



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Nivel de severidad usando el método índice de condición en pavimento
flexible de la avenida Canto Grande, 2019**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Caceres Sanchez, Denis Samuel (ORCID: 0000-0001-8751-145X)

Limbeque Alvarez, Jesus (ORCID: 0000-0003-4380-3199)

Tambraico Castro, Avelio (ORCID: 0000-0002-3754-2319)

ASESOR:

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-9320-0540)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Estructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicamos esta investigación a Dios por fortalecernos día a día en seguir por un buen camino y darnos la oportunidad de cumplir nuestras metas académicas.

A nuestros padres y a nuestra familia quienes son el pilar fundamental en esta nueva etapa profesional, por ser la fuerza impulsadora motivadora para mi superación durante mi formación académica.

Así mismo a todas las personas que nos apoyaron para lograr nuestra meta personal.

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad César Vallejo por ser nuestro centro de formación y ayudarnos a descubrir nuestras habilidades, destrezas para desempeñarnos en el ámbito de la ingeniería.

La elaboración de este proyecto de investigación, fue posible gracias al apoyo brindado por la Ing. Karin Rojas Romero, docente del área de investigación de la universidad Cesar Vallejo.

Quien compartió sus conocimientos para lograr culminar nuestro trabajo de investigación, para obtener el grado de bachiller.

A todos los alumnos del grupo 19 quienes asumimos este reto con bastante responsabilidad y motivación para lograr un objetivo en común.

A todos ellos gracias.

Índice

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	VII
ÍNDICE	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	8
2.1 Tipo y diseño de investigación	8
2.2 Población, muestra y muestreo	9
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	10
2.4 Procedimiento	12
2.5 Método de análisis de datos	17
2.6 Aspectos éticos	19
III. RESULTADOS	20

IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES.....	31
VI. RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	38

Índice de figuras

FIGURA 1	IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO EN LOS PAVIMENTOS	2
FIGURA 2	AVENIDA CANTO GRANDE, VISTA PANORÁMICA.....	4
FIGURA 3	AVENIDA CANTO GRANDE VISTA SATELITAL.....	5
FIGURA 4	INFRAESTRUCTURA DEL CAMINO.....	6
FIGURA 5	PARTES DEL PAVIMENTO	7
FIGURA 6	DISEÑO DESCRIPTIVO DE CORTE TRANSVERSAL	8
FIGURA 7	SECUENCIA LÓGICA.....	8
FIGURA 8	MUESTREO ALEATORIO.....	9
FIGURA 9	CLASIFICACIÓN DEL PCI.....	11
FIGURA 10	FORMATO DE EXPLORACIÓN DE CONDICIÓN PARA CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.....	11
FIGURA 11	FASES DE EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO	12
FIGURA 12	PIEL DE COCODRILO	13
FIGURA 13	EXUDACIÓN.....	14
FIGURA 14	EXUDACIÓN.....	14
FIGURA 15	CORRUGACIÓN	15
FIGURA 16	DEPRESIONES EN LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO.....	15

FIGURA 17	PULIMIENTO Y DESPRENDIMIENTO DEL AGREGADO.....	16
FIGURA 18	TRAMO A ANALIZAR METODOLOGÍA PCI	20
FIGURA 19	LONGITUD DE ANÁLISIS.....	20
FIGURA 20	AVENIDA EL SOL, TRAMO 1	21
FIGURA 21	AVENIDA EL SOL, TRAMO 2	21
FIGURA 22	AVENIDA EL SOL, TRAMO 1 (RETORNO)	22
FIGURA 23	AVENIDA EL SOL, TRAMO 1 (RETORNO)	22
FIGURA 24	AVENIDA EL SOL, TRAMO 3 (IDA)	23
FIGURA 25	AVENIDA EL SOL, TRAMO 3 (RETORNO)	23
FIGURA 26	TRANSMISIÓN DE CARGAS	24
FIGURA 27	FALLAS EN PAVIMENTOS.....	24
FIGURA 28	CÁLCULO DE PCI TRAMO 2.....	27
FIGURA 29	DENSIDAD DE FALLAS	29

Índice de tablas

TABLA 1. LOGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO.....	10
TABLA 2. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE MUESTRAS.....	17
TABLA 3. RANGOS DEL PCI.....	18
TABLA 4. TRAMO 1, FICHA TÉCNICA	25
TABLA 5. TRAMO 1, FICHA TÉCNICA	26
TABLA 6. CÁLCULO DE PCI TRAMO 2	26
TABLA 7. CÁLCULO DE PCI TRAMO 2	28
TABLA 8. CÁLCULO DEL PCI PARA LA MUESTRA 2	29

Resumen

El presente proyecto de investigación, tuvo como objetivo principal determinar el estado situacional del pavimento flexible de la avenida Canto Grande, la cual estuvo comprendida entre la avenida el Sol y la Avenida el Parque, de novecientos cincuenta y cinco metros de longitud (955 m), siendo el método utilizado Pavement Condition Index (PCI), considerado en la norma American Society of Testing Materials (ASTM) D 5340. Los parámetros de la norma mencionada varían en la escala de cero (0) a cien (100), accediendo con esta evaluación a establecer el estado del pavimento flexible con fines de futuras intervenciones.

El desarrollo de esta investigación inicio con recopilación de datos, inspección visual de campo donde se estableció clase, severidad, y cantidad de cada tipo de fallas, teniendo relación con las cargas de tránsito que soporta y el clima al que está expuesto, para identificar las unidades de muestreo en una red urbana (método PCI) son muchísimas, se procesan los datos, para tener una confiabilidad del 95% aplicaremos la ecuación 1 de este método, así mismo se identificó las fallas (siendo un total de 05 tipos de fallas en 950 mt. lineales) de acuerdo a estos datos se llenó los formatos de campo para ser evaluados a través del método PCI. El procesamiento de los datos de campo se realizó en hojas de cálculo Excel para la obtención de resultados óptimos. Se obtuvo tres tipos de resultados en el trayecto evaluado los cuales están en un rango de regular, malo y muy malo los cuales están delimitados por progresivas.

Al término del monitoreo, evaluación aplicando el método PCI se determinó que la Av. Canto Grande entre las progresivas 0+00 – 0+955 tiene un PCI de 45, de determinó, mediante la inspección en campo, que el estado situacional del pavimento, en el tramo de la avenida Canto Grande, es regular (Escala PCI) este resultado se obtuvo en el carril de subida; entre las progresivas 0+00 – 0+955 tienen un PCI de 45, presentan un estado de conservación “regular” estos resultados son del carril de bajada. Se recomienda intervención en la zona con el fin de brindar servicio eficiente a los pobladores del distrito San Juan de Lurigancho.

Palabras Clave: PCI, fallas, tramo, carril, pavimento.

Abstract

The main objective of this research project was to determine the situation of the flexible pavement of Canto Grande Avenue, which was between Avenida el Sol and Avenida el Parque, nine hundred and fifty-five meters long (955 m) , being the method used Pavement Condition Index (PCI), considered in the American Society of Testing Materials (ASTM) D 5340 standard. The parameters of the mentioned standard vary on a scale from zero (0) to one hundred (100), accessing with This evaluation will establish the state of the flexible pavement for the purpose of future interventions.

The development of this research began with data collection, visual field inspection where class, severity, and quantity of each type of failure were established, having relation to the traffic loads it supports and the climate to which it is exposed, to identify the Sampling units in an urban network (PCI method) are many, the data is processed, to have a reliability of 95% we will apply equation 1 of this method, likewise the failures were identified (being a total of 05 types of failures in 950 linear meters), according to these data, the field forms were filled in to be evaluated through the PCI method. The field data processing was carried out in Excel spreadsheets to obtain optimal results. Three types of results were obtained in the evaluated path, which are in a range of fair, bad and very bad, which are delimited by progressive.

At the end of the monitoring, evaluation, applying the PCI method, it was determined that Av. Canto Grande between the progressive 0 + 00 - 0 + 955 has a PCI of 45, it was determined, through field inspection, that the situational state of the pavement, in the section of Canto Grande avenue, it is regular (PCI Scale) this result was obtained in the uphill lane; Among the progressive 0 + 00 - 0 + 955 they have a PCI of 45, they present a “regular” state of conservation, these results are from the down lane. Intervention in the area is recommended in order to provide efficient service to the residents of the San Juan de Lurigancho district.

Keywords: PCI, failures, section, lane, pavement.

