



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación de las Patologías Superficiales en el Pavimento Flexible del Jirón Piura N, con el Método del PCI”**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Civil

**AUTORES:**

Becerra Alcalde, Viviana Anggie (ORCID:0000-0003-3968-4545)

Villalobos Silva, Max Anderson (ORCID:0000-0003-0598-9826)

**ASESOR:**

Dr. Rodas Cabanillas, José Luis (ORCID:0000-0003-1372-4940)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

CHICLAYO – PERÚ

2021

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Índice de contenidos .....	ii
Índice de tablas .....	iii
Índice de figuras.....	iv
Resumen .....	v
Abstract .....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. METODOLOGÍA .....	8
2.1 Tipo y diseño de la Investigación .....	8
2.2 Población, muestra y muestreo .....	9
2.3 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	10
2.4 Procedimiento de datos .....	11
2.5 Método de análisis de datos.....	11
2.6 Aspectos éticos .....	12
2.7 Variables y operacionalización .....	12
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	14
IV. CONCLUSIONES .....	21
V. RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS.....	23
ANEXOS .....	26

## Índice de tablas

TABLA N° 1. Longitud de unidad de muestreo .....	9
TABLA N° 2. Unidades a inspeccionar según muestreo.....	10
TABLA N° 3. Matriz de operacionalización de la variable.....	13
TABLA N° 4. Cálculo PCI – Muestra 1 .....	15
TABLA N° 5. Cálculo PCI – Muestra 2.....	16
TABLA N° 6. Cálculo PCI – Muestra3.....	18
TABLA N° 7. Resumen de los cálculos.....	18
TABLA N° 8. Resultados detallados por cada falla.....	19

## Índice de figuras

FIGURA N° 1. Gráfico método PCI muestra 1 .....	14
FIGURA N° 2. Gráfico método del PCI muestra 2 .....	16
FIGURA N° 3. Gráfico método del PCI muestra 3 .....	17

## Resumen

El siguiente trabajo de investigación, titulado “Evaluación de las patologías superficiales en el pavimento flexible del jirón Piura N, con el método del PCI” tuvo como principal objetivo: “Determinar las patologías del pavimento flexible del jirón Piura N. utilizando el método de condición del pavimento (PCI)” tuvo el fin de determinar el estado en el cual se encontraba dicho jirón, brindando a la población información aprovechable esperando que en algún momento dicho pavimento se pueda mejorar en ayuda a la población.

Siguiendo el manual correspondiente del PCI se determinó que la falla más representativa fue piel de cocodrilo encontrándose con mayor área en las 3 muestras correspondientes, las cuales con su mayor incidencia determinaron el estado del pavimento del jirón Piura N, catalogándola como “Regular”, lo que significa que dicho pavimento todavía se puede reparar, así mismo es indispensable el control y su respectivo mantenimiento para garantizar su duración y la comodidad de los pobladores.

**Palabras Clave:** Pavimento, PCI, Piura, Piel de cocodrilo.

## **Abstract**

The present research work, entitled "Evaluation of surface pathologies in the flexible pavement of the Piura N tatter, with the PCI method" had as its main objective: "To determine the pathologies of the flexible pavement of the Piura N. tatter using the condition method of the pavement (PCI)" had the purpose of determining the state in which said shred was, providing the population with useful information hoping that at some point said pavement can be improved in aid to the population.

Following the corresponding manual of the PCI, it was determined that the most representative fault was crocodile skin, finding a larger area in the 3 corresponding samples, which with its highest incidence determined the state of the Piura N tatter pavement, categorizing it as "Regular", which means that said pavement can still be repaired, its maintenance is also essential to guarantee its life and comfort of the residents.

**Keywords:** Pavement, PCI, Piura, Crocodile skin.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se sustenta ante la siguiente realidad problemática que presenta el pavimento flexible ubicado en el jirón Piura N. en la provincia de Chiclayo, desde el punto de vista se puede deducir que el principal problema que presenta esta vía son las patologías existentes que presenta a causa de diferentes factores, como el no haber tenido el debido mantenimiento durante su ciclo, exceso de tránsito.

Actualmente no se ha diagnosticado el estado en el cual se encuentra el pavimento, por lo tanto, es indispensable hacer una evaluación acerca de las patologías existentes, ya que con esto se podrá establecer el índice de condición actual del pavimento flexible, y así se podrá dar las debidas alternativas de solución.

En todo caso se tiene los siguientes **antecedentes** los cuales son estudios anteriores en relación con el tema investigación:

En el ámbito internacional, Sierra y Rivas (2016) su principal objetivo fue “Analizar, valorar y comparar la aplicación de las metodologías VIZIR y PCI del pavimento asfáltico en el tramo PR 00+000 – PR 01+ 020 de la vía el llano (Dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa”. El diseño de la siguiente investigación fue no experimental, aplicando la observación, la medición de campo de mil veinte metros lineales, obteniendo un PCI de 89, de esta manera se concluyó que el pavimento presenta muy buen estado.

Niola (2015) tuvo como el principal objetivo “Analizar y determinar las patologías o fallas del pavimento asfáltico de la Av. Arizaga entre Nueve de Mayo y Ayacucho, empleando el Método de Índice de (PCI), con el objetivo de tener un diagnóstico de las patologías observadas y definir las acciones de mantenimiento y/o rehabilitación a ejecutar según las deficiencias halladas”, presentando como valor un índice de PCI de 58.17, llegando a la conclusión de que el pavimento presenta un buen estado.

A nivel nacional tenemos a Alfaro (2018), su principal objetivo fue “Determinar estado de conservación del pavimento asfáltico de la Av. La Cultura Distrito Laredo en la provincia de Trujillo Utilizando el método índice de condición del pavimento”. Además, se tuvo que el diseño de la investigación fue no experimental, aplicando la técnica de la observación y la medición en campo, aplicándose la observación de mil metros lineales de superficie del pavimento, consiguiendo un índice de condición del pavimento igual a 69.54, de esta manera se llegó a concluir que la Av. La Cultura Distrito Laredo en la provincia de Trujillo presenta un pavimento de tipo “Bueno”.

Así también, Zevallos (2017), poseyó el siguiente objetivo general “Identificar y justipreciar el estado situacional y su posterior falla superficial y/o deterioro mediante el método del Índice de Condiciones de Pavimento asfáltico (PCI) para algunas vías de la ciudad de Barranca”, teniendo como tipo de investigación una investigación aplicada, el diseño de la investigación fue no experimental, los métodos usados son la observación, el análisis, estadística y descripción; gracias a ello se pudo determinar la Av. José Gálvez Barrenechea, tiene un PCI de 47 y 49, por lo cual su estado de conservación es “Regular”.

En el ámbito local se tiene a Berrú (2019), identificando su objetivo principal “Evaluar la carretera La Victoria - Monsefú empleando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque, 2019”, el cual su diseño de investigación es de tipo no experimental, las técnicas usadas son de observación, campo y gabinete, con todo ello llegó a concluir que el estado de la carretera fue determinado por cada unidad de muestreo, teniendo como promedio de 72.87, teniendo como un pavimento “muy bueno”.

Esta investigación pretende encontrar el estado real existente del pavimento asfáltico del jr. Piura N. para hacer eso se empleará el método de índice de condición del pavimento ya que el presente método es más factible al momento de realizar este tipo de investigaciones, para tener más conocimiento de lo que ello implica a continuación se presentarán algunas teorías relacionadas con la investigación:



Las patologías en pavimentos flexibles, al avance del tiempo la tecnología que se ha innovado es con el fin de evitar fallas, deterioros y colapsos, con el fin de lograr una mejor vida útil de la estructura. Las fallas o patologías en los pavimentos dividiéndose de la siguiente forma: Patologías debido a la carencia estructural, patologías por errores o negligencias constructivas y patologías por fatiga.

