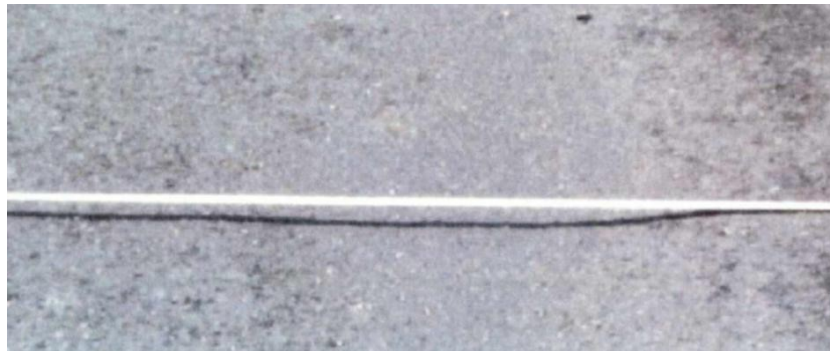


Figura 7: Abultamientos y hundimientos. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

#### e. **Corrugación.**

Las corrugaciones son deformaciones del perfil longitudinal con valles y cimas regularmente separados a distancias regulares. Estas suelen ser acompañadas generalmente por grietas semicirculares en los sitios críticos. Causado por acción del tránsito junto a base inestable.

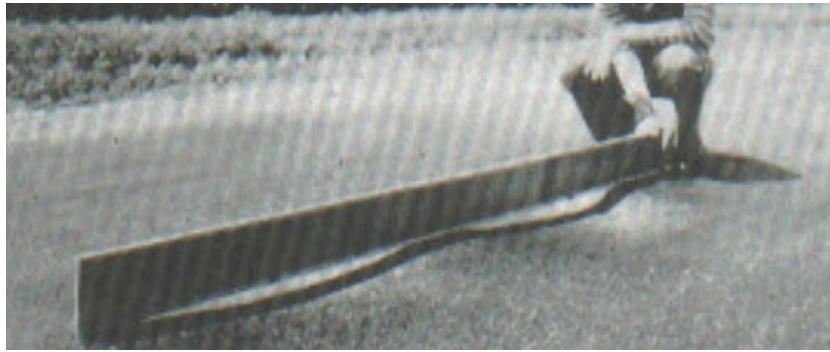


Figura 8: Corrugación. Fuente: Vásquez, L. (2002)

#### f. Depresión

Son áreas puntuales de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento que se encuentra a su alrededor. En varias ocasiones, las depresiones suaves sólo pueden ser visualizadas después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros”. Se tiene que tener en consideración que se diferencia del hundimiento, en que este último se trata de caídas más abruptadas.

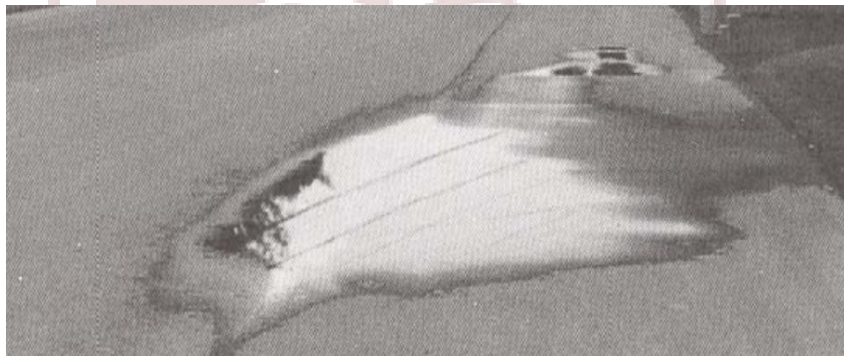


Figura 9: Depresión. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

**g. Grieta de borde.**

Corros, Urbaez y Corredor (2009) menciona que las grietas de borde son paralelas y generalmente están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m. al borde exterior del pavimento.

Este daño se origina por debilitamiento debido a condiciones climáticas de la subrasante o de la base en sectores próximos al borde del pavimento, por terraplenes construidos con materiales expansivos o por falta de soporte lateral. Este deterioro de la falla de borde se puede acelerar por el efecto de las cargas de tránsito.



Figura 10: Grieta de borde. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

**h. Grieta de reflexión de junta.**

Vásquez (2002) afirma que este daño ocurre solo cuando a una losa de concreto de cemento Pórtland se le adiciona en su superficie un pavimento asfáltico. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal). Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto, por el efecto de la temperatura o humedad, bajo la superficie del concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas de tránsito; sin embargo, estas pueden ocasionar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta.

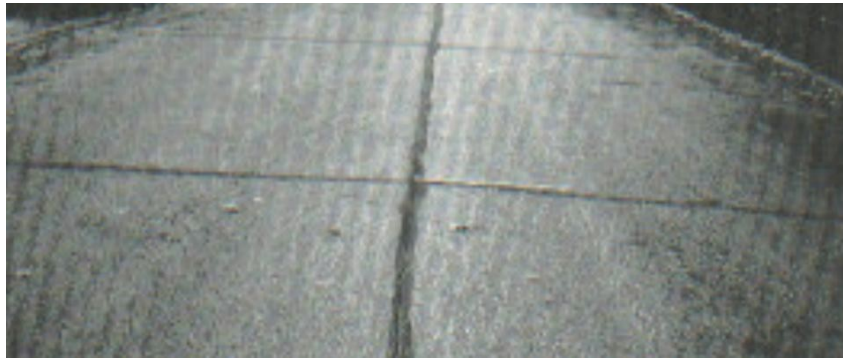


Figura 11: Grieta de reflexión de junta. Fuente: Vásquez (2002)

**i. Desnivel carril/berma.**

El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el pavimento y la berma. Este daño se origina por la erosión de la berma, el asentamiento de esta o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin el debido ajuste con el nivel de la berma.



Figura 12: Desnivel carril-berma. Fuente: Vásquez (2002)

**j. Grietas longitudinales y transversales.**

“Consiste en la aparición de grietas longitudinales de no gran abertura (en el orden de 0.5 cm) en toda el área que corresponde a la de circulación de las cargas más pesadas” (Rico y Del Castillo, 2011, p.129)

Las grietas longitudinales son paralelas al sentido del tráfico, al eje de construcción o al eje del pavimento. Estas fallas son causadas generalmente por:

- Mala construcción de junta en franjas de asfalto.
- Contracción del asfalto debido al envejecimiento y los cambios de temperatura.
- Reflexión de las grietas del pavimento inferior, grietas de asfalto, o losas de concreto.

En cambio, las grietas transversales son fallas perpendiculares al eje del pavimento y son causadas por las mismas razones indicadas para las grietas longitudinales.

Estos tipos de fallas no están generalmente asociadas con tráfico y/o cargas.



Figura 13: Grietas longitudinales y transversales. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

#### **k. Parcheo.**

Un parche es un trabajo de mantenimiento en un área de pavimento la cual ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.