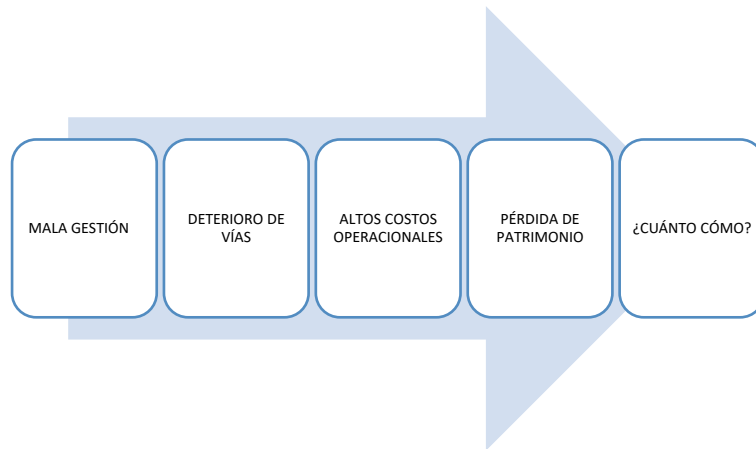
I. INTRODUCCIÓN

El proyecto desarrollado, es un método comparativo del estado actual del pavimento flexible, planteado como método a utilizar el (PCI), metodología extranjera aplicable a la realidad peruana, el cual fue presentado durante la década del 70. Ante este problema, el método plantea, que ante la problemática el “valor deducido”, como un factor promedio, el cual nos indica el estado de degradación del pavimento flexible, teniendo como referencia la inspección in situ, además de la medición geométrica de los distintos niveles de severidad del pavimento superficial.

Según la Municipalidad Metropolitana de Lima (Perú) Ordenanza N° 341-2001-MML: Ingeniería Civil-Resolución Suprema N° 063-70-VI. Lima, 1970.5.pp. Define que la selección y clasificación de Vías para la Municipalidad de Lima Metropolitana plantea las siguientes categorías: Vía Expresa, Nacional/Regional, Subregional, Metropolitana, Vía Arterial, Vía Colectora, Vía Local. Siendo esta selección de carácter operacional, basándose en el desempeño de cada una de las vías, dentro del casco urbano de Lima.

De la misma forma las vías locales, facilitan el acceso a los predios, teniendo en cuenta que, al tratarse de zonas residenciales con fines de vivienda, es jurisdicción de las municipalidades distritales, además en zonas comerciales, industriales y de otra naturaleza corresponderán a la Municipalidad Metropolitana de Lima. En nuestro Perú las avenidas principales, son obras administradas por la Municipalidad Metropolitana de Lima denomina das Vías Metropolitanas, la cual es responsable de la ejecución, trabajos de inspección, reparación, semaforización y señalización, tanto vertical como horizontal.

Figura 1 Importancia del mantenimiento en los pavimentos



Fuente: Elaboración propia

El alcance de nuestro trabajo de investigación realizado, propone medir el nivel de severidad, inspeccionado de forma visual en los pavimentos flexibles, que corresponden a las vías del casco urbano mediante el análisis PCI, para ello se tomaron unidades de análisis en la AV. Canto Grande del Distrito de San Juan de Lurigancho- Lima en el tramo de Av. El Sol y Av. El Parque. Se ha podido Observar que dicho distrito presenta problemas serios como pudimos constatar variaciones en el nivel, rajaduras, depresiones, huecos y baches que dificultaban el tránsito vehicular regular del distrito más grande de nuestro país, de análisis se observó el pobre estado del pavimento, además del descuido de las autoridades por buscar refaccionar así como el malestar de los usuarios; donde los resultados obtenidos indican la existencia de un alto índice de vías dañadas y con el objeto de determinas el nivel de severidad nos hemos apoyado en la metodología PCI para evaluar dicho tramo.

ADEKE, P. ATOO, A y ORGA, S, 2019. 8 pp. Este estudio evaluó el índice de condición del pavimento (PCI) de los pavimentos de carreteras flexibles en el campus de la Universidad de Agricultura de Makurdi (UAM). El manual estándar ASTM D6433 para la evaluación. Se evaluó manualmente la condición del pavimento del camino flexible. Análisis de resultados es descriptivo. Las estadísticas revelaron que más del 65% del pavimento vial en el campus de la UAM se calificaron dentro del rango de pobre a estado fallido. Algunos segmentos en diferentes rutas fueron calificados como justo y superior (arriba a buenas) condiciones, estas rutas y sus porcentajes correspondiente para condiciones justas y superiores condiciones incluidas. La carretera Circunvalación (RR)

al 69.3% puerta de entrada a la Universidad – clinic Junction(GCJ) ruta al 42.9% hostel Junction wáter work (HJWW) al 33% Clinic Junction-Ring Road Junction (CRRJ) en 26.7% Staff quarters Street (SQS) en 25% South Core-Auditorio veterinario(SCV) al 0% la ruta RR tuvo un porcentaje relativamente alto de segmentos de pavimento de la carretera de buena a justa, mientras que la ruta SCV tuvo una fracción relativamente alta de pavimento con peor condición. Oportuno y se recomendó la rehabilitación total del pavimento de carretera flexible en el campus de la UAM desde hace más de El 65% de la red de carreteras se encuentra en un estado deplorable, la pronta rehabilitación de las peores rutas. Tales como las rutas de SCV y SCG que tienen el % mínimo para condiciones Justas y Superiores) deben ser prioridad dada. Además, el parcheo de los baches en esta etapa de deterioro es esencial para prevenir daños adicionales y por lo tanto reducir el costo de rehabilitación en el futuro. La presente tesis aportara las técnicas de evaluación de pavimento flexible atreves del método descriptivo indicándonos la calidad del asfalto, así mismo nos señala las formas de cómo prevenir los daños programando mantenimientos en forma periódica.

GARCIA, Ibeth, 2016. 458 pp. Este proyecto se orienta a determinar y brindar el estado situacional determinado por observación al pavimento no rígido (flexible), en la zona del Chimborazo, además de contar con una investigación de tipo aplicada, teniendo los objetivos fijados en resolver la problemática del estado situacional. Este método de evaluación y administración de pavimentos fue desarrollado por la armada de EE.U.U. Para obtener la calificación funcional y estructural de pavimentos, este sistema utiliza el Índice de Condición de Pavimento desarrollado por USACERL. El PCI evalúa la estructura del pavimento en una graduación de 0 a 100 de acuerdo a la densidad de las fallas del área de estudio arrojando un valor por cada nivel de severidad. Para el desarrollo de esta tesis se tomó como población a todas las comunidades que habitan en los alrededores, según el censo del INECS 2010 la parroquia San Juan tiene 7370 habitantes, tomando como muestra de estudio a los conductores y pobladores del sector. Esta tesis aportara en mi investigación para poder seleccionar el coeficiente de viabilidad en cuanto al método a seleccionar.

Figura 2 Avenida Canto Grande, vista panorámica.



Fuente: Elaboración propia

HUMPIRI, K. presenta un informe en el cual ha desarrollado una investigación cuantitativa, teniendo como población los pavimentos flexibles de la Región Puno, tomando como muestra de estudio, el tramo del pavimento flexible de las vías departamentales y provinciales de la región mencionada, esta fue no probabilística intencional, aplico el cuestionario tipo Likert como instrumento de recolección de datos y la técnica fue el censo. Para ello se apoyó en la teoría de Kotler y Armstrong (2008);

El MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DEL PERÚ (2013), dentro de su Norma técnica, conceptualiza la idea de pavimento, como una infraestructura vial, multicapas, la cual es construida con la finalidad de resistir y trasladar los esfuerzos, causados por el parque automotor, además de fijar el aseguramiento de las condiciones de seguridad y comodidad para el flujo de vehículos (MTC, 2013, pág. 23).

Figura 3 Avenida Canto Grande vista satelital.



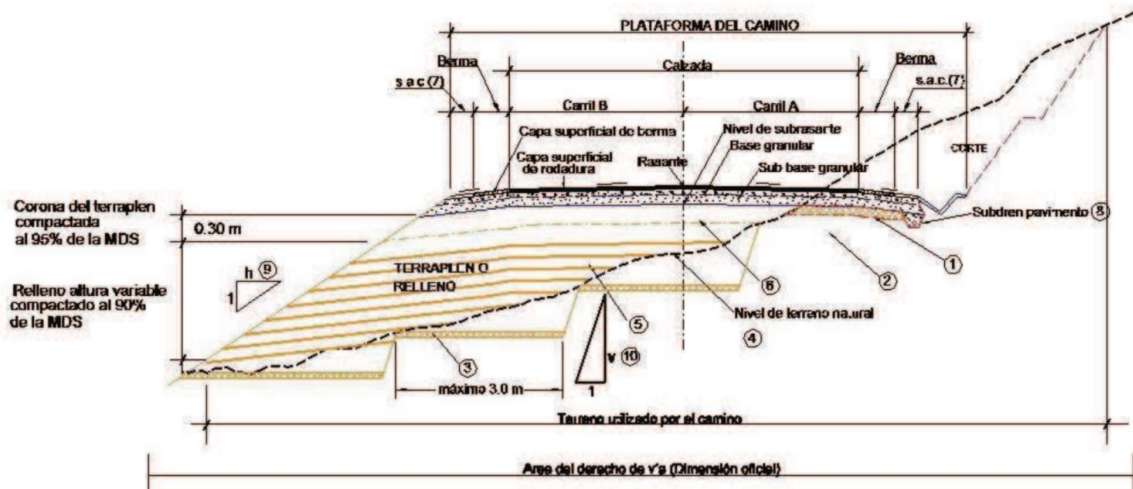
Fuente: Elaboración propia

RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2015. 604pp. Los pavimentos para carreteras y vías urbanas son estructuras viales multi capa, compuestas por un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales con material seleccionado, teniendo como condiciones importantes la compactación y la humedad.