Según Medina (2015) manifiesta que identificados las patologías presentes en un pavimento y si procede su reconstrucción se debe poner mucho énfasis en la utilización correcta de la maquinaria ya que, en muchos casos, las fallas se producen por malos procesos constructivos. (p.28)

Respecto a las patologías debido a la carencia estructural, menciona que estructuralmente surgen las patologías debido a que los pavimentos no se construyeron con materiales de buena calidad y resistencia, también puede darse el caso de que el material sea el indicado, pero se construyeron en base a espesores insuficientes. A consecuencia de estos factores la falla se genera debido al aguante o la resistencia del esfuerzo cortante en cada capa y su respectivo espesor.

Leguía (2016), toca un tema muy importante respecto a las patologías estructurales, estas radican en que se debe tomar mucha importancia los estudios básicos, es por ello que menciona que los estudios de mecánica de suelos se realicen correctamente, por profesionales, y con la normativa vigente. (p.37)

Patologías por errores o negligencias constructivas, Duque, Mena y Tuapanta (2017) Hace referencia a la negligencia de una correcta supervisión, pavimentos realizados con buenas especificaciones técnicas, empleando materiales de óptima calidad sin embargo en sus procesos constructivos se cometieron faltas que afectaron dicho pavimento. (p.14)

Patologías por fatiga, Rivera (2012) Hace referencia a dichos pavimentos que en un instante fueron bien dosificados y construidos, pero que, al pasar el tiempo y la continua repetición de cargas cíclicas debido a su uso, el pavimento empieza a sufrir efectos como la de fatiga, degradación de las capas estructurales, baja resistencia y surgimiento de fallas. Relacionadas directamente con su uso, ya sea el efecto que produce el tránsito, las características y la estructura de cada pavimento. (p.14)

MANUAL DE CARRETERAS (2014) define a un pavimento como una estructura con diferentes capas, las cuales son denominadas base, subbase y superficie de rodadura, las mismas que están situadas en la subrasante del terreno donde serán capaces de resistir y redistribuir los diferentes esfuerzos que se presentan en toda el área de influencia originados por los vehículos. Además de que mejora las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito.

THE ASPHALT INSTITUTE (2000). El instituto de asfalto tiene por concepto que los pavimentos flexibles están constituidos por el cemento asfáltico, el cual es un material cementante de color marrón oscuro o negro, de sólida consistencia en la cual uno de los principales agregados es el betún o mezclas de hidrocarburos, los cuales son obtenidos de la naturaleza o por el proceso de refinación del petróleo. También se dice que el asfalto es bituminoso ya que llega a contener bitumen, en sí un hidrocarburo soluble en disulfuro de carbono.

Respecto a las fallas estructurales, específicamente a la piel de cocodrilo, Vásquez (2002) La piel de cocodrilo está conformada por grietas interconectadas, las cuales se dan en áreas donde las cargas de tránsito son repetitivas. El inicio del agrietamiento se da al fondo de la capa asfáltica, posterior a ello trascienden a la superficie, estas grietas forman polígonos, los cuales llegan a medir como máximo 0.60 metros. Posee niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado (m<sup>2</sup>). (p.10)

Gupta, Kumar y Rastogi (2014) La falla por exudación es la presencia de una capa bituminosa sobre el pavimento, con característica brillante, cristalina y reflectora de textura pegajosa.

Vásquez (2002) menciona que esta falla se da por diversos factores como la extralimitación del asfalto en la mezcla, el alto contenido de la aplicación de un sellante asfáltico o un escaso vacío de aire. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado ( $m^2$ ). (p.12)

Vásquez (2002) menciona que los agrietamientos son aquellas grietas interconectadas rectangularmente. Los tamaños de estas tienen una variación de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Se deben al constante cambio de temperatura y por la contracción del concreto asfáltico. Aparecen en áreas sin tránsito. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado ( $m^2$ ). (p.14)

En relación a los abultamientos, Vásquez (2002) La principal característica del abultamiento es que aparecen en la superficie del pavimento hacia lo alto, pero de pequeños desplazamientos. Su causa es por la mala estabilidad del pavimento. Mientras que los hundimientos son localizados en la parte inferior de la superficie del pavimento y de pequeños desplazamientos. Se dan en enormes secciones del pavimento dando origen a largas depresiones. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro lineal (m). (p.16)

Respecto al Parcheo y acometidas de servicios públicos, Miranda (2010) Los parches son áreas del pavimento que se dan por la instalación de algunos servicios públicos o por la restauración del pavimento que ha sido anteriormente dañado. Desde sí es un desperfecto porque su comportamiento no será igual al que originalmente era, por lo general puede presentar rugosidad. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado ( $m^2$ ). (p.08)

Ordinola (2015) Es un daño del pavimento debido al constante tránsito. El agregado de este se vuelve blando al tacto, además de que la adherencia con las llantas de los vehículos no es la misma, es decir se comprime en gran consideración. El pulimiento de este debe ser significativo para ser puesto como defecto. No posee niveles de severidad; su medida es en metro cuadrado (m<sup>2</sup>). (p.05)

Carbajal (2018) menciona que los huecos son depresiones de pequeño tamaño ubicadas en la base del pavimento, poseen unas medidas diámetros menores a 0.90 m. Su tamaño se intensifica por la acumulación de agua en estos. Son provocados por el tránsito cuando arrancan pedazos pequeños de la superficie del pavimento, esto progresa aún más si la mezcla de la superficie es paupérrima o también por la falla de piel de cocodrilo con severidad alta. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

Yesquen (2016) manifiesta que se debe monitorear y evaluar las fallas de los pavimentos en los tiempos previstos previendo seguridad a la población, debido que si se dejan las fallas estructurales o superficiales de los pavimentos, estos son considerados un riesgo para la población. (p.14)

Los ahuellamientos son una distorsión permanente en cualquier capa constituida del pavimento, generada por los esfuerzos del tránsito es decir los vehículos, quedando, así como una huella en la carpeta asfáltica debido a las ruedas de estos (p.19). Robles (2015) menciona que los ahuellamientos generalmente son visibles en la lluvia y estas huellas están llenas de agua, por ende, un ahuellamientos significativo y más con la erosión del agua puede provocar una falla estructural de gran consideración en el pavimento. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado (m<sup>2</sup>). (p.36)

Para las grietas parabólicas, Vásquez (2002) expresa que son grietas cuya representación es de media luna creciente, provocadas por las llantas de los vehículos que frenan o giran dando así la distorsión de la carpeta asfáltica del pavimento. Este desgaste sucede por la utilización de la mezcla asfáltica de

resistencia en niveles inferiores, o por una liga paupérrima entre la capa posterior en la estructura del pavimento y la superficie. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado (m<sup>2</sup>). (p.41)

Vásquez (2002) menciona que los desagregados son provocados por la disminución del ligante asfáltico y algunas partículas del agregado, generando así al pavimento la pérdida de su superficie. Así pues, esto indica que el ligante asfáltico ha hecho muy duro o que la mezcla usada es de calidad pobre. Tiene niveles de severidad como bajo (L), medio (M) y alto (H); su medida es en metro cuadrado (m<sup>2</sup>). (p.44)

Pereda (2014) menciona que las fallas en un pavimento son ocasionadas a consecuencia de la mala práctica constructiva, así mismo por el tránsito, fenómenos del medio ambiente, etc. (p.27)

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI); Al respecto Vásquez (2002) Manifiesta que el PCI es una relación numérica que tiene una variación que puede variar desde cero (0) que hace referencia a un pavimento de estado malo, hasta cien (100) dando un pavimento en estado perfecto. Realizándose un cálculo en función a su clase, severidad y cantidad de daño que presenta dicho pavimento. Dicho procedimiento se creó para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y su respectiva condición operacional de la superficie expresando una percepción clara de los efectos de los daños, sus esfuerzos o con los fenómenos meteorológicos.