Figura 14: Parcheo. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

#### **l. Pulimiento de agregados.**

Vásquez (2002), considera que este daño es causado por la repetición de las cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. (p.32)

Las causas principales que ocasionan este fenómeno de pulimiento son el uso de los agregados pétreos con naturaleza degradable en el pavimento o una mezcla asfáltica de condición pobre que causa la exposición de los agregados.

Este tipo de falla, a diferencia de las demás, no tiene clasificación de nivel de severidad, sino que se tiene que considerar como daño cuando este llegue a ser muy significativa al tacto.



Figura 15: Pulimiento de agregados. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

### m. Huecos.

Los huecos son pequeñas fallas de forma cóncava o tazón y generalmente de diámetros inferiores a 0.9 m. Se presentan usualmente a las cercanías de la superficie con bordes verticales y angulosos. Crecen rápidamente por efecto de agua acumulada en el propio hueco. Son producidos por disgregación de pequeñas áreas de pavimento. Este se desintegra debido a defectos de mezclas, puntos débiles en la base o en la subrasante o grietas de piel de cocodrilo de alta severidad. Se suele confundir con disgregación o desintegración lo cual no debería pasar ya que generalmente son causados por una falla estructural. (Corros, Urbaez, Corredor, 2009)



Figura 16: Huecos. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

**n. Cruce de vía férrea.**

Los defectos asociados al cruce de la vía férrea son depresiones o abultamientos en el plano de contacto entre el pavimento de la calzada y los rieles, que afectan la calidad de rodaje.

(Vásquez, 2002)

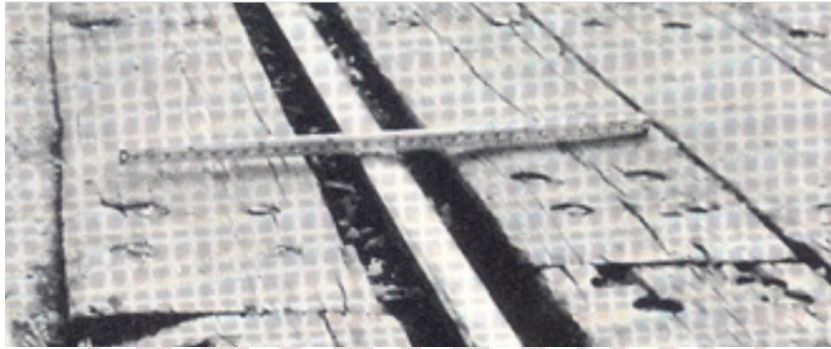


Figura 17: Cruce de vía férrea. Fuente: Corros, Maylin. Urbacz, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

**o. Ahuellamiento.**

Es una depresión de la zona localizada en la superficie de las huellas de la llanta de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación a los lados de la zona afectada.

Se produce por una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debido a la carga del tránsito. Un Ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropilano por almacenamiento de agua. (Vásquez, 2002)



Figura 18: Ahuellamiento. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

**p. Desplazamiento.**

Es un corrimiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañados por levantamientos de material formando "cordones", principalmente laterales, o bien por desplazamiento de la capa asfáltica sobre la superficie subyacente, generalmente acompañada de un levantamiento hacia el eje de la vía. Se debe al empuje del tránsito sobre el pavimento. (Corros, Urbaez, Corredor, 2009)



Figura 19: Desplazamiento. Fuente: Corros, Maylin. Urbaez, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

**q. Grieta parabólica (Slippage).**

Las grietas parabólicas por deslizamiento (slippage) son grietas en forma de media luna creciente. Son producidas cuando las ruedas que frenan o giran inducen el deslizamiento o la deformación de la superficie del pavimento. Usualmente, este daño

ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada. (Vásquez, 2002, p.41)



Figura 20: Fisura parabólica o por deslizamiento (Slippage). Fuente: Corros, Maylin. Urbacz, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

#### r. Hinchamiento.

Abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, generalmente en la forma de una onda que distorsiona el perfil de la carretera. Causado por la expansión de los suelos de la subrasante. En muchos casos puede estar acompañado de fisuramiento de la superficie. (SIECA. 2010, p.309)



Figura 21: Hinchamiento. Fuente: Corros, Maylin. Urbacz, Ernesto. Corredor, Gustavo (2009)

**s. Desprendimiento de agregados.**

La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento. (Vásquez, 2002, p.44)



Figura 22: Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados. Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014)

**1.7. Definición de términos básicos**

**Cl. Arizola.**

Lugar u objeto de estudio, ubicado en la zona urbana de la ciudad de Chiclayo, provincia de Chiclayo, región Lambayeque.

**Carpeta asfáltica.**

Es la capa (mezcla de asfalto y agregado) de espesor variable usada para eliminar irregularidades en el contorno de una superficie existente. Es la capa superficial de la estructura del pavimento flexible o híbrido, la cual está conformada por una capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca encima de la base.

### **Carril.**

De acuerdo a la norma la definición de carril es parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito, pero para el uso del software Evalpav, carril no será parte de la calzada, sino será la calzada misma como parte de la vía destinada a la circulación de vehículos en los sentidos izquierdo y derecho no incluye la berma. De acuerdo a esto, en esta investigación se nombrará carril a la calzada.

### **Evaluación de la carpeta asfáltica.**

Determinación del valor del índice de condición de pavimentos de la superficie de rodadura mediante el método PCI.

### **Fallas de carpeta asfáltica.**

Conjunto de 19 tipos de defectos de la carpeta asfáltica consideradas por el Método PCI.

### **Intervención.**

Operación vial, conjunto de actividades que se inician al término de una construcción de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado.

### **Mantenimiento.**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

### **Método PCI.**

Conjunto de operaciones o procedimientos para determinar el valor del índice de condición del pavimento propuesto por M. Shahin.

### **Nivel de severidad.**

Cualquiera de las tres categorías en las que se encuentra determinada una de las 19 fallas del pavimento flexible: bajo (L), medio (M) y alto (H).

### **Valor PCI.**

Es un índice encontrado mediante el método del PCI que varía de 0 a 100 puntos.

## **1.8. Formulación de hipótesis**

La aplicación del método del PCI determina en qué estado de conservación se encuentra el pavimento flexible de la Calle Arizola, tramo Av. La Libertad – Calle Los Tumbos de la ciudad de Chiclayo.