El pavimento dependerá directamente de su observación en cuanto a estado actual, además de la transpirabilidad y las condiciones óptimas de percepción y aceptación de los usuarios que transitan por los pavimentos flexibles, siendo los ciudadanos quienes utilizan a los pavimentos como vías de transporte, consideremos que es precisamente a partir del tránsito frecuente es que comienza el proceso de deterioro de la capa de recubrimiento de una carretera. “El deterioro de una carretera comienza en el momento en que el primer auto inicia su circulación por ella”.

El transporte pesado, compromete el estado del pavimento rígido y flexible, además por la informalidad en el sector transporte, del cual carga mayor tonelaje al estipulado, se suma a este déficit la falta de mantenimiento en las vías de transporte, así como mal uso de las mismas.

Figura 4 Infraestructura del camino.



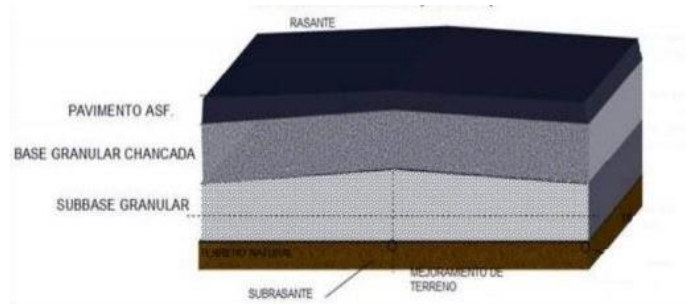
Fuente: MTC, Manual de Suelos y Carreteras. (2013)

A lo largo de esta obra serán revisados algunos de los procedimientos incluidos en el modelo de diseño de pavimentos considerado como el más pertinente para nuestro entorno local ecuatoriano, el Modelo AASHTO/93, que aunque si bien es cierto, fue diseñado para la construcción de carreteras en los Estados Unidos de Norte América, pero la metodología de construcción implicada, se ha convertido en el modelo más usado en todo el mundo, con las adecuaciones pertinentes a cada zona geográfica en donde se implementa. Existen tres grupos generales de pavimentos, el primero de ellos es el conocido como pavimentos flexibles, el segundo es el de los pavimentos rígidos y finalmente se tiene un tercer tipo, conocido como el grupo de pavimentos compuestos.

Los pavimentos flexibles por lo general se componen de asfalto colocado sobre una base granular o sub base, que es una capa soportada por el suelo compactado, que generalmente se conoce como el SUBGRADO O SUBRASANTE. Algunas de las superficies asfaltadas consisten en una capa tratada con BST, mientras que otras tienen componentes de mayor rigidez que las convierten en mezclas muy cercanas a las mixtas. Las partes de un pavimento flexible tenemos: Carpeta asfáltica, es la capa que cubre la parte superior de toda la estructura del pavimento, el cual se coloca sobre la base, siendo esta el área de rodadura de la vía. Siendo su principal objetivo el de impermeabilizar la superficie. De esta forma bloquea evitando el ingreso del agua que podría erosionar las capas inferiores. Así mismo evitando la desintegración de las capas subyacentes y contribuye a soportar

las cargas y distribución de los esfuerzos. Esta capa es la más expuesta al intemperismo y a los efectos abrasivos de los vehículos, por lo que requiere mantenimiento preventivo en forma periódica para garantizar su vida útil.

Figura 5 Partes del pavimento



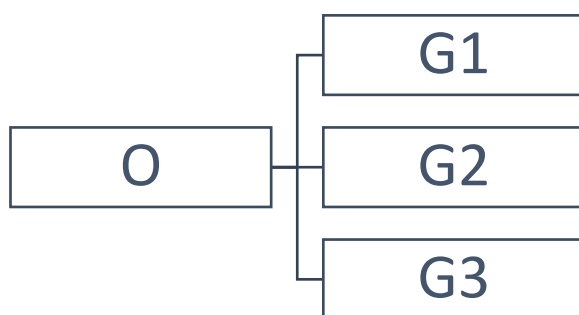
Fuente: Humpiri. (2013). Análisis superficial de pavimentos Flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Investigación no experimental, de corte transversal y diseño descriptivo.

Figura 6 Diseño descriptivo de corte transversal



Fuente: Elaboración propia

O: Observación

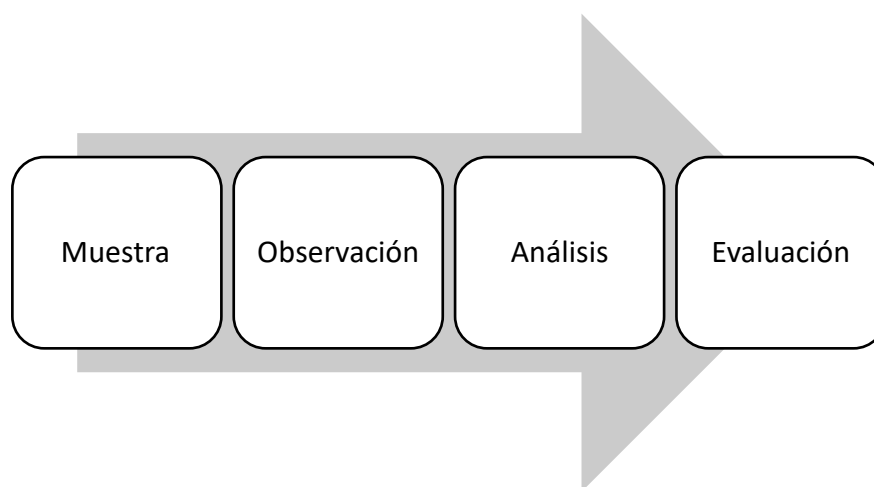
G1: Grupos de muestra 1

G2: Grupos de muestra 1

G3: Grupos de muestra 3

Se realizaron, una medición de varias muestras en un solo intervalo de tiempo, aplicado a las distintas secciones del pavimento flexible.

Figura 7 Secuencia lógica



Fuente: Elaboración propia

2.2 Población, muestra y muestreo

Población: Pavimentos flexibles

Muestra: Pavimento flexibles, en la avenida Canto Grande, San Juan de Lurigancho.

Muestreo: Aleatorio.

Durante la inspección visual, del pavimento asfáltico, es de vital importancia, inspeccionar las secciones del pavimento en su totalidad, sin embargo por la longitud del proyecto y la viabilidad de la ejecución se consideró seleccionar de forma estadística, teniendo en cuenta la confiabilidad del 95% y error 5%, el número estimado de muestras según la siguiente ecuación, la cual determina el número de unidades de muestreo:

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

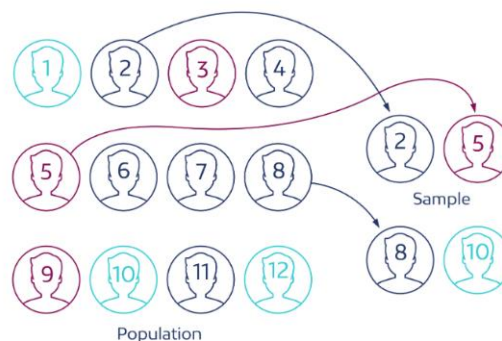
Selección de Unidades de Muestreo para Inspección.

$$i = \frac{N}{n}$$

Fuente: Vásquez Varela, (2002) Universidad Nacional de Colombia

De la selección en campo, objetos del nuestros, debe realizarse de forma tal, que esten espaciadas a lo largo del tramo, siendo el primer tramo seleccionado al azar, sistema aleatorio de selección de muestras. A continuación, se establece el diseño del muestreo analizado.

Figura 8 Muestreo aleatorio



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Logitud de la Unidad de Muestreo

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

Fuente: Vasquez 2002.Manual PCI.

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El índice de condición actual de pavimentos, (PCI) fue publicado por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de Estados Unidos en 1978. Este índice es fácil de emplear y no requiere de equipos sofisticados o especiales para ejecutar las evaluaciones viales.

Objetivos del PCI:

Evaluar la condición estructural y operacional de la superficie del pavimento.