Adicionando estas teorías Vergara (2015) manifiesta la relación costo-eficiencia aplicando el método del PCI para una reconstrucción de un pavimento asfáltico. (p.11)

Ante lo expuesto se da cómo formulación del problema con la siguiente interrogante, ¿Cuál será el índice de condición de pavimento al evaluar las patologías superficiales en el pavimento flexible del jirón Piura N.?

Así también esta investigación se justifica en lo técnico, ya que este trabajo se ha desarrollado con la finalidad de dar un aporte a la población a través de la realidad en la que se encuentra el pavimento flexible del jirón Piura N., todo ello con resultados fehacientes. Por lo tanto, se propondrá las alternativas de intervención adecuadas para mejorarlo.

En lo social, las calles tienen como finalidad de servir de vía de comunicación entre las personas en su día a día, es por ello que dando las diferentes alternativas de intervención se podrá mejorar la calidad de vida, reduciendo los diversos daños que podrían dar estas patologías.

Posteriormente esta investigación tiene como objetivo general determinar las patologías del pavimento flexible del jirón Piura N. utilizando el método de condición del pavimento (PCI); y para ello se plante los siguientes objetivos específicos: Estimar el índice de condición del pavimento flexible del jirón Piura N. y calcular el nivel de severidad del deterioro del pavimento flexible del jirón Piura N., mediante el método del PCI.

Es así como se llega a plantear la siguiente hipótesis: Con la evaluación del pavimento flexible del jirón Piura N aplicando el método PCI, se determinará su estado bajo.

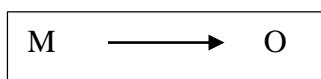
## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1 Tipo y diseño de la Investigación**

El tipo de esta investigación es aplicada ya que se describirá el estado actual en el que se halla el pavimento flexible del jr. Piura N., donde se explicará las diferentes fallas y el nivel de severidad de éstas.

El diseño del presente trabajo de investigación usada es descriptivo / No Experimental, porque define la situación sin ningún tipo de modificación (Hernández y otros; 2019), y es no experimental porque se analiza la situación problemática describiendo las patologías superficiales ubicadas en el jirón Piura N. de acuerdo a su estado actual, y sin tener que acudir a un laboratorio.

## DISEÑO



Dónde:

M= Muestra

O= Información a recoger mediante la observación.

## 2.2 Población, muestra y muestreo

### 2.2.1 Población

La población está constituida por el pavimento flexible del jirón Piura N. contando con una longitud de 550 metros y con un ancho de 6.00 metros.

Jirón Piura N

**Longitud de la vía:** 550 m

**Ancho de calzada:** 6.00 m

**Longitud de unidad de muestreo (UM):** 35

TABLA N° 1. Longitud de unidad de muestreo

Ancho de Calzada (m)	Longitud de UM (m)
3.5 – 6.5	47
4.0 – 7.5	42
4.5 – 8.5	38
5.0 – 9.0	35
5.5 – 10 máx	32

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2 Muestra

La muestra está comprendida en el tramo jr. Piura N., con un total de 5 cuadras.

### 2.2.3 Muestreo

Se cuenta con un muestreo no probabilístico.

Total, de Unidades de Muestreo (N):  $N=550/35=15,71=15$

TABLA N° 2. Unidades a inspeccionar según muestreo

Unidades de muestra en la sección (N)	Número de unidades a inspeccionar(n)
3.5 – 6.5	1
3.5 – 6.5	2
3.5 – 6.5	3
3.5 – 6.5	4
Más de 40 pero menos de 200	10%(redondear hacia arriba a la próxima unidad de muestra)

1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		1						2					3		

Fuente: Elaboración propia

## 2.3 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

### 2.3.1 Técnicas de recolección de datos

#### a) Técnica de observación

Esta técnica consiste en adquirir características de un objeto que se estudia mediante la visualización, ya que es necesario que el investigador se involucre para recolectar los datos necesarios y viables.

#### b) Técnica de campo

Se recopilarán los datos de la zona estudiada mediante el formato de recolección de datos en base al PCI, para ello se ubicará las fallas, se dará tipo severidad y medida de estas, posteriormente se dará el conteo total de fallas encontradas en cada muestra evaluada.

#### c) Técnica gabinete

Esta técnica permitirá procesar toda la información de diferentes fuentes que abastecerán nuestra investigación, dando lugar a la estructura del trabajo, conclusiones y recomendaciones, así también se procesarán los datos obtenidos de la recolección realizada en campo para la determinación de los valores derivados por cada falla.



### **2.3.2 Instrumentos de recolección de datos**

- *Wincha metálica de 50 m*, está herramienta sirvió para medir las distancias de las unidades de muestreo.
- *Wincha metálica de 7,50 m*, nos permitió dar medida a las diferentes fallas presentes en el pavimento.
- *Regla metálica*, sirvió de ayuda para dar solvento a la wincha.
- *Cuaderno de apuntes*, ayudó a dar escritura sobre los diversos datos recolectados de las fallas.
- *Cámara fotográfica*, consistió en fotografiar las diferentes fallas que se encontraban en el pavimento.

### **2.4 Procedimiento de datos**

Para procesar esta investigación se usó el software Microsoft Excel, procesando los datos obtenidos en campo para luego transformarlas en resultados obteniendo: tablas, diagramas, etc.

### **2.5 Método de análisis de datos**

Para analizar los datos obtenidos fue necesario aplicar el método del PCI, para ello se empleó sus diversas tablas y gráficos, y así evaluar los resultados obtenidos del método, posteriormente esto permitió el registro de los resultados mediante tablas, gráficos de barras, etc. Para llevar a cabo todo ello se hizo lo siguiente:

- Visualización del pavimento flexible del jirón Piura N.
- Recopilación de datos en formatos del PCI para las medidas, cantidades e identificación de las fallas encontradas.
- Dar proceso a los datos obtenidos mediante los lineamientos dados por la Norma ASTM D 6433-03.
- Dar la toma de decisiones respecto a las alternativas de intervención, además de las conclusiones a las que se llega.

## **2.6 Aspectos éticos**

Principio general: esta investigación ha sido elaborada fehacientemente por el autor, aplicando las respectivas normas en mi redacción y citado según ISO 690, además de emplear los lineamientos establecidos por mi casa de estudios la Universidad César Vallejo.

La sociedad: la capacidad de dar a las personas nuevos enfoques de proyectos que ayuden al crecimiento y beneficio de aquellos.

Profesionalmente: poner en práctica los conocimientos y habilidades para dar un servicio profesional excelente.

La presente investigación se realizó sin plagio, citando a los autores correspondientes, sin la adulteración de datos, etc.

## **2.7 Variables y operacionalización**

### **2.7.1 Variables:**

VARIABLE: Método del índice de la condición del pavimento (PCI).