## **1.9. Propuesta de Aplicación Profesional**

### **1.9.1 Desarrollo del Método del PCI procesado con el software EVALPAV**

- Empezamos con una visita a campo, en la cual medimos el ancho de la calzada, la cual resulta con un ancho de 8.10 metros, así mismo medimos la longitud total del tramo en estudio que corresponde desde la Av. La Libertad hasta la Calle Los Tumbos, resultando en longitud total de 300 metros.
- Luego de la evaluación preliminar realizada en campo, y ya teniendo las medidas tanto del ancho de calzada como de longitud de tramo, dividimos el ancho de la calzada en dos carriles, derecho e izquierdo, con un ancho de 4.05 metros cada uno, en donde tomamos una longitud por unidad de muestra de 50 metros.
- Calculamos el total de número de muestras que tendremos en cada carril.  
$$N = 300 \text{ metros} / 50 \text{ metros} = 6 \text{ Unidades de Muestra}$$
Dándonos un total 12 muestras, 6 para el carril derecho y 6 para el carril izquierdo, con un área de 202.5 metros cuadrados, cumpliendo con lo establecido en el manual de la Norma ASTM D6433-03, en donde indica que las muestras deben estar comprendidas en un área de  $230.00 \pm 93.00$  metros cuadrados, es decir, con un mínimo y máximo de 137.00 y 323.00 metros cuadrados.
- Debido a el tramo de evaluación tiene una longitud de 300 metros lineales, no es necesario hacer el cálculo del valor o número aleatorio de muestras, ya que tomaremos y evaluaremos las 12 muestras obtenidas.

Con esto se obtendrá un menor margen de error y un nivel mayor de confianza.

- Las muestras empezaran a ser enumeradas desde el inicio del carril derecho, la cual empieza desde la intersección de la Calle Arizola con la Av. La Libertad, con la numeración de UM 01, hasta UM 06, la cual termina en el cruce con la Calle Los Tumbos.

Para luego continuar en el carril izquierdo con la muestra UM 07, hasta la última unidad de muestra, UM 12.

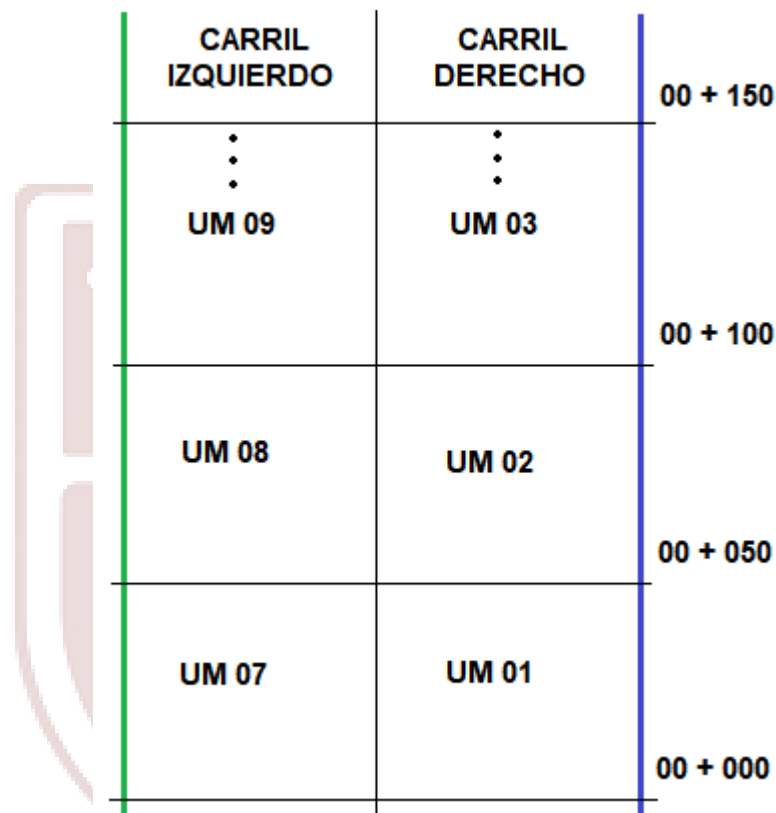


Figura 23: Unidades de muestra. Fuente: Elaboración Propia.

- Volvemos a campo con las hojas de datos, con las cuales hacemos el relevamiento de los datos, enumerando las fallas y determinando la severidad a lo largo de todo el tramo, tanto para carril derecho e izquierdo



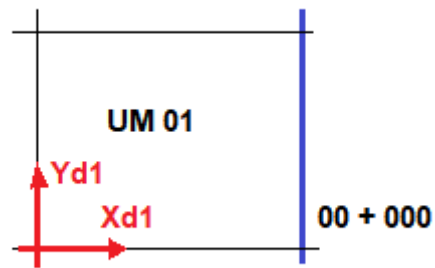


Figura 24: Sistema de coordenadas. Fuente: Elaboración Propia.

- Luego de recolectar y tener todos los datos, en gabinete empezamos a trabajar con el programa EVALPAV
- Abrimos el archivo EVALPAV para poder iniciar, automáticamente nos abrirá una ventana en la cual seleccionamos Nuevo proyecto.

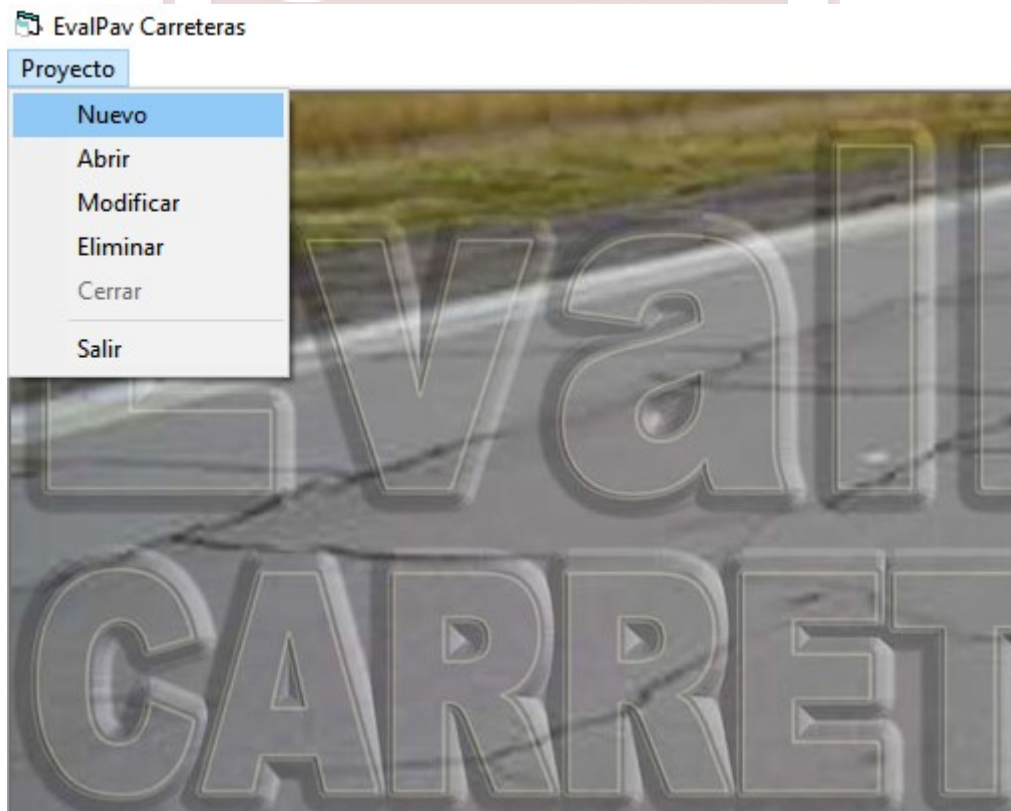


Figura 25: Ventana principal del software EVALPAV. Fuente: Software EVALPAV.