Determinar la programación de mantenimiento y reparación en función a la condición del pavimento.

Determinar el comportamiento del pavimento mediante las especificaciones del PCI.

Técnica: Observación, para lo cual se contará con la ficha técnica validada, por el método PCI.

Validación: Brindada por juicio de expertos.

Recolección de datos: Los datos observados en campo, fueron registrados y procesados.

Figura 9 Clasificación del PCI

Rango PCI %	Color	Estado
0-10		Falla
11-25		Muy Malo
26-40		Malo
41-55		Regular
56-70		Bueno
71-85		Muy Bueno
86-100		Excelente

Fuente: Vasquez 2002.Manual PCI.

Identificación del tipo de falla. Cada falla evaluada debe ser clasificada de acuerdo al grado de deterioro. Que pueden ser Estructurales y Funcionales, la primera son las que originan deterioro del paquete estructural, disminuyendo la cohesión de las capas. Las funcionales afectan la transpirabilidad sobre la capa de rodadura y la seguridad al usuario.

Figura 10 Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA					
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO							
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)							
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>							
INSPECCIONADA POR	FECHA		<input type="text"/>						
<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="text"/>						
No.	Daño	No.	Daño						
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.						
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.						
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.						
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.						
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.						
6	Depresión.	16	Desplazamiento.						
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)						
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.						
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.						
10	Grietas long y transversal.								
Daño	Severidad	Cantidades parciales					Total	Densidad (%)	Valor deducido

Fuente: Vasquez 2002.Manual PCI.

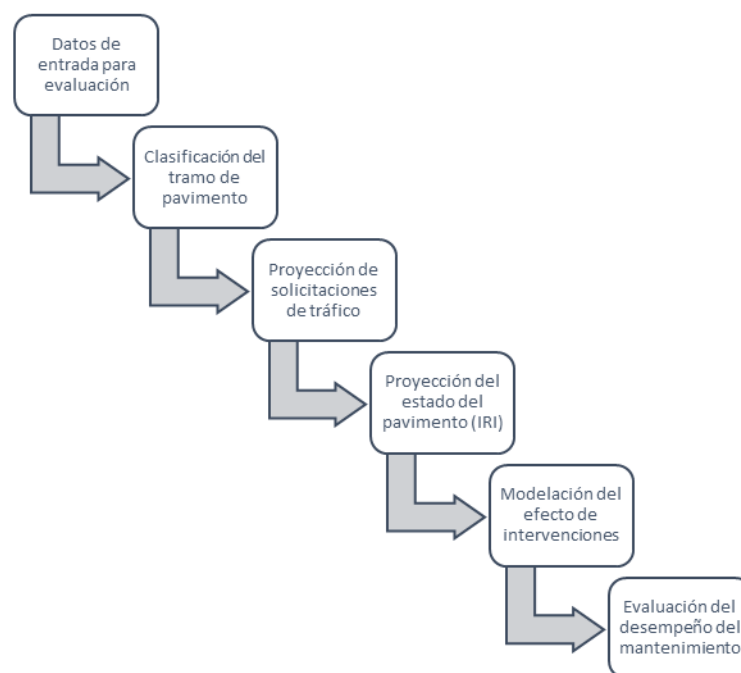
2.4 Procedimiento

El procedimiento para la evaluación del pavimento comprende dos etapas.

La primera etapa es el trabajo de campo donde se identificó las patologías del pavimento teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada una de ellos.

Para el desarrollo de esta etapa se toma en cuenta las unidades de muestreo, cuyas dimensiones varían de acuerdo a los tipos de vía y capa de rodadura.

Figura 11 Fases de evaluación del pavimento



Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa, se realiza el cálculo para la evaluación del pavimento con los datos obtenidos en campo, apoyados en la tabla de la figura 2 del PCI. En esta etapa consta de los pasos siguientes.

Cálculo de las unidades de muestreo por el PCI, estas se basan en valores deducidos de cada tipo de daño de acuerdo a la cantidad y severidad evaluadas en el área de estudio. Con la finalidad de aplicar en forma correcta el cálculo del PCI. Tener en cuenta lo siguiente: Se hace un conteo total de cada tipo y nivel de daño, el cual se registra en la columna de Total de la hoja de campo. Los daños se miden en área, longitud, o de acuerdo a la numeración que presenta la tabla según sea el tipo.

Figura 12 Piel de cocodrilo



Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa, se realiza el cálculo para la evaluación del pavimento con los datos obtenidos en campo, apoyados en la tabla de la figura 2 del PCI. En esta etapa consta de los pasos siguientes.

Cálculo de las unidades de muestreo por el PCI, estas se basan en valores deducidos de cada tipo de daño de acuerdo a la cantidad y severidad evaluadas en el área de estudio. Con la finalidad de aplicar en forma correcta el cálculo del PCI. Tener en cuenta lo siguiente: Se hace un conteo total de cada tipo y nivel de daño, el cual se registra en la columna de Total de la hoja de campo. Los daños se miden en área, longitud, o de acuerdo a la numeración que presenta la tabla según sea el tipo.

Figura 13 Exudación



Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Exudación



Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Corrugación



Fuente: Elaboración propia

Figura 16 Depresiones en la superficie del pavimento



Fuente: Elaboración propia

Figura 17 Pulimiento y desprendimiento del agregado



Fuente: Elaboración propia

En cada sección a analizar, y por inspección in situ, debe registrarse cada falla encontrada, así como la severidad de la misma, teniendo en cuenta su unidad de medida (m,m²), este resultado se anotará en función del porcentaje alcanzado. Este dato, es expresado como la influencia de la falla, con el grado de severidad que ha afectado al pavimento, dentro de la sección inspeccionada. Se determina el valor deducido por cada tipo de daño y nivel de severidad mediante las tablas llamadas valor deducido del daño de acuerdo al tipo de pavimento inspeccionado, para nuestro caso es el flexible. Así mismo se determinará el número máximo admisible de valores deducidos (m).

Terminología:

CD: Valor Deducido.

CDT: Valor deducido total.

q: Número de CD mayores que dos, en unidad de muestreo.

CDV: Valor Deducido Corregido.

2.5 Método de análisis de datos

El tramo de estudio está ubicado en la Av. Canto Grande entre las Av. EL SOL – Av. EL PARQUE el cual soporta un volumen de alto tránsito, con una longitud de 900 metros lineales.

El procedimiento varía de acuerdo con el tipo de superficie del pavimento que se inspecciona. Debemos guiarnos con las definiciones de los daños para obtener el valor del PCI.

La evaluación del pavimento tener en cuenta los siguientes aspectos:

Equipo. Odómetro manual para medir las longitudes y las áreas de los daños, regla y wincha para medir las profundidades de los ahuellamientos o depresiones, manual de daños del PCI con formatos correspondientes para el desarrollo de los trabajos de campo.

Procedimiento. Se inspecciona cada unidad de muestreo para determinar el tipo, cantidad y severidad de los daños, registrando estos datos en los formatos correspondientes, se usa un formulario para cada unidad de muestreo donde se registra su extensión y nivel de severidad, Equipo de seguridad para hacer la inspección de campo.

Cálculo del PCI de las unidades de muestreo. Al término de los trabajos de campo se procede de la siguiente manera.

Tabla 2. Determinación Del Número De Muestras

Longitud	0.9 Km
Ancho de la calzada	6m

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Rangos del PCI

Ancho de la Calzada	6.00m	Cumple que el área de la muestra está entre $230 \pm 93 m^2$
Longitud de la Muestra	40.00m	
Área de la Muestra	$240.00 m^2$	

Fuente: Elaboración propia

Longitud de la Muestra: 40.00m

División del tramo en unidades de muestra

$$N = \frac{\text{Long. del tramo de estudio}}{\text{Long. de la muestra}}$$

$$N = \frac{0.95 \text{ Km}}{40.00} = 23.00 \text{ Muestras}$$

Se dividirá el tramo en 23.00 Muestras.

Calculo del número mínimo de unidades de muestra.

$$n = \frac{23 \times (10)^2}{\frac{5^2}{4} \times (23 - 1) + (10)^2}$$

$$n = 9 \text{ Muestras Mínimas}$$

Determinación del intervalo de muestreo.

$$i = \frac{23}{9}$$

$$i = 2$$

2.6 Aspectos éticos

Según Fernández Sergio y Chávez Ezequiel (2014) el código de ética es un grupo de compendios y normas que definen la conducta ideal con el propósito de extender la imagen pública; establece normas de conducta para sus miembros e incita la toma de decisiones que implican valores para el bien público. (p. 17).

En este proyecto de investigación se ha trabajado de manera adecuada, ya que toda la información manejada está apropiadamente citada y referenciada con lo cual se pretende evitar la copia y respetando a la propiedad intelectual de cada uno de los autores de donde se recopiló información.