### **2.7.2 Operacionalización de las variables**

TABLA N° 3. Matriz de operacionalización de la variable

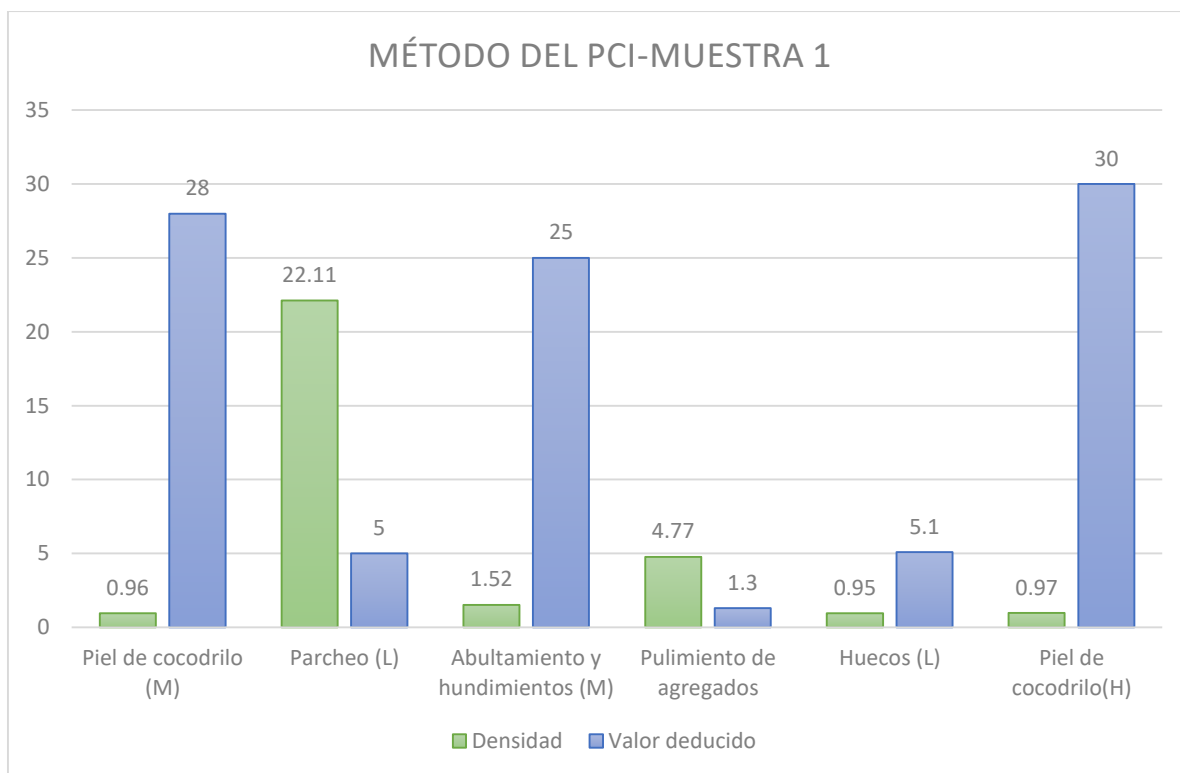
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	CATEGORIZACIÓN
MÉTODO DEL ÍNDICE DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)	El Método del PCI da como resultado la condición de un pavimento gracias a un inventariado visual, en el cual se establece la severidad y medidas de la falla existente. (Vásquez, 2002, p. 02)	Dada la recolección obtenida en campo se procedió a organizar y analizar de acuerdo a los lineamientos establecidos por el PCI, para así determinar el estado actual del pavimento flexible del jirón Piura N.	EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS	TIPO DE FALLA	Piel de cocodrilo
					Exudación
					Agrietamiento en bloque
					Abultamientos y hundimientos
					Parqueo y acometidas de servicios públicos
					Pulimiento de agregados
					Huecos
					Ahuellamiento
					Desprendimiento de agregados
			ÍNDICE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	NIVEL DE SEVERIDAD	Bajo
					Medio
					Alto
			CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	RANGOS DEL PCI	85 – 100
70 – 85	Muy Bueno				
55 – 70	Bueno				
40 – 55	Regular				
25 – 40	Malo				
10 – 25	Muy Malo				
		00 – 10	Fallado		

Fuente: Elaboración propia

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cumplir con el debido método del PCI, se organizaron los datos obtenidos, teniendo como resultado los siguientes cuadros y gráficos que se muestran a continuación realizados por cada tramo en que se ha efectuado el muestreo correspondiente.

FIGURA N° 1. Gráfico método PCI muestra 1



Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 4. Cálculo PCI – Muestra 1

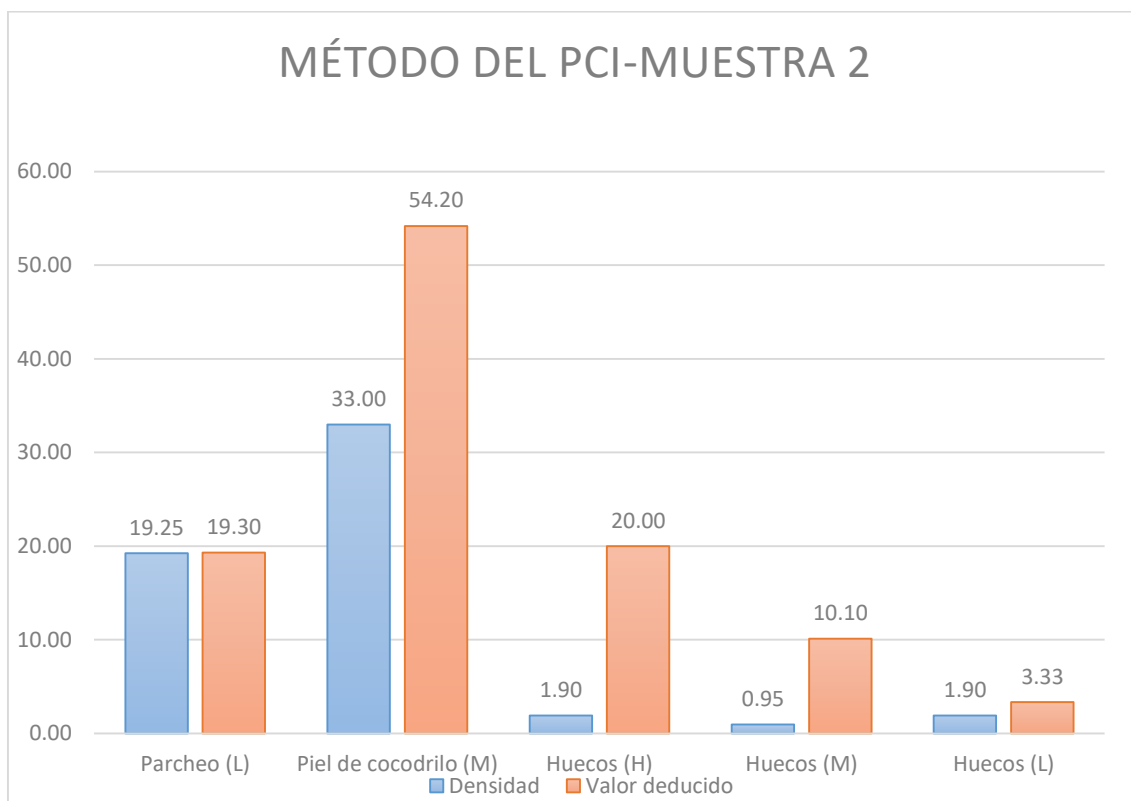
<b>CALCULO PCI-MUESTRA 1</b>												
#	Valor Deducido							total	q	CDV		
1	30	28	25	5.1	5	1.3		94.4	6	46		
2	30	28	25	5.1	5	2		95.1	5	55		
3	30	28	25	5.1	2	2		92.1	4	52.5		
4	30	28	25	2	2	2		89	3	57		
5	30	28	2	2	2	2		66	2	48		
6	30	2	2	2	2	2		40	1	40		
								<b>Máx CDV</b>	<b>57</b>			
<b>PCI</b>	<b>100 - 57 =</b>							<b>43</b>				
<b>PCI</b>	<b>43</b>	<b>( 40 - 55 )</b>							<b>REGULAR</b>			

Fuente: Elaboración propia

La muestra número 1 evaluada del jirón Piura N., contando con un área de 210 m<sup>2</sup>, se observaron las diferentes fallas: piel de cocodrilo, parcheo, abultamiento y hundimientos, pulimiento de agregados y huecos, con severidad entre bajo, medio y alto, cada uno de estos se encuentran debidamente organizados en el gráfico N°1.