- Para el presente análisis de la Calle Arizola se crea un nuevo proyecto, el cual rellenamos los datos en el cuadro de dialogo “proyecto nuevo”, en donde colocamos la descripción de nuestro proyecto, como nombre y ubicación, y en la parte de observaciones se consideró el tramo en evaluación.

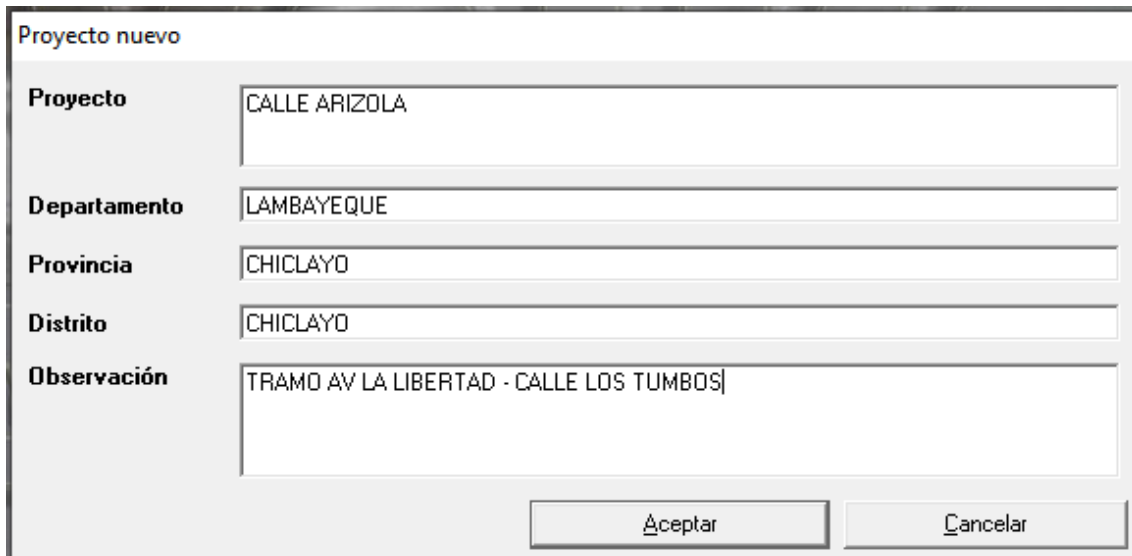


Figura 26: Cuadro de diálogo “proyecto nuevo”. Fuente: Software EVALPAV.

- Luego que establecimos el proyecto con el cual se va a trabajar, seleccionamos en la barra de menú la opción de “evaluación”, seguido de la opción “Condición Superficial de los Pavimentos/ Concreto Asfáltico”.

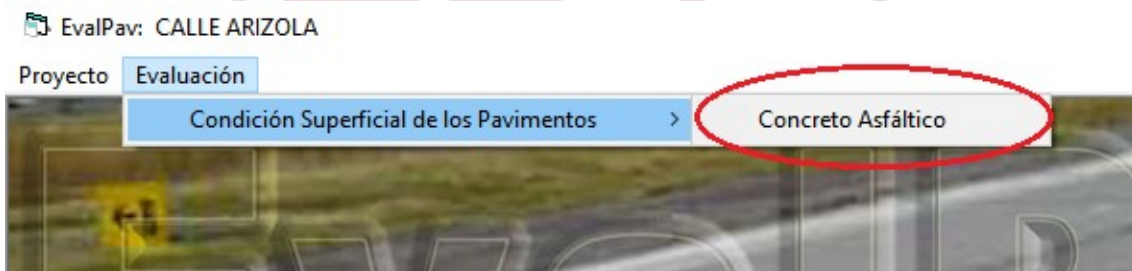


Figura 27: Opción “evaluación”. Fuente: Software EVALPAV.

- Aparece automáticamente un cuadro de dialogo (ver Figura 28). En donde indica la flecha debemos adicionar el sector; los sectores se adicional en el próximo cuadro de dialogo (ver Figura 29), en donde damos clic en agregar, adicionando el sector en evaluación, sector 01 con progresivas km 0+000.0 – km 0+300.0.

Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | Bach. Gerson Blas Pizarro

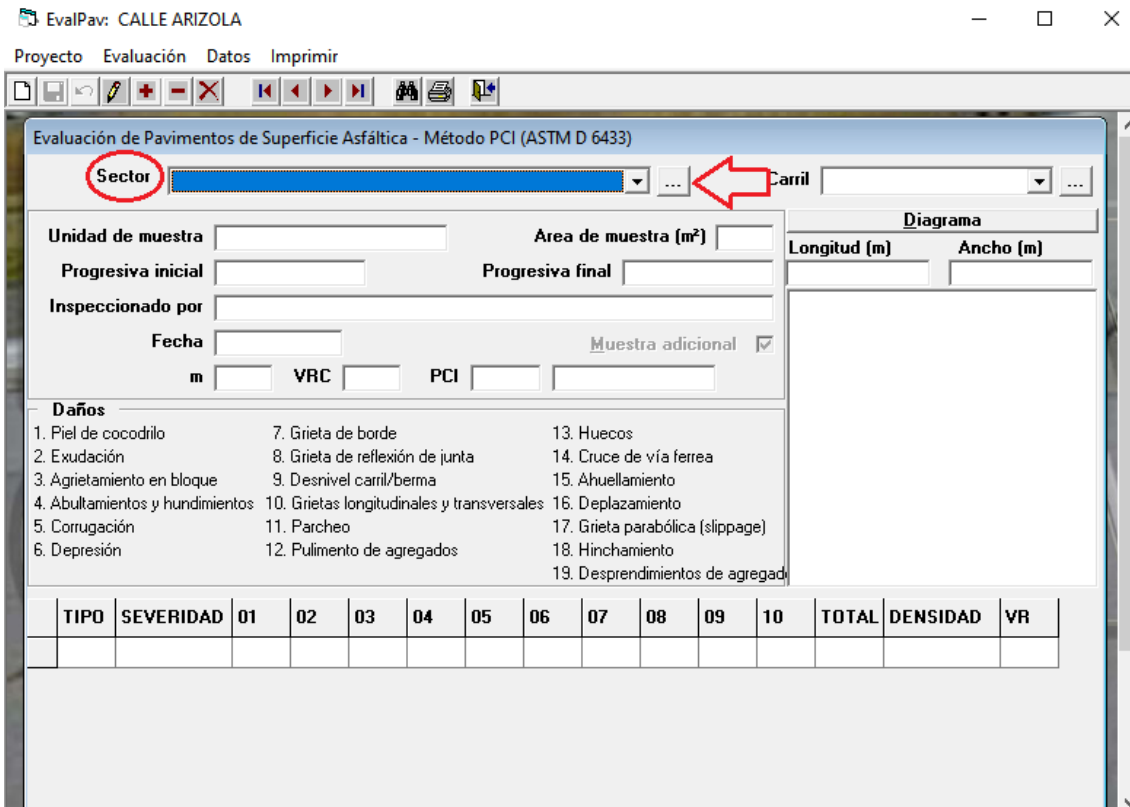


Figura 28: Cuadro de diálogo “evaluación de pavimentos de superficie asfáltica - método PCI”. Fuente: Software EVALPAV.