III. RESULTADOS

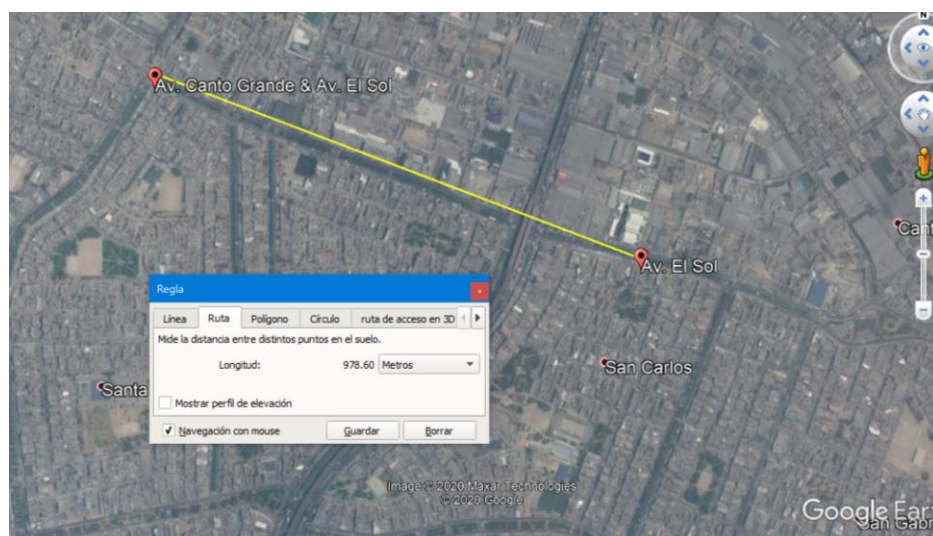
Para determinar el índice del estado del pavimento se procedió a realizar un trabajo de campo y así poder realizar una inspección visual sobre las fallas de la Av. Canto Grande, tramo Av. El Sol – Av. El Parque; así como el cálculo del índice de condición de pavimento cada tramo seleccionado.

Figura 18 Tramo a analizar metodología PCI



Fuente: Elaboración propia

Figura 19 Longitud de análisis



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Avenida el Sol, Tramo 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 21 Avenida el Sol, Tramo 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Avenida el Sol, Tramo 1 (retorno)



Fuente: Elaboración propia

Figura 23 Avenida el Sol, Tramo 1 (retorno)



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 Avenida el Sol, Tramo 3 (ida)



Fuente: Elaboración propia

Figura 25 Avenida el Sol, Tramo 3 (retorno)



Fuente: Elaboración propia

Resultado del tramo 1 - Subida

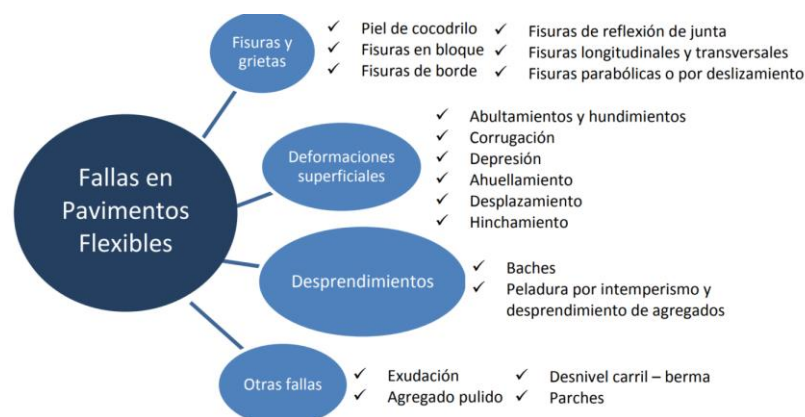
El primer tramo tiene un área de 5730 m² que va desde Av. El SOL hasta la Av. El PARQUE. De la Av. Canto Grande Del distrito de San Juan de Lurigancho. Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: hueco y depresión. La falla más influyente en el deterioro del pavimento es la piel de cocodrilo que tiene que ver con la malformación del pavimento y es un problema estructural, esta se visualiza en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla se encuentran las fisuras longitudinales y/o transversales que se logra visualizar en algunas secciones del área estudiada.

Figura 26 Transmisión de cargas



Fuente: Vega 2018. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo puerto de Yurimaguas

Figura 27 Fallas en pavimentos



Fuente: Vega 2018. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo puerto

Tabla 4. Tramo 1, Ficha técnica

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		UNIVERSIDA CESAR VALLEJO				
		EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				
		VIA: AV.CANTO GRANDE TRAMO AV. ELSOL – AV. PARQUE (SUBID				
Evaluado por: Denis Cáceres Sánchez	PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA			Área de Tra		
Fecha: 01-Julio-2019	PK. INICIAL	0+000.00	PK. FINAL	0+955.00	5730.00	
TIPOS DE FALLAS						
1 Piel de cocodrilo	m ²		10 Fisuras Longitudinales y transversales		m	
2 Exudación	m ²		11 Parche		m ²	
3 Fisuramiento en Bloque	m ²		12 Agregado Pulido		m ²	
4 Desniveles Localizados	m ²		13 Baches		Unidad	
5 Corrugación	m ²		14 Cruce de Ferrocarril		m ²	
6 Depresión	m ²		15 Surco de Huella (Ahuellamiento)		m ²	
7 Fisuramiento de Borde	m ²		16 Desplazamiento		m ²	
8 Fisuramiento de Reflexión	m ²		17 Fisuramiento de Resbalamiento		m ²	
9 Desnivel Carril/Berma	m ²		18 Hinchamiento		m ²	
			19 Desmoronamiento / Intemperismo		m ²	
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	To
PIEL DE COCODRILO	m ²	m	2	5		1
PIEL DE COCODRILO	m ²	m	6	6		3
PIEL DE COCODRILO	m ²	m	15	6		9
PIEL DE COCODRILO	m ²	b	6	6		3
PIEL DE COCODRILO	m ²	b	10	4		4
HUECO	m ²	b	0.5	0.8		0.
HUECO	m ²	b	8	0.1		0.
HUECO	m ²	b	0.8	0.8		0.
DEPRECION	m ²	b	10	0.3		3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Tramo 1, Ficha técnica

FISURAS LON Y/O TRANS	m	b	7	0.4	2	
FISURAS LON Y/O TRANS	m	b	18	2	3	
FISURAS LON Y/O TRANS	m	b	19	0.9	1	
FISURAS LON Y/O TRANS	m	m	2	0.1	0	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTES						
Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad	VD	DVD
PIEL DE COCODRILO (m)	m ²	m	136	2.37	23	
PIEL DE COCODRILO (b)	m ²	b	76	1.33	26	
HUECO (b)	m ²	b	1.84	0.03	3	
DEPRECION (b)	m ²	b	3	0.05	8	69
FISURAS LON Y/O TRANS (m)	m	b	55.9	0.98	5	
FISURAS LON Y/O TRANS (m)	m	m	0.2	0.00	4	

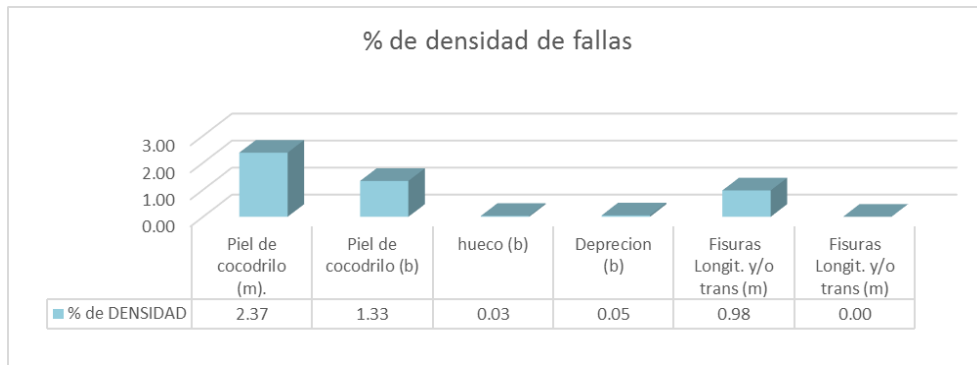
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Cálculo de PCI tramo 2

CÁLCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							CDT	Q	CDV
26	23	8	5	4	3		69	7	55
23	8	5	4	3	0	2	45	6	40
8	5	4	3	0	2	2	24	5	36
5	4	3	0	2	2	2	18	4	16
4	3	0	2	2	2	2	15	3	13
3	0	2	2	2	2	2	13	2	14
							HDV		55
							PCI		45
							CLASIFICACION		
							REGULAR		

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28 Cálculo de PCI tramo 2



Fuente: Elaboración Propia

Resultado del tramo 2 - Bajada

El segundo tramo medirá la misma área de evaluación que el anterior tramo solo que este será de bajada en la misma avenida y tramo descrito, para verificar los datos que arroja una segunda evaluación. Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: parche y piel de cocodrilo. La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos que tiene que ver con los orificios en el pavimento, el cual es considerado un problema estructural, esta se visualiza en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla se encuentran las fisuras longitudinales y/o transversales que se logra visualizar en algunas secciones del área estudiada.