A continuación, se procedió a procesar los datos conseguidos en el gráfico N°1 para ser trasladados a la tabla N°1 donde se obtuvieron los resultados finales con los gráficos establecidos del PCI. Se determinó que esta unidad de muestra tiene como resultado un estado de REGULAR según los parámetros dados por el PCI.

FIGURA N° 2. Gráfico método del PCI muestra 2



Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 5. Cálculo PCI – Muestra 2

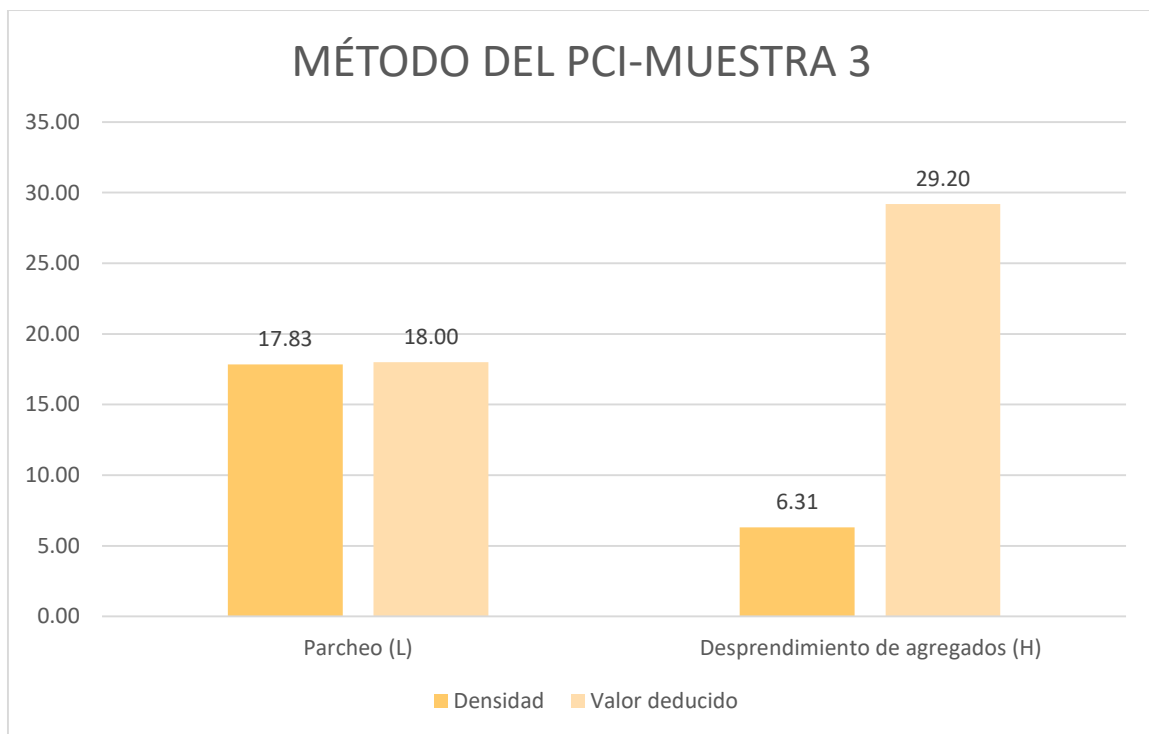
CALCULO PCI-MUESTRA 2										
#	Valor Deducido						total	q	CDV	
1	54.2	20	19.3	10.1	3.33		106.93	5	61	
2	54.2	20	19.3	10.1	2		105.6	4	60	
3	54.2	20	19.3	2	2		97.5	3	56	
4	54.2	20	2	2	2		80.2	2	58	
5	54.2	2	2	2	2		62.2	1	62	
							<b>Máx CDV</b>		<b>62</b>	
<b>PCI</b>		<b>100 - 62 =</b>						<b>38</b>		
<b>PCI</b>	<b>38</b>	<b>( 25 - 40 )</b>						<b>MALO</b>		

Fuente: Elaboración propia

La muestra número 2 evaluada del jirón Piura N., contando con un área de 210 m<sup>2</sup>, se observaron las diferentes fallas: piel de cocodrilo, parcheo y huecos, con severidad entre bajo, medio y alto, cada uno de estos se encuentran debidamente organizados en el gráfico N°2.

A continuación, se procedió a procesar los datos logrados en el gráfico N°2 para ser trasladados a la tabla N°2 donde se obtuvieron los resultados finales con los gráficos establecidos del PCI. Se determinó que esta unidad de muestra tiene como resultado un estado de MALO según los parámetros dados por el PCI.

FIGURA N° 3. Gráfico método del PCI muestra 3



Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 6. Cálculo PCI – Muestra3

CALCULO PCI-MUESTRA 3												
#	Valor Deducido							total	q	CDV		
1	29.2	18						47.2	2	35		
2	29.2	2						31.2	1	31.4		
								<b>Máx CDV</b>	<b>35</b>			
<b>PCI</b>	<b>100 - 35 =</b>							<b>65</b>				
<b>PCI</b>	<b>65</b>	<b>( 55 - 70 )</b>							<b>BUENO</b>			

Fuente: Elaboración propia

La muestra número 3 evaluada del jirón Piura N., contando con un área de 210 m<sup>2</sup>, se observaron las diferentes fallas: desprendimiento de agregados y parcheo, con severidad entre bajo y alto, cada uno de estos se encuentran debidamente organizados en el gráfico N°3.

A continuación, se procedió a procesar los datos logrados en el gráfico N°3 para ser trasladados a la tabla N°3 donde se obtuvieron los resultados finales con los gráficos establecidos del PCI. Se determinó que esta unidad de muestra tiene como resultado un estado de BUENO según los parámetros dados por el PCI.

TABLA N° 7. Resumen de los cálculos

UM	PCI
1	43
2	38
3	65
<b>TOTAL</b>	<b>146</b>

Fuente: Elaboración propia



$$PCI_{carretera} = \frac{146}{3} = 48.66$$

Dado la resolución de la fórmula anterior tiene como resultado 48.66 que está dentro de los parámetros establecidos según el PCI (40 - 55 Regular) el cual corresponde a un estado de pavimento "Regular".

A continuación, se mostrará un cuadro resumen que contiene las fallas contenidas en cada unidad de muestreo. Para más detalle ver las fichas de evaluación en Anexos.

TABLA N° 8. Resultados detallados por cada falla

UM	FALLA	SEVERIDAD	ÁREA	DENSIDAD	VD	PCI	ESTADO
1	Piel de cocodrilo	Medio	210	0.96	28	43	REGULAR
1	Piel de cocodrilo	Alto	210	0.97	30		
1	Abultamiento y hundimiento	Medio	210	1.52	25		
1	Parcheo	Bajo	210	22.11	5		
1	Pulimiento de agregados		210	4.77	1.3		
1	Huecos	Bajo	210	0.95	5.1		
2	Parcheo	Bajo	210	19.25	19.3	38	MALO
2	Piel de cocodrilo	Medio	210	33	54.2		
2	Huecos	Alto	210	1.90	20.00		
2	Huecos	Medio	210	0.95	10.10		
2	Huecos	Bajo	210	1.90	3.33		
3	Parcheo	Bajo	210	17.83	18.00	65	BUENO
3	Desprendimiento de agregados	Alto	210	6.31	29.20		
					TOTAL	146	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la discusión se tiene lo siguiente:

Los autores mencionados en esta investigación han sido útiles debido a que sus trabajos de investigación han aportado a la formación y desarrollo de esta, ahora se procederá a comparar los resultados de las investigaciones con los resultados obtenidos:

Para determinar el estado actual en el que se encuentra el Jr. Piura. N, el autor Alfaro nos señala que el primer paso es llevar una inspección visual del pavimento, anotando cada falla encontrada y determinando el nivel de severidad en el que se encuentra, es por ello que se puede decir que determinar la situación real de la zona es de gran envergadura para desarrollar todos los cálculos siguientes en gabinete.