Figura 29: Cuadro de diálogo “sector”. Fuente: Software EVALPAV.

- Después de que creamos el sector en el cual trabajaremos, procedemos a crear los carriles, haciendo clic en “agregar sector”. De la misma forma que adicionamos el sector, se hace para los carriles, presionando el botón “agregar” e ingresamos los carriles de evaluación, los cuales son: Carril Derecho y Carril izquierdo (ver Figura 30).

Carril

SECCION	OBSERVACION
DERECHO	
IZQUIERDO	

Figura 30: Cuadro de diálogo "carril". Fuente: Software EVALPAV.

- Con los datos que tenemos en nuestro formato de registro (ver Tabla N°5) llenado en campo, procedemos a ingresarlos al programa (ver Figura 31).

**Tabla N° 5**

Unidad de muestra UM 01.

TIPO DE FALLAS EXISTENTES						
DAÑO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	
10	L	0.1	0.1	1.8	0	
10	M	3.55	19	7.9	0	
10	M	0.8	0.1	1.8	0	
11	L	2.65	0	50	0.8	
13	H	0	0	0.4	1.7	
19	M	0	0	50	1.55	

Diagrama

TIPO	SEVERIDAD	X	Y	LONGITUD	ANCHO	AREA
10	L	0.1	0.1	1.8	0	1.8
10	M	3.55	19	7.9	0	7.9
10	M	0.8	0.1	1.8	0	1.8
11	L	2.65	0	50	0.8	40
13	H	0	0	0.4	1.7	2
19	M	0	0	50	1.55	77.5

Figura 31: Cuadro de diálogo "Diagrama". Fuente: Software EVALPAV.

- Para el caso de HUECOS, en el cuadro de área se le cambia por el número de huecos encontrados, para este caso el área en donde se encuentra el hueco se divide entre 0.47 m<sup>2</sup>, ya que al ser mayor de 762 mm, según manual, se tiene que hallar el número equivalente de huecos.
- Al procesar los datos de la primera unidad de muestra obtenemos un Valor de Reducción Corregido (VRC) de 68 y un Índice de Condición del Pavimento (PCI) de 32 (ver Figura 32), en la cual, según los rangos de calificación del PCI nos dice que la unidad de muestra es MALO o POBRE.

Evaluación de Pavimentos de Superficie Asfáltica - Método PCI (ASTM D 6433)

Sector: 01 (KM 0+00 KM 0+300) Carril: DERECHO

Unidad de muestra: UM 01 Area de muestra (m<sup>2</sup>): 202.5

Progresiva inicial: 00+000 Progresiva final: 00+050

Inspeccionado por: GERSON BLAS PIZARRO

Fecha: 27/08/2020 Muestra adicional:

m: 5.41 VRC: 68 PCI: 32 Pobre

**Daños**

1. Piel de cocodrilo	7. Grieta de borde	13. Huecos
2. Exudación	8. Grieta de reflexión de junta	14. Cruce de vía férrea
3. Agrietamiento en bloque	9. Desnivel carril/berma	15. Ahuellamiento
4. Abultamientos y hundimientos	10. Grietas longitudinales y transversales	16. Desplazamiento
5. Corrugación	11. Parcheo	17. Grieta parabólica (slippage)
6. Depresión	12. Pulimento de agregados	18. Hinchamiento
		19. Desprendimientos de agregados

Diagrama

Longitud (m)	Ancho (m)
50	4.05
19M	11L
	10M

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	TOTAL	DENSIDAD	VR
	L	1.8										1.8	0.9	0
10	M	1.8	7.9									9.7	4.8	11
11	L	40.0										40.0	19.8	23
13	H	2.0										2.0	1.0	52
19	M	77.5										77.5	38.3	31

Figura 32: Procesamiento de información UM 01. Fuente: Software EVALPAV.

- En la unidad de muestra UM 01 tenemos al desprendimiento de agregados y parches como la falla de mayor incidencia.

## **II. MATERIAL Y METODOS**

### **2.1. Material**

#### **a. Materiales**

Los materiales que se emplearon son básicamente accesorios de escritorio, como es el caso de lapiceros, papel, impresora, uso de equipos de informática y multimedia, entre otros.

También se requirió el uso de una wincha, reglas y conos de seguridad.

#### **b. Humano**

El recurso utilizado es el tesista de este proyecto Gerson Francisco Blas Pizarro, así como un ayudante de noveno ciclo de la carrera de ingeniería civil de la Universidad Señor de Sipán de la ciudad de Chiclayo Franco Carrasco Collantes y mi asesor de tesis Ingeniero Guido Robert Marín Cubas.

#### **c. Servicio**

Los servicios utilizados en esta investigación son el uso de internet, luz, agua, y red de datos móviles.

#### **d. Otros**

También la utilización de servicios adicionales como el uso de transporte privado para la movilidad a la calle en investigación.

### **2.2. Material de estudio**

#### **2.2.1. Población**

El tamaño de la población o universo utilizada en el proyecto es de 615 metros lineales y 5 metros de ancho, considerando los carriles izquierdo y derecho de la Cl. Arizola, tramo Av. La Libertad - Av. Garcilazo de la Vega de la ciudad de Chiclayo.

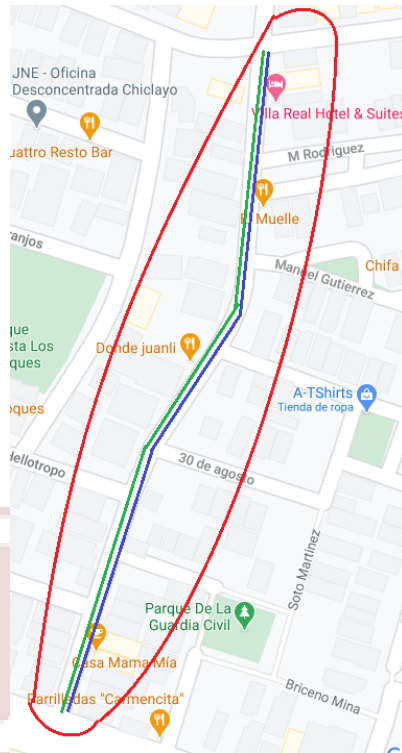


Figura 33: Lugar de estudio Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2.2. Muestra

Para la aplicación del método del PCI primero se tiene que dividir el tramo de análisis en unidades de muestra, en las cuales sus áreas deben estar en el rango de  $230.00 \pm 93.00 \text{ m}^2$ .