Tabla 7. Cálculo de PCI Tramo 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDA CÉSAR VALLEJO

EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)

VIA: AV.CANTO GRANDE TRAMO AV. ELSOL – AV. PARQUE (BAJAJ

Evaluado por: Denis Cáceres Sánchez	PAVIMENTO FLEXIBLE CARPETA ASFALTICA				Área de Trar
Fecha: 01-Julio-2019	PK. INICIAL	0+000.00	PK. FINAL	0+955.00	5730.00 r

TIPOS DE FALLAS

1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longitudinales y transversales	m
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²
3 Fisuramiento en Bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de Ferrocarril	m ²
6 Depresión	m ²	15 Surco de Huella (Ahuellamiento)	m ²
7 Fisuramiento de Borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²
8 Fisuramiento de Reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²
9 Desnivel Carril/Berma	m ²	18 Hinchamiento	m ²
		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES

Falla	Unidad	Severidad	Largo m	Ancho m	Prof. m	To
HUECO	m ²	b	2	5		10
HUECO	m ²	b	0.6	6		3.6
HUECO	m ²	m	0.8	6		4.8
HUECO	m ²	m	2	6		12
HUECO	m ²	m	0.8	4		3.2
PARCHE	m ²	m	30	0.8		24
PARCHE	m ²	m	1	0.1		0.1
PIEL DE COCODRILO	m ²	b	3	0.8		2.4
PIEL DE COCODRILO	m ²	m	10	0.3		3
PIEL DE COCODRILO	m ²	m	10	0.4		4
FISURAS LON Y/O TRANS	m	b	5	2		10

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTES

Falla	Unidad	Severidad	Total	Densidad	VD	DVT
HUECO (b)	m ²	m	136	2.37	23	
HUECO (m)	m ²	b	76	1.33	26	
PARCHE (m)	m ²	b	1.84	0.03	3	
PIEL DE COCODRILO (m)	m ²	b	3	0.05	8	55.6
PIEL DE COCODRILO (m)	m	b	55.9	0.98	5	
FISURAS LON Y/O TRANS (b)	m	m	0.2	0.00	4	
					m	6.4

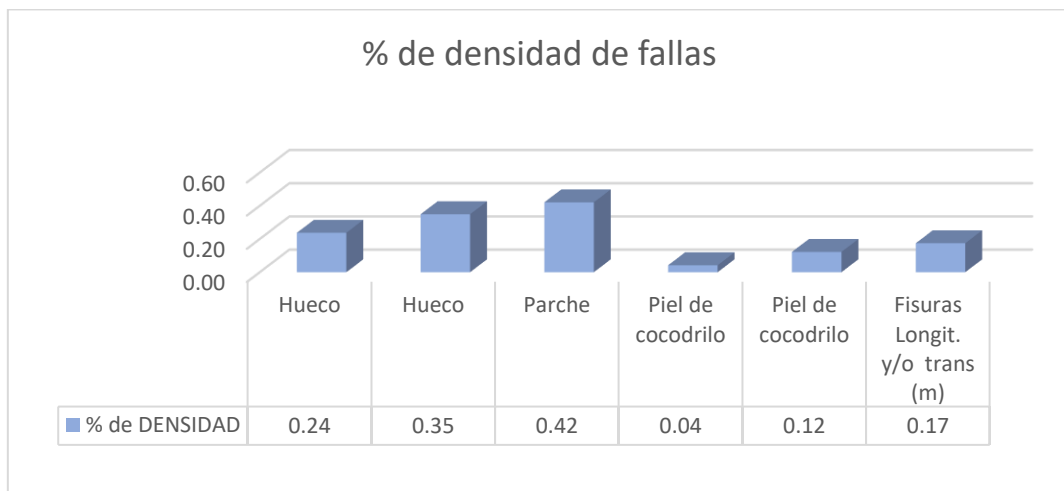
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Cálculo del PCI para la muestra 2

CÁLCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
40	5	5	3	2.5	0.1	55.6	8	55	
5	5	3	2.5	2		17.5	7	40	
5	3	2.5	2	2		14.5	6	38	
3	2.5	2	2	2		11.5	5	16	
2.5	2	2	2	2		10.5	4	13	
								HDV	55
								PCI	45
								CLASIFICACION	REGULAR

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29 Densidad de Fallas



Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como resultado en su tramo de pavimento analizado el nivel de 45, quiere decir que tiene un nivel regular, esto indica que debe de rehabilitarse el pavimento, programando una supervisión en las zonas más deterioradas del tramo de la av. El Sol - El Parque, del mismo modo se plantea un mantenimiento preventivo en el trayecto del pavimento, para mantener la operatividad y el buen funcionamiento y de esta manera alcanzar el tiempo de vida útil, realizando una comparación con García (2016) en su tesis titulada “Evaluación del pavimento flexible de la vía Calpi – San Juan de Chimborazo, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo” obtuvieron un índice 38.05 en la condición de pavimento, siendo este una escala mala, en la presente investigación se obtuvo como resulta hay un índice de 45 siendo este una escala regular.

En similitud con Humpiri (2015) en su tesis titulada “Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de Puno” se obtuvo que hay un porcentaje mayor de incidencias en las fisuras longitudinales y transversales, seguidas de huecos, desgaste superficial, entre otras. Con respecto a nuestra investigación en el primer tramo se obtuvo que el segundo índice mayor de fallos correspondía con las fisuras longitudinales y transversales, esto es a raíz de que existe insuficiencia de mantenimiento en las vías, en este caso desde la Av. Canto Grande tramo de la Av. El Parque hasta la Av. El Sol.

De los antecedentes analizados para el presente trabajo de investigación, se evidencia que en el tramo de 955m, de la avenida Canto Grande, inspeccionado utilizando la metodología PCI, se ha cumplido la metodología internacional, con los parámetros especificados en la ASTM D-5340.

V. CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI) se pudo calcular el nivel de severidad del pavimento flexible donde obtuvimos un PCI total entre 55-40 lo que significa que tiene un nivel regular, esto indica que debe de rehabilitarse el pavimento, programando un mantenimiento correctivo en las zonas más deterioradas, del mismo modo plantear un mantenimiento preventivo en el trayecto del pavimento, para mantener la operatividad y el buen funcionamiento y de esta manera alcanzar el tiempo de vida útil para el que fue diseñado, así mismo las avenidas principales del distrito de San Juan de Lurigancho.

La estructura del pavimento: La estructura encontrada consta de base, sub base y carpeta asfáltica las cuales absorben las cargas de tránsito, la evaluación realizada nos indica que la granulometría de la conformación de capas no es la adecuada, así mismo la carpeta asfáltica presenta un espesor de 04 cm, el cual no es la adecuada para el alto tránsito a la cual está expuesta día a día. Por estas consideraciones, la estructura sufre fatiga, sufriendo daños las cuales son. Piel de cocodrilo, huecos, grieta longitudinal y transversal, grieta de borde, siendo un total de 21 fallas de tipo estructural. Aplicando el PCI se determinó que la Av. Canto Grande en el tramo de la Av. El SOL y la Av. EL PARQUE, tiene un PCI de 55-40, encontrándose en estado de conservación “Regular”. Este es un indicador para hacer una programación de mantenimiento, evitando el deterioro total de la vía. Del mismo modo se recomienda cuantificar el valor del PCI, buscando comprometer a las autoridades correspondientes se comprometan en el mantenimiento periódico para su conservación, cumpliendo con su vida útil por ser una vía de alto tránsito.

En el Funcionamiento: Las fallas encontradas son depresión, abultamiento y hundimiento siendo un total de 2 fallas de tipo funcional, todas estas de nivel bajo con densidades variables. El PCI dio por resultado regular ya que estas fallas no afectan el tránsito vehicular de forma normal. Solo ocasiona vibraciones mínimas dentro de los vehículos, por este motivo no es necesario bajar la velocidad. Las peladuras, corrugación y otros no son percibidos por el conductor, no causan incomodidad al tránsito vehicular. En la Impermeabilidad: El deterioro de las capas de rodadura no solo es causa de mal diseño, calidad inadecuada del pavimento esto sucede por un ineficiente sistema de

drenaje, el cual produce la destrucción sistemática del pavimento. El drenar eficientemente el agua superficial es importante en un pavimento, debido a que evitamos el Hidroplaneo, haciendo más segura el tránsito vehicular, del mismo modo evitando la erosión que genera el flujo de agua en la capa de rodadura del pavimento, los taludes también evitan que el agua se infiltre atreves del pavimento evitando la alteración química de los materiales granulares de la capa de rodadura, algunos estudios han demostrado que hasta un 70% de agua puede infiltrar a través de la carpeta asfáltica, afectando directamente su capacidad estructural.