Aplicando el método PCI del Jr. Piura N., Zevallos, en su tesis también emplea el mismo método en la Av. José Gálvez Barrenechea, diagnosticando las fallas encontradas, con su respectiva severidad, teniendo como resultado REGULAR. De la misma manera que se determinó en la presente tesis, por lo tanto, todo lo calculado es respaldado.

#### **IV. CONCLUSIONES**

- **PRIMERA**

Se pudo determinar que las fallas descubiertas en las muestras dadas, son: Piel de cocodrilo, abultamiento y hundimientos, parcheo, pulimiento de agregados, huecos y desprendimiento de agregados, encontrándose niveles de severidad de bajo (L), medio (M) y alto (H). Las fallas con mayor frecuencia fueron los parcheos y huecos, las cuales fueron ubicadas en la mayoría de las muestras evaluadas.

- **SEGUNDA**

Aplicando el método del PCI- Índice De Condición Del Pavimento, se logró obtener el estado actual del pavimento flexible en el jirón Piura N., el cual se pudo determinar por los diferentes parámetros usado de la normativa ASTM D- 6433, obteniendo así un valor de PCI= 48.66 por lo cual se concluye que el estado del pavimento es de condición REGULAR.

- **TERCERA**

Por la evaluación de este pavimento se pudo conocer las diferentes fallas más frecuentes y de gran magnitud, las cuales servirá para la toma de decisiones para el respectivo control y aplicar los procedimientos correctivos para su rehabilitación y mantenimiento.

## **V. RECOMENDACIONES**

- En primera instancia se debe poner énfasis a los procesos constructivos en la construcción del pavimento para así garantizar su vida útil.
- Referido al pavimento se debe brindar mantenimiento periódicamente, así se garantiza su perduración de la estructura manteniendo su vida útil.
- Estudiar más a detalle las patologías del pavimento, de una manera dedicada para controlar su desgaste y evitar pérdidas económicas por la negligencia.
- Verificar el método del PCI realizando el mismo método para mejorar la certeza del mismo, asimismo controlar las patologías de raíz.

## REFERENCIAS

MANUAL DE CARRETERAS MANTENIMIENTO O CONSERVACIÓN VIAL. Lima: ministerio de transporte y comunicaciones, 2016. 636 pp.

MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. Lima: ministerio de transporte y comunicaciones, 2013. 352 pp.

VASQUEZ, Luis. Pavement condition index (PCI). Manizales, 2002. 90 pp.

ZEVALLLOS, Rafael. Identificación y evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017 [en línea]. Lima: UCV, 2018. 102 pp. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2019]. Disponible en <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/16979>

CARRASCO, Luis. Evaluación del deterioro del pavimento con método del índice de condición de pavimentos en la av. la cultura, distrito de Laredo, Provincia de Trujillo, 2018 [en línea]. Trujillo: UPRIT, 2018. 130 pp. [Fecha de consulta: 12 de Noviembre del 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/56>

BERRU, Miguel. Evaluación de la carretera La Victoria - Monsefú utilizando el método índice de condición de pavimento, Lambayeque 2019 [en línea]. Chiclayo: UCV, 2019. 106 pp. [Fecha de consulta: 20 de Noviembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36144?locale-attribute=es>

SIERRA, Cristian, RIVAS, Andres. Aplicación y comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo PR 00+000-PR 01+020 de la vía al llano (DG 78 BIS SUR – CALLE 84 SUR) en la UPZ Yomasa [en línea]. Bogotá: U católica de Colombia, 2016. 106 pp. [Fecha de consulta: 20 de Noviembre del 2019]. Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13987/4/TRABAJO%20DE%20GRADO%20VIZIR%20Y%20PCI%202016%20.pdf>

VALENCIA, Mercy. Analisis de las fallas del pavimento flexible de la avenida Arizaga entre nueve de mayo y Ayacucho [en línea]. Machala: UTMACH, 2019. 106 pp. [Fecha de consulta: 01 de Noviembre del 2019]. Disponible en: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5003/1/TTUAIC\\_2015\\_IC\\_CD\\_0063.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5003/1/TTUAIC_2015_IC_CD_0063.pdf)

DUQUE, Miguel, MENA, Ángel y TUAPANTA, Jorge. Alfa de Cronbach para validar un cuestionario de uso de TIC en docentes universitarios [en línea]. Diciembre 2017, n°.10. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2019]. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/234578641.pdf> ISSN: 1390 - 7352

GUPTA, Ankit, KUMAR, Praveen y RASTOGI, Rajat. Critical Review of Flexible Pavement Performance Models. KSCE Journal of Civil Engineering. [online]. 2014. Vol. 18. n.º1. [ Consultation date: August 5, 2019]. Aviable in file:///C:/Users/Windows%2010/Downloads/Critical\_review\_of\_flexible\_pavement\_performance\_m.pdf ISSN: 1226-7988

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación [en línea]. 6ª. ed. México, McGRAW-HILL, 2014 [fecha de consulta: 10 de setiembre de 2019]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/descargas/perfeccionamiento/PLAN%20LECTOR%20PROGRAMA%20ALTO%20MANDO%20NAVAL%202020/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientific a%206ta%20ed.pdf> ISBN: 9781456223960

CARBAJAL, Milton. Aplicación del método PCI para evaluar las condiciones de la superficie del pavimento rígido en la Avenida Chiclayo, José Leonardo Ortiz. Tesis (Título profesional de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25666>

LEGÍA Loarte, Paola Beatriz y PACHECO Risco, Hans Fernando. “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 (Título de Ingeniero Civil). Lima, Universidad San Martín de Porres, 2016, 39p.

MEDINA Palacios, Armando y DE LA CRUZ Puma, Marcos. "Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI". Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015, 28 p.

MIRANDA Rebolledo, Ricardo Javier. "Deterioro de pavimentos flexibles y rígidos". Tesis (Título de Ingeniero Constructor). Valdivia, Universidad Austral de Chile, 2010, 08 p.

ORDINOLA Enriquez, Luis Enrique. "Determinación del índice de integridad estructural y condición operacional superficial de las vías PE1N N y PI-103; aplicando PCI, Sullana Piura". Tesis (Grado de Maestro en Transporte y Conservación Vial). Piura, Universidad Privada Antenor Orrego, 2015, 05 p.

YESQUEN Granda, Irwing Andrés. "Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del distrito de Surquillo- Lima". Tesis (Título de Ingeniero Civil). Piura, Universidad Nacional de Piura, 2016, 14 p.


PEREDA Huamán, Cinthia Vanessa. "Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa". Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca, 2014, 14 p. 27

VERGARA Vicuña, Antony Luis. "Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la Metodología PCI tramo Quichuay – Ingenio del Km 0+000 al Km 1+000 2014". Huancayo, Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015, 11 p

ROBLES Bustios, Raúl. "Cálculo del Índice de condición del Pavimento (PCI) Barranco – Surco - Lima". Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima, Universidad Ricardo Palma, 2015, 11 p.