La calle en estudio es una carretera con carpeta asfáltica, cuyo ancho de calzada es de 8.10 metros, la cual se ha dividido en dos carriles equidistantes, carril derecho y carril izquierdo, con una longitud de 50 metros cada una, la cual nos da un área de  $202.5 \text{ m}^2$ , dándonos un total de 12 muestras.

Asimismo, para la evaluación de nuestras unidades de muestra, estarán delimitadas por una progresiva de inicio y otra de final.

Para este estudio se analizarán todas las unidades ya definidas, realizándose el levantamiento de todas las 12 unidades.

## 2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos

### 2.3.1. Para recolectar datos

Utilizaremos como instrumento de recolección de datos de nuestra investigación un cuadro de preguntas con respecto al método del PCI.

La observación y la medición in situ, serán mediante los formatos desarrollados según el Manual del PCI, los cuales utilizaremos para tener los datos de una situación existente obtener una adecuada investigación.

### 2.3.2. Para procesar datos

Para el desarrollo del método PCI dividimos el trabajo en 2 etapas, una será el trabajo en campo la cual nos ayudara a definir los tipos de fallas existentes y la segunda será el trabajo en gabinete en la cual procesaremos los datos recopilados, los cuales serán procesados en el programa EVALPAV, el cual nos arrojará el análisis de los resultados obtenidos analíticamente.

### 2.4. Operacionalización de variables

**Tabla N° 6**

Operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Unidad de Medida	Instrumento de Investigación
Independiente:  Método PCI	Es una técnica de estudio que constituye la manera más completa para la evaluación de un pavimento	Reconocer las fallas del pavimento en campo.	Clase. Severidad. Extensión.	Formato de Registro Observación directa
		Determinar su índice de condición del pavimento.	Valor deducido. CDV: Máximo valor deducido. PCI	Información de Tablas.
		Determinar en qué condición actual se encuentra el pavimento flexible.	Escala de rango PCI Condición según escala	Información de Tablas.
Dependiente:  Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica	Trabajo que nos permite identificar la condición de un pavimento	Evaluación preliminar	Parámetros de evaluación	Formato de Registro
		Evaluación detallada	Índice de condición Condición del pavimento	Formato de Registro

Fuente: Elaboración propia.

### III. RESULTADOS.

#### 3.1. Por Carriles.

##### a) Carril Derecho

##### ➤ Unidad de Muestra 01 (UM 01)

Tabla N° 7

Fallas presentes en UM 01.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 01	00+000	00+050		L	1.8	0.0	0.0	1.8	0.9	0
UM 01	00+000	00+050	10	M	1.8	7.9	0.0	9.7	4.8	11
UM 01	00+000	00+050	11	L	40.0	0.0	0.0	40.0	19.8	23
UM 01	00+000	00+050	13	H	2.0	0.0	0.0	2.0	1.0	52
UM 01	00+000	00+050	19	M	77.5	0.0	0.0	77.5	38.3	31

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 8  
PCI en UM 01.

PCI	CLASIFICACION
32	Pobre

Fuente: Elaboración propia.

##### ➤ Unidad de Muestra 02 (UM 02)

Tabla N° 9

Fallas presentes en UM 02.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 02	00+050	00+100	13	H	2.0	0.0	0.0	2.0	1.0	52
UM 02	00+050	00+100	13	M	2.0	0.0	0.0	2.0	1.0	31
UM 02	00+050	00+100	19	H	86.0	0.0	0.0	86.0	42.5	68
UM 02	00+050	00+100		L	40.0	0.0	0.0	40.0	19.8	23

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 10

PCI en UM 02.

PCI	CLASIFICACION
8	Colapsado

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 03 (UM 03)**

**Tabla N° 11**

Fallas presentes en UM 03.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 03	00+100	00+150	13	M	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	20
UM 03	00+100	00+150		M	1.3	0.0	0.0	1.3	0.6	17
UM 03	00+100	00+150	13	H	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	39
UM 03	00+100	00+150	19	M	86.0	0.0	0.0	86.0	42.5	32
UM 03	00+100	00+150	11	L	33.6	0.0	0.0	33.6	16.6	21

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 12**

PCI en UM 03.

PCI	CLASIFICACION
33	Pobre

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 04 (UM 04)**

**Tabla N° 13**

Fallas presentes en UM 04.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 04	00+150	00+200	13		3.0	0.0	0.0	3.0	1.5	39
UM 04	00+150	00+200	19	M	85.0	0.0	0.0	85.0	42.0	32

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 14**

PCI en UM 04.

PCI	CLASIFICACION
49	Regular

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 05 (UM 05)**

**Tabla N° 15**

Fallas presentes en UM 05.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 05	00+200	00+250	19	M	87.0	0.0	0.0	87.0	43.0	32

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 16**

PCI en UM 05.

PCI	CLASIFICACION
68	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 06 (UM 06)**

**Tabla N° 17**

Fallas presentes en UM 06.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 06	00+250	00+300		M	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	8
UM 06	00+250	00+300	10	M	1.2	0.0	0.0	1.2	0.6	0
UM 06	00+250	00+300	13	H	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	39
UM 06	00+250	00+300	13	M	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	20
UM 06	00+250	00+300	19	L	150.0	0.0	0.0	150.0	74.1	15

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 18**

PCI en UM 06.

PCI	CLASIFICACION
51	Regular

Fuente: Elaboración propia.

b) Carril Izquierdo

➤ Unidad de Muestra 07 (UM 07)

Tabla N° 19

Fallas presentes en UM 07.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 07	00+000	00+050	19	M	102.5	0.0	0.0	102.5	50.6	34
UM 07	00+000	00+050		L	8.0	0.0	0.0	8.0	4.0	51

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 20

PCI en UM 07.

PCI	CLASIFICACION
39	Pobre

Fuente: Elaboración propia.

➤ Unidad de Muestra 08 (UM 08)

Tabla N° 21

Fallas presentes en UM 08.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 08	00+050	00+100	7	H	1.1	2.2	0.0	3.3	1.6	9
UM 08	00+050	00+100		H	1.0	2.0	0.0	3.0	1.5	60
UM 08	00+050	00+100	13	L	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	12
UM 08	00+050	00+100	13	M	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	20
UM 08	00+050	00+100	19	M	52.5	0.0	0.0	52.5	25.9	28
UM 08	00+050	00+100	3	M	5.4	0.0	0.0	5.4	2.7	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22

PCI en UM 08.

PCI	CLASIFICACION
30	Pobre

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 09 (UM 09)**

**Tabla N° 23**

Fallas presentes en UM 09.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 09	00+100	00+150	13	M	2.0	0.0	0.0	2.0	1.0	31
UM 09	00+100	00+150	19	M	52.5	0.0	0.0	52.5	25.9	28
UM 09	00+100	00+150	7	H	7.7	0.0	0.0	7.7	3.8	14
UM 09	00+100	00+150		M	1.9	0.0	0.0	1.9	0.9	2

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 24**

PCI en UM 09.