VI. RECOMENDACIONES

Las evaluaciones realizadas en el presente trabajo de investigación, nos permitirá conocer el estado funcional del pavimento flexible, de acuerdo a las patologías encontradas en campo. Las recomendaciones se enfocan en lo estructural, funcional y la impermeabilidad del pavimento.

Se recomienda realizar una toma de datos y evaluación del pavimento a través de una matriz, que sirva como guía para proponer posibles mantenimientos periódicos.

Por las fallas superficiales, es recomendable que las entidades encargadas de velar por la seguridad vial realicen verificaciones rutinarias continuamente con el fin de que este tipo de daño se vaya reduciendo.

La evaluación de los pavimentos flexibles, se recomienda efectuar en periodos entre 6 a 12 meses, de preferencia en los meses de verano para evitar la presencia de lluvias, para determinar el estado de conservación de la vía, del mismo modo identificar las nuevas patologías existentes en la vía.

Recomendamos el monitoreo continuo apoyados del (PCI) para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, de esta manera establecer el mantenimiento o la rehabilitación de la vía.

REFERENCIAS

AASHTO. (2015). MECHANISTIC EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN GUIDE (MEPDG) . United States of America. ACI 363R-92. (1997). State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete.

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). AASHTO GUIDE for Design of Pavement Structures. Washington D.C.

Cement Association of Canada. (2016). CONCRETE, even smarter than you think. Recuperado el 04 de Abril de 2015, de CONCRETE, even smarter than you think: <http://www.cement.ca>

AASHTO, ASTM D 6333-03, (2004). Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos. Chang, C. (2005). Evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro. Instituto de la Construcción y Gerencia. Lima, Perú.

ACOSTA, Carol y RUBIANO, Anggie. 2017. Identificación de Patologías en Pavimentos del Corredor Siberia Tenjo por medio del Método PCI e INVIAS y Reconocimiento de Especies Arbóreas Contiguas al Tramo. Bogotá - Colombia: Universidad Santo Tomás - Facultad de Ingeniería Civil - Grupo de Investigación SEMVIUSTA, 2017.

ALVARIÑO Diego, Junior. 2016. Determinación y Evaluación de las Patologías del Concreto para obtener el Índice de Integridad Estructural del Pavimento y Condición Operacional de la Superficie de la Pista en la Avenida las Malvinas, Distrito de Mazamari, Provincia de Satipo, Junín. Satipo - Perú: Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote., 2016.

American Society for Testing and Materials (2004). Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D 6433-03) Estados Unidos 81 pp.

ASTM, NORMA. 2005. INDICE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS. s.l.: Traducción Español Norma ASTM 5340-98 Apéndice X2 PCC, 2005.

Bernaola Chuquillanqui, Roberto José. 2014. Evaluación y Determinación del Índice de Condición de Pavimento Rígido en la Av. Huancavelica, Distrito de Chilca, Huancayo. Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú - Facultad de Ingeniería Civil, 2014.

Cazorla, M. (2010). Metodología para la evaluación del Pavimento Flexible y Propuesta de Soluciones de Rehabilitación de un tramo de carretera, a partir de la inspección Visual. La Habana, Cuba.

Cote Sosa, Gina y Villalba Oyola, Lina. 2017. Índice de Condición del Pavimento Rígido en la Ciudad de Cartagena de Indias y Medidas de Conservación. Caso de Estudio: Carrera 1ra del Barrio Bocagrande. Cartagena - Colombia: Universidad de Cartagena - Programa de Ingeniería Civil, 2017.

Díaz, J. (2014). Evaluación de la Metodología PCI como Herramienta para la Toma de Decisiones en las Intervenciones a Realizar en los Pavimentos Flexibles. Bogotá, Colombia.

GUTIERREZ, Wilfredo. Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transportes
Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2018. 187pp.
ISBN: 978-612-304-559-3

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. México D.F. : McGRAW - HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. - Sexta Edición, 2014.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). MANUAL DE CARRETERAS: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Lima. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2015). Manual del Usuario EVALPAV - Software para Evaluación de Pavimentos en Carreteras y Aeropuertos de Superficie Asfáltica, y Carreteras no Pavimentadas. Lima, Perú.

Montejo, A. (2002). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS (Vol. 1). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones. Portland Cement Association. (1995). Thickness Design for Concrete Highway and Street Pavements. United States of America.

RABANAL, J. (2014). Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Lima, Perú: Universidad privada del Norte. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.

ROBLES Bustios, Raúl. 2015. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima. Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma - Facultad de Ingeniería - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2015, pág. 126.

Rodríguez, E. (2009). Cálculo del índice de condición de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. Piura, Perú: Tesis para obtener Luis Montero, distrito de Castilla. Piura, Perú: Universidad de Piura. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil.

RONDON, Hugo y REYES, Fredy. Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño. Lima: Biblioteca Nacional del Perú, 2015. 604pp.
ISBN: 978-612-304-263-9

Uribe García, Marco Antonio. 2016. Curso Regional de Geotecnia y Pavimentos: Diseño de Pavimento Rígidos. Santiago de Querétaro: Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres A.C, 2016.

ZAMBRANO, Wilmer. Diseño Estructural de Pavimentos. Machala: Universidad Técnica de Machala, Ecuador, 2015. 152pp.

ISBN: 978-9978-316-31-3

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Título: Nivel de severidad usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019
 Autores: Denis S. Cáceres Sánchez
 Avelio Tambranco Castro
 Jesus Limbique Alvarez

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables e Indicadores					Metodología
Problema principal	Objetivo general	Hipótesis general	Variable: Nivel de severidad					
			Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Valorativa	Niveles	
¿Cuál es el nivel de severidad usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019? Problemas específicos ¿Cuál es el la estructura usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019? ¿Cuál es el funcionamiento	Determinar el nivel de severidad usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019. Objetivos específicos Determinar la estructura usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019? Determinar el funcionamiento	No cuenta con hipótesis por ser una investigación descriptiva	Estructura	Capa diseñada o constituida resistente a fenómenos de fatiga por cargas cíclicas adicionalmente debe de resistir efectos del clima.	Formatos de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica. Rangos de calificación del PCI. Materiales para realizar la evaluación.	55-40	Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado	Diseño Investigación: Tipo no experimental Con Corte Transversal Tipo de Investigación: Aplicada Nivel: Descriptivo, Explicativo Método de Investigación: Cualitativo Enfoque: Cuantitativa

<p>usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019?</p> <p>¿Cuál es la impermeabilidad usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019?</p>	<p>usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019?</p> <p>Determinar la impermeabilidad usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019?</p>		<p>Funcionamiento</p>	<p>Recibe de manera directa las cargas que circulan sobre la superficie del pavimento durante su vida útil (servicialidad)</p>	<p>Formatos de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.</p> <p>Rangos de calificación del PCI.</p> <p>Materiales para realizar la evaluación</p>	<p>55-40</p>	<p>Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado</p>	
			<p>Impermiabilidad</p>	<p>Impide la penetración directa del agua las capas subyacentes, restringiendo la pérdida de resistencia al corte que pueden experimentar.</p>	<p>Formatos de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica.</p> <p>Rangos de calificación del PCI.</p> <p>Materiales para realizar la evaluación</p>	<p>55-40</p>	<p>Excelente Muy bueno Bueno Regular Malo Muy malo Fallado</p>	

Anexo N° 02



FIGURA A: Estructura típica de pavimento flexible
FUENTE: Portillo G. 2015

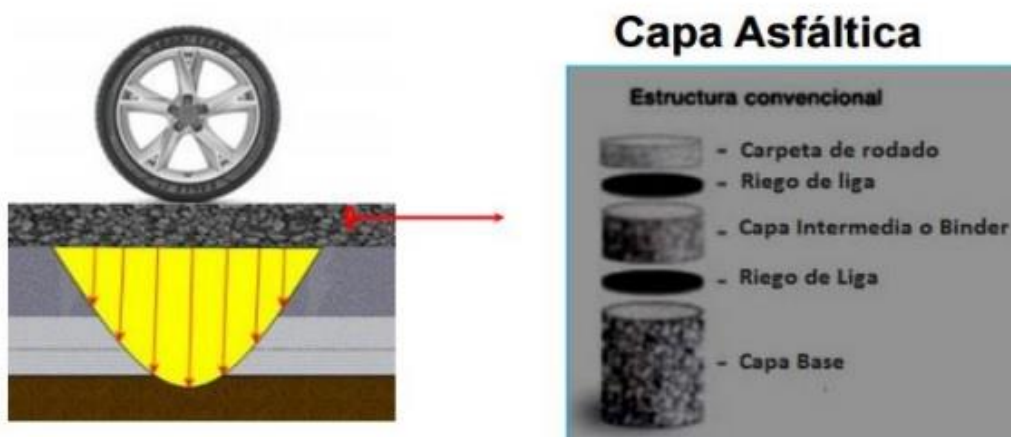


Figura B: Estructura convencional de la capa Asfáltica
Fuente: Pavimentos – Flexibles