# ANEXOS

## ANEXO N°1- TABLA DE DATOS

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>									
HOJA DE REGISTRO METODO PCI - INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
Proyecto:	"EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS SUPERFICIALES EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN PIURA N, CON EL MÉTODO DEL PCI"								
Objetivo:	Determinar las patologías del pavimento flexible del jirón Piura N. utilizando el método de condición del pavimento (PCI).								
Evaluado Por:	Becerra Alcalde Viviana Anggie - Villalobos Silva Max Anderson								
Fecha:	20 - 11 - 2019			Hora:			8:00 a.m.		
Vía Evaluada	Jr. Piura N.						Muestra:	m1	
Absisa inicial	+		Absisa final	+		Área	210		
TIPOS DE FALLAS									
Severidad: Low - Bajo (L), Medium - Medio (M) y High - Alto (H)									
1	Piel de cocodrilo	6			Pulimido de agregados				
2	Exudación	7			Huecos				
3	Agrietamiento en bloque	8			Ahuellamiento				
4	Abultamiento y hundimientos	9			Grietas parabólicas				
5	Parqueo	10			Desprendimiento de agregados				
FALLAS EXISTENTES									
Fallas	Severidad	Cantidades parciales					total	Densidad % (t/a)*100	Valor deducido
5	L	5.25	37.45	1.863	1.863		46.426	22.11	5
6		10.01					10.01	4.77	1.3
1	M	2.014					2.014	0.96	28
4	M	1.6	1.6				3.2	1.52	25
7	L	2					2	0.95	5.1
1	H	1.517	0.182	0.33			2.029	0.97	30
Número maximo de admisible de valores deducidos: $m=1+(9/98)^{(100-...30.....)} =$							7.43		
Número de deducidos > 2 (q) : 2.00 ==>							0.56		
CALCULO PCI-MUESTRA1									
#	Valor Deducido						total	q	CDV
1	30	28	25	5.1	5	1.3	94.4	6	46
2	30	28	25	5.1	5	2	95.1	5	55
3	30	28	25	5.1	2	2	92.1	4	52.5
4	30	28	25	2	2	2	89	3	57
5	30	28	2	2	2	2	66	2	48
6	30	2	2	2	2	2	40	1	40
							Máx CDV	57	
PCI	100 - máx CDV. ==> 100 - 57 =						43		
PCI	43 ( 40 - 55 )						REGULAR		
FUENTE:	Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433.								







# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

## HOJA DE REGISTRO

METODO PCI - INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE

<b>Proyecto:</b>	"EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS SUPERFICIALES EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN PIURA N, CON EL MÉTODO DEL PCI"			
<b>Objetivo:</b>	Determinar las patologías del pavimento flexible del jirón Piura N. utilizando el método de condición del pavimento (PCI).			
<b>Evaluado Por:</b>	Becerra Alcalde Viviana Anggie - Villalobos Silva Max Anderson			
<b>Fecha:</b>	20 - 11 - 2019	<b>Hora:</b>	8:00 a.m.	
<b>Vía Evaluada</b>	Jr. Piura N.			<b>Muestra:</b> m1
<b>Absisa inicial</b>	+	<b>Absisa final</b>	+	<b>Área</b> 210

### TIPOS DE FALLAS

Severidad: Low - Bajo (L), Medium - Medio (M) y High - Alto (H)

1	Piel de cocodrilo	6	Pulimiendo de agregados
2	Exudación	7	Huecos
3	Agrietamiento en bloque	8	Ahuellamiento
4	Abultamiento y hundimientos	9	Grietas parabólicas
5	Parcheo	10	Desprendimiento de agregados

### FALLAS EXISTENTES

Fallas	Severidad	Cantidades parciales				total	Densidad %	Valor deducido
							(t/a)*100	
5	L	37.45				37.45	17.83	18.00
10	H	4.715	7.25	1.2844		13.2494	6.31	29.20

Numero maximo de admisible de valores deducidos:  $m=1+(9/98)*(100-...29.2.....) =$

7.50

Número de deducidos  $> 2(q) : 2.00 \implies$

9

### CALCULO PCI-MUESTRA 3

#	Valor Deducido				total	q	CDV
1	29.2	18			47.2	2	35
2	29.2	2			31.2	1	31.4
					0		

**Máx CDV**

35

PCI 100 - máx CDV.  $\implies 100 - 35 =$

65

PCI 65 ( 55 - 70 )

BUENO

**FUENTE:**

Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433.

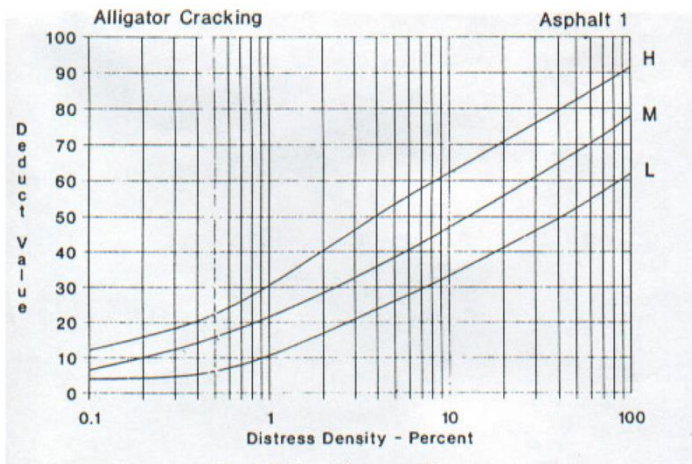


Figura N°1: Falla Piel de cocodrilo.