PCI	CLASIFICACION
52	Regular

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 10 (UM 10)**

**Tabla N° 25**

Fallas presentes en UM 10.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 10	00+150	00+200		H	4.0	0.0	0.0	4.0	2.0	66
UM 10	00+150	00+200	19	M	52.5	0.0	0.0	52.5	25.9	28

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 26**

PCI en UM 10.

PCI	CLASIFICACION
32	Pobre

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 11 (UM 11)**

**Tabla N° 27**

Fallas presentes en UM 11.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 11	00+200	00+250		M	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	15
UM 11	00+200	00+250	19	M	52.5	0.0	0.0	52.5	25.9	28

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 28**

PCI en UM 11.

PCI	CLASIFICACION
68	Bueno

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Unidad de Muestra 12 (UM 12)**

**Tabla N° 29**

Fallas presentes en UM 12.

UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	DAÑO	SEVERIDAD	01	02	03	TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
UM 12	00+250	00+300	19	M	52.5	0.0	0.0	52.5	25.9	28
UM 12	00+250	00+300		H	1.0	0.0	0.0	1.0	0.5	39

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 30**

PCI en UM 12.

PCI	CLASIFICACION
51	Regular

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Resumen por unidad de muestra

#### ➤ Carril Derecho

**Tabla N° 31**

Clasificación de estado por unidad de muestra Carril Derecho.

AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACION
202.5	UM 01	00+000	00+050	5.4	68	32	Pobre
202.5	UM 02	00+050	00+100	3.9	92	8	Colapsado
202.5	UM 03	00+100	00+150	6.6	67	33	Pobre
202.5	UM 04	00+150	00+200	6.6	51	49	Regular
202.5	UM 05	00+200	00+250	0.0	32	68	Bueno
202.5	UM 06	00+250	00+300	6.6	49	51	Regular

Fuente: Elaboración propia.

#### ➤ Carril Izquierdo

**Tabla N° 32**

Clasificación de estado por unidad de muestra Carril Izquierdo.

AREA (m <sup>2</sup> )	UNIDAD DE MUESTRA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL	m	VRC	PCI	CLASIFICACION
202.5	UM 07	00+000	00+050	5.5	61	39	Pobre
202.5	UM 08	00+050	00+100	4.7	70	30	Pobre
202.5	UM 09	00+100	00+150	7.3	48	52	Regular
202.5	UM 10	00+150	00+200	4.1	68	32	Pobre
202.5	UM 11	00+200	00+250	7.6	32	68	Bueno
202.5	UM 12	00+250	00+300	6.6	49	51	Regular

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Total

La Calle Arizola con un valor de PCI en promedio de 43, la cual corresponde a una clasificación de Regular, tal como se muestra en la tabla 33.

**Tabla N° 33**

Promedio PCI de la Calle Arizola.

Carril	PCI	Clasificación
Derecho	40	Regular
Izquierdo	45	Regular
Calle Arizola	43	REGULAR

Fuente: Elaboración propia.

#### IV. DISCUSION.

- ✓ Producto de la recolección de datos obtenidas en campo de las fallas presentes y la determinación de las unidades de muestra por cada carril de la Calle Arizola, se obtiene el valor del índice de condición del pavimento (PCI) al ingresar los datos en el software EvalPav. El resultado de la evaluación en el carril derecho, compuesta de 6 unidades de muestra con un área de 202.5 m<sup>2</sup> cada una, en donde se obtuvieron, una clasificación pobre y regular para cuatro muestras, excepto para la unidad muestra UM 02 la cual se encuentra en un estado colapsado, lo contrario pasa en la unidad de muestra UM 05 que se encuentra en un estado bueno; sin embargo, el promedio del Carril Derecho, es 40, la cual corresponde a una clasificación Regular por encontrarse dentro del rango (40 ;55) según el manual del PCI; en el Carril Izquierdo se encuentra compuesta, al igual que el carril derecho, por 6 unidades de muestra, con un área estándar de 202.5 m<sup>2</sup>, las cuales están dentro del intervalo de  $230.0 \pm 93.0$  m<sup>2</sup> (137 ;323). El PCI promedio del carril izquierdo es 45 correspondiente a la clasificación de Regular, la cual está en el rango de (40 ;55), con 3 unidades de muestra en condición de pobre (UM 07, UM 08, UM 12), dos en estado regular (UM 09, UM 12), y una en estado Bueno, la cual corresponde a su similar muestra colindante del carril derecho (UM 05 - UM 11). Encontrándose en un estado promedio de Regular en todo el tramo de la Calle Arizola evaluada.