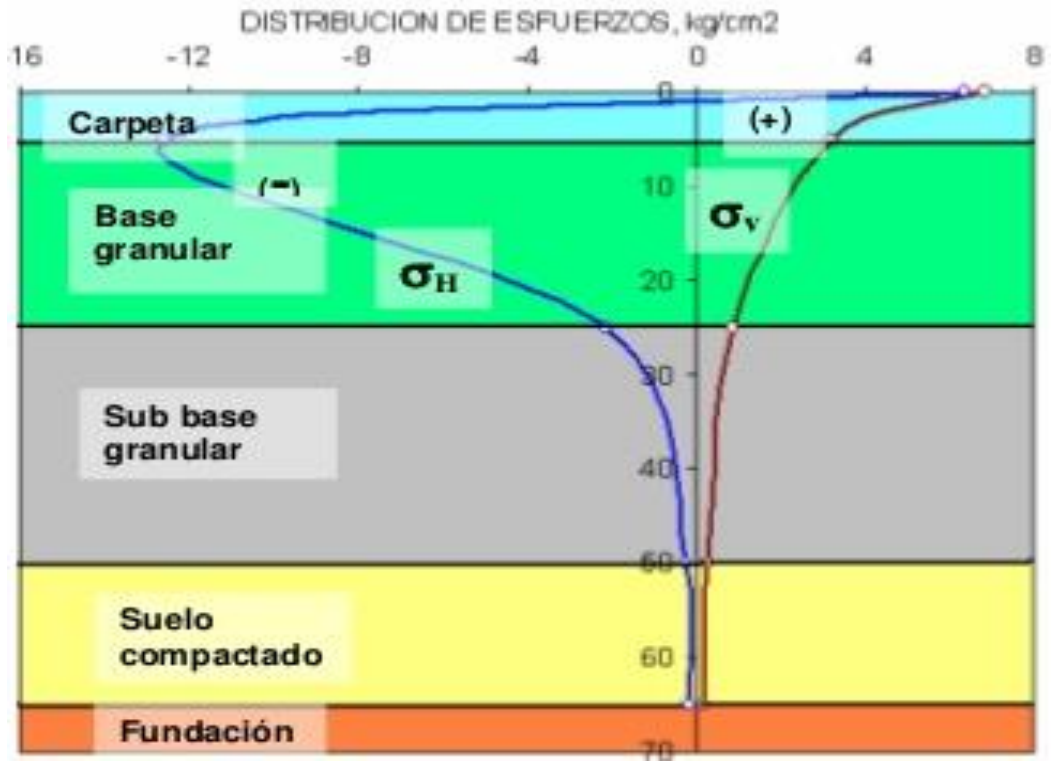



Figura C: Esquema de la Distribución de Esfuerzos en Pavimentos Típicos.
 Fuente: Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos.

Anexo N° 03: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

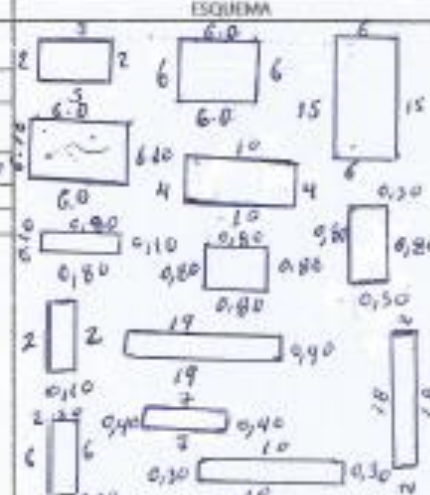


UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

TESIS: NIVEL DE SEVERIDAD USANDO EL METODO DE INDICE DE CONDICION EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA CANTO GRANDE, 2029

TESISTAS: CACERES SANCHEZ DENIS
TAMBRACO CASTRO AVELINO
LIMBUEQUE ALVAREZ JESUS

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA						
Unidad de muestra	Area									
01	5730 m ²									
Progresiva inicial	Progresiva final									
0.000.00	0+0955.00									
Daños 1. Pal de coadrijo 2. Exudacion 3. Agrietamiento en bloques 4. Abultamiento y hundimiento 5. Corrugacion 6. Degresion 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexion de junta 9. Desnivel carril/berma 10. Grietas longitudinales y transversales 11. Parcheo 12. Pulveriento de agregados 13. Huecos 14. Cruce de via ferrea 15. Alveolamiento 16. Desplazamiento 17. Grieta parabolica 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados										
TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	TOTAL	DENSIDAD	VR	
1	MEDIA	2x5	61x6	15x6			136.6			
1	BAJO	6.0x6	10x4				77.21			
13	BAJO	0.50x0.80	0.80x0.80	0.80x0.80			1.12			
10	MEDIA	0.10x2					0.2			
10	BAJO	19x0.90	18x2	6x2.50			68.1			
7	BAJO	7x0.40					2.0			
6	MEDIA	10x0.30					3			



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

TESIS: NIVEL DE SEVERIDAD USANDO EL METODO DE INDICE DE CONDICION EN PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA CANTO GRANDE, 2019

TESISTAS: CACERES SANCHEZ DENIS
TAMBRACO CASTRO AVELLO
LIMBECQUE ALVAREZ JESUS

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

Unidad de muestra

02

Area

5730 m²

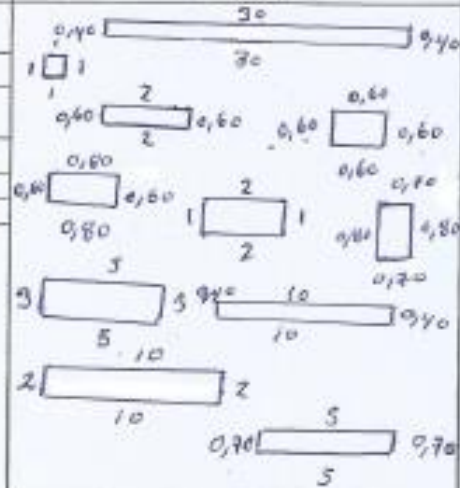
Progresiva inicial

0+000.00

Progresiva final

0+0955.00

ESQUEMA



Daños

- | | |
|--------------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Piel de cordillo | 11. Parcheo |
| 2. Exudacion | 12. Pulverido de agregados |
| 3. Agrietamiento en bloque | 13. Huecos |
| 4. Abultamiento y hundimiento | 14. Cruce de via ferrea |
| 5. Corrugacion | 15. Ahueflamiento |
| 6. Depresion | 16. Desplazamiento |
| 7. Grieta de borde | 17. Grieta parabolica |
| 8. Grieta de reflexion de junta | 18. Hinchamiento |
| 9. Desnivel carril/bierna | 19. Desprendimiento de agregados |
| 10. Grietas longitudinales y transversales | |

TIPO	SEVERIDAD	01	02	03	04	05	TOTAL	DENSIDAD	VR
11	MEDIA	30x0,40	1x1				13		
13	BAJO	2x0,60	0,60x0,60				1.56		
19	MEDIO	0,60x0,80	2x1	0,80x0,80			3.04		
1	BAJO	3x3					13		
1	MEDIO	10x0,40	10x1				24		
10	BAJA	5x0,70					3.5		

MEMORIA DE CÁLCULO

Para pavimentos flexibles los daños pueden ser:



FIGURA D: Fallas de pavimento flexible establecidos por el PCI
FUENTE: Rodríguez Velásquez, E. 2009

A continuación, se explica las 18 fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexible, considerados dentro del método PCI.

Del mismo modo se evalúa la calidad del tránsito para determinar el nivel de severidad de daños tales como las corrugaciones y el cruce de vía férrea. Para establecer la calidad de tránsito se divide en tres niveles, los cuales son:

Bajo: Se perciben las vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones) pero no es necesaria una reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo, pero creando poca incomodidad.

Intermedio: Las vibraciones en el vehículo son significativas y se requiere alguna reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

Alto: Las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; o los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo, creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

Piel de cocodrilo. Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

El agrietamiento de piel de cocodrilo ocurre únicamente en áreas sujetas a cargas repetidas de tránsito tales como las huellas de las llantas. Por lo tanto, no podría producirse sobre la totalidad de un área a menos que esté sujeta a cargas