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

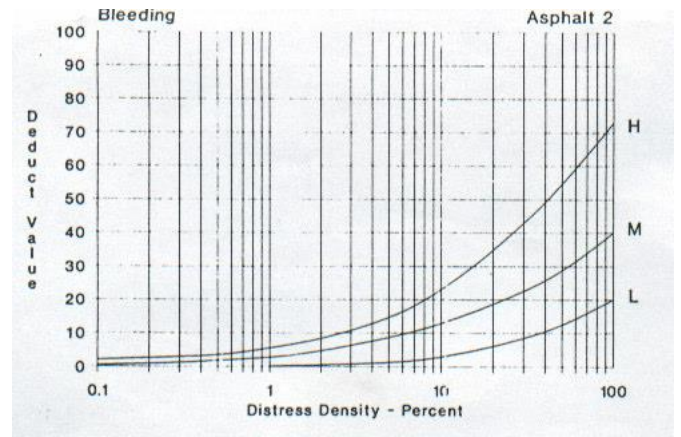


Figura N°2: Exudación

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

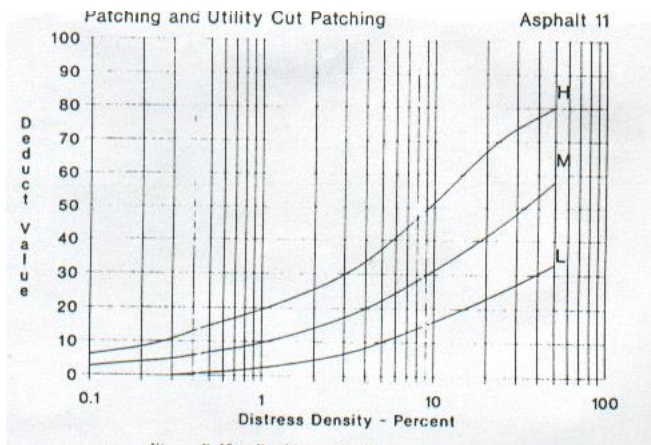


Figura N°3: Agrietamiento en bloque

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

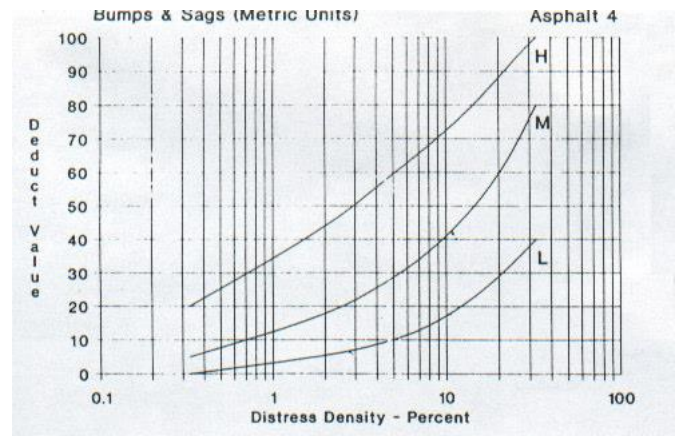


Figura N°4: Abultamientos

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

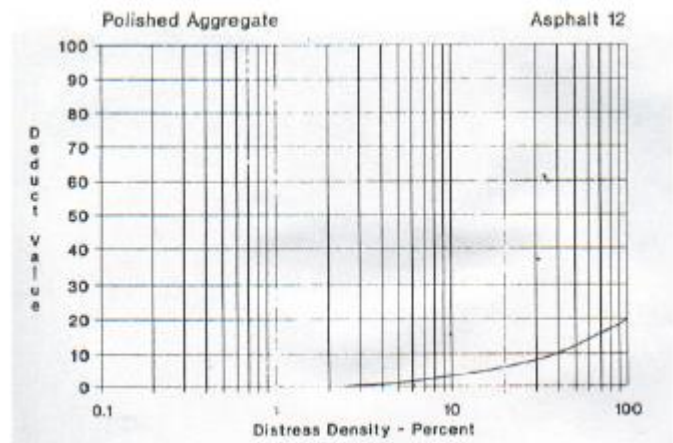
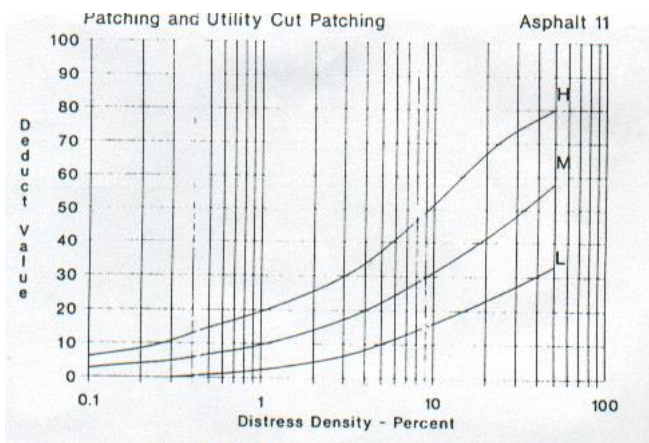


Figura N°5:

Parcheo y acometidas de servicios públicos

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

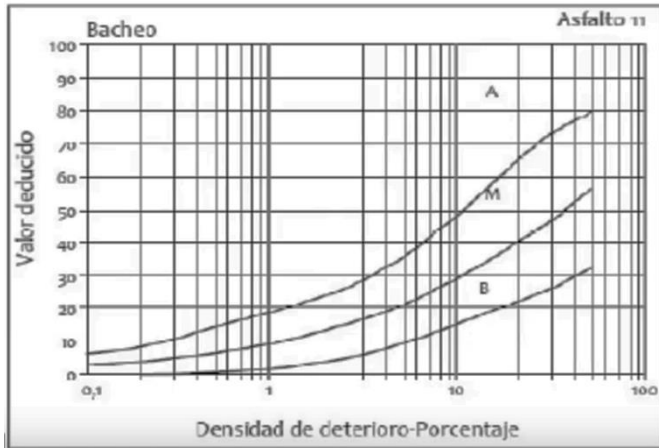


Figura N°7: Falla de huecos  
Ahuellamiento

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.  
D6433.

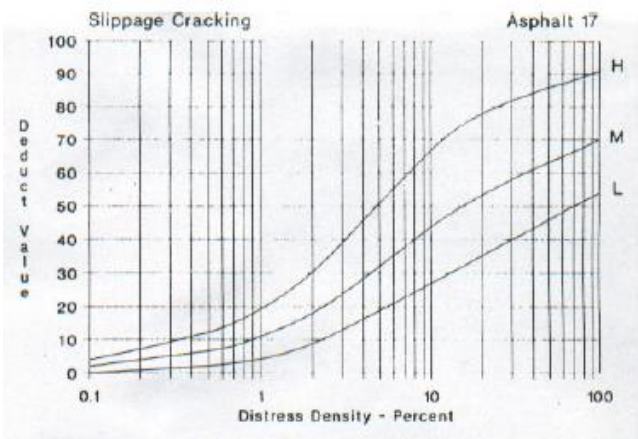


Figura N°9: Grietas parabólicas  
agregados

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

Figura N°6:

Pulimiento de agregados

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

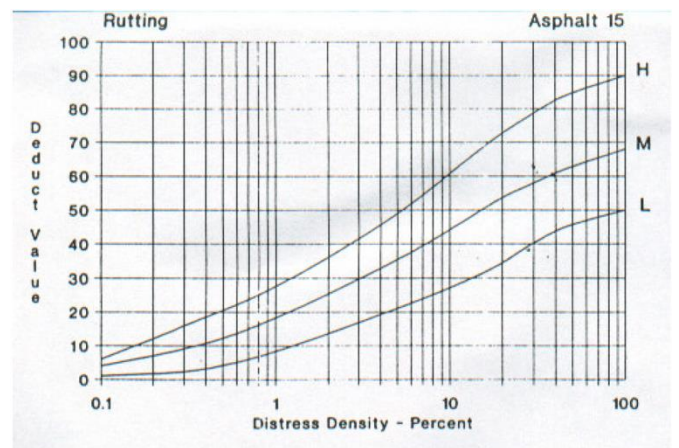


Figura N°8:

Fuente: Manual PCI - ASTM

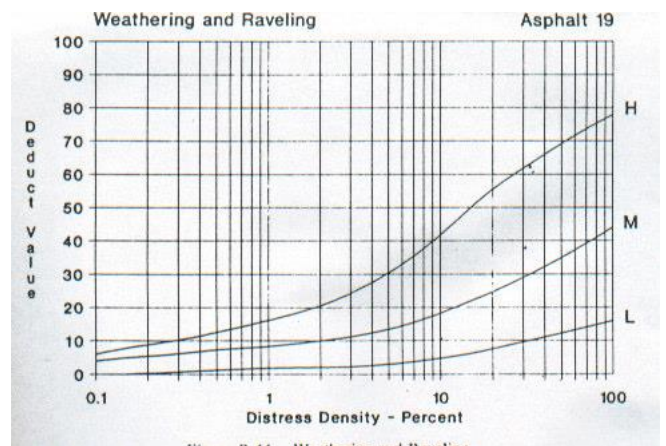


Figura N°10: Desprendimiento de

Fuente: Manual PCI - ASTM D6433.

ANEXO N°2 – PANEL FOTOGRÁFICO



Fg 1. MUESTRA N° 1



Fg 2. Medición de hueco.



Fg 3. Medición del hundimiento.



Fg 4. Falla piel de cocodrilo.



Fg 5. Medición del diámetro bache o hueco.



Fg 6. Medición de la profundidad del bache o hueco.



Fg 7. Medición de la profundidad del bache o hueco-Muestra N° 2.



Fg 8. Medición del parcheo. Muestra N° 1.





Fg.9. MUESTRA N°2



Fg 10. Falla piel de cocodrilo severidad baja-Muestra N°2.



Fg 11. Falla piel de cocodrilo severidad alta-Muestra N°2.



Fg. 12.MUESTRA N° 3



Fg 13. Medición del parcheo -Muestra N°3.



Fg 14. Desprendimiento de agregados severidad alta -Muestra N°3.