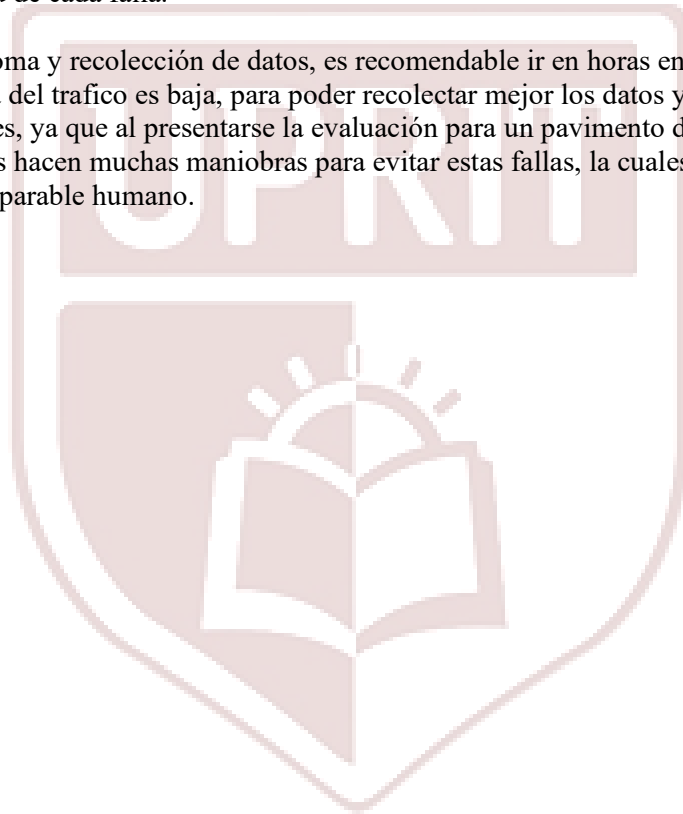


## V. CONCLUSIONES.

- ✓ Del número de veces las cuales se repiten las fallas encontradas en toda la extensión del tramo evaluado en la Calle Arizola, el porcentaje de mayor valor es de la falla denominada huecos, las cuales se formaron probablemente por el estancamiento de agua, debido a la constancia de las precipitaciones a causas del Niño Costero sobre la falla de hundimiento ya presentes antes del inicio de estas precipitaciones, y por la infiltración de agua a través de las grietas que generan una saturación por debajo de la carpeta asfáltica, haciendo que el paso de las diferentes cargas vehiculares generen el colapso del paquete estructural en estas zonas puntuales. A diferencia de los huecos, la cual esta falla abarca el mayor número de fallas, son las fallas por desprendimiento de agregados la cual abarca el mayor porcentaje del área de la vía, encontrándose desde la progresiva 0+000.0 hasta el final del tramo con la progresiva 0+600.0, esto debido al desgaste en el tiempo de su mezcla asfáltica por el constante paso de los vehículos de carga; en tercer lugar encontramos a los parches, presente en casi toda la extensión longitudinal del carril derecho.
- ✓ Por otro lado, con respecto a la severidad, se encuentra una clara predominancia en la mayoría de las fallas presentes en la calle Arizola del nivel de severidad medio (M).
- ✓ Con el PCI de los dos carriles, derecho e izquierdo, los cuales son 40 y 45 respectivamente, se deduce que en la vía conforme las unidades de muestra se alejan de la progresiva inicial, van mejorando su condición reduciendo el área y cantidad que abarca cada uno de los daños, excepto para la unidad de muestra UM 02, la cual se encuentra en un estado de colapsado por los huecos presentes, el estado de regular y bueno encontradas en los tramos cercanos a la progresiva final se debe a que esta parte fue rehabilitada a nivel de carpeta asfáltica en el año 2018.

## VI. RECOMENDACIONES.

- ✓ Para la sectorización de las unidades de muestra se recomienda tomar la medida de la calzada y dividirla a la mitad, para el ancho, y para el tema de la longitud se debe trabajar con valores múltiplos de 5, para una mayor facilidad al momento de hacer la división de las unidades, siempre considerando el tamaño de muestra permitida por el manual del PCI.
- ✓ Se recomienda, para la primera inspección, el uso de un vehículo para poder circular por el tramo en estudio y sentir la sensación que le produce el estado del pavimento al usuario diariamente, con lo cual tendremos una idea y una pequeña visualización de la severidad de cada falla.
- ✓ Para la toma y recolección de datos, es recomendable ir en horas en donde el nivel de afluencia del tráfico es baja, para poder recolectar mejor los datos y evitar los accidentes, ya que al presentarse la evaluación para un pavimento de mala condición los vehículos hacen muchas maniobras para evitar estas fallas, la cuales podrían causar un daño irreparable humano.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. “Manual del usuario: Evalpav – software para evaluación de pavimentos en carreteras y aeropuertos de superficie asfáltica, y carreteras no pavimentadas”. Lima, Perú.

Vásquez Varela, Luis Ricardo (2002). “Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras”. Bogotá, Colombia.

UMSS Facultad de Ciencias y Tecnología Bolivia (2014), “Manual de diseño de pavimentos”, Primera Edición, Bolivia.

Leguía, P. & Pacheco, H. (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) (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú.

Correa, M. & Carpio, L. (2019). Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú.

Diaz, G. (2017). Evaluación, análisis y planteo de alternativas para la conservación y rehabilitación del pavimento asfáltico en la carretera Puente Cunyac-Cusco desde el km 890+000 al km 895+000 (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima, Perú.

Medina, A. & De La Cruz, M. (2015). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Robles, R. (2015). Cálculo Del Índice De Condición Del Pavimento (PCI) Barranco –Surco – Lima (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Rodríguez, E. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú (2008). “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial aprobado por la Resolución Ministerial N° 660-2008-MTC/02”. Lima, Perú.

Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2016). “Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación”. República Dominicana.

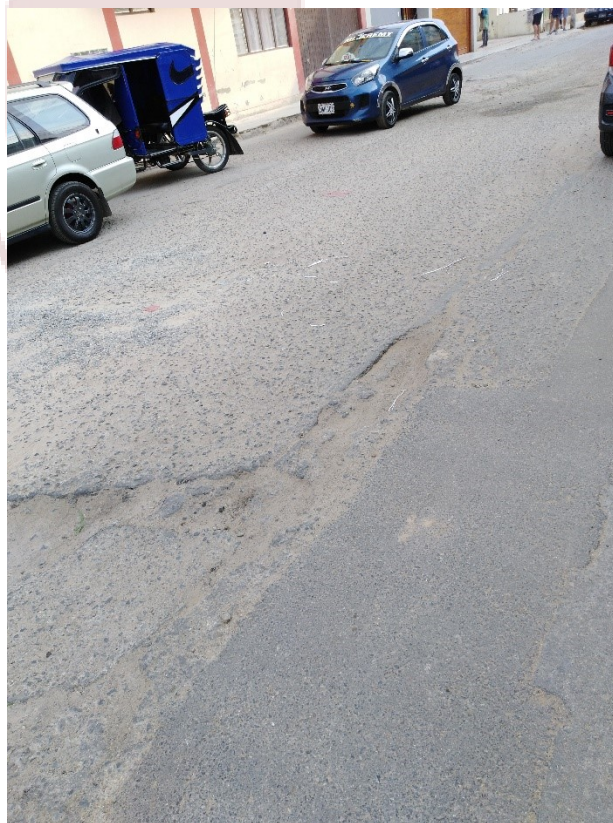
Tacza, E. & Rodríguez, B. (2018). Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternancias de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

## ANEXOS

### PANEL FOTOGRAFICO



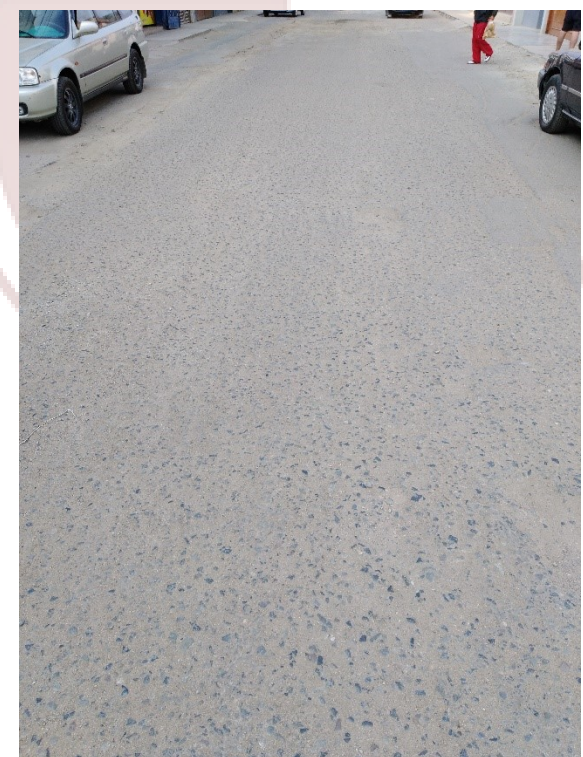
Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**





Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**





Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**





Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**







Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**





Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



Evaluación de fallas en la carpeta asfáltica mediante el método del PCI en la Calle Arizola de la ciudad de Chiclayo | **Bach. Gerson Blas Pizarro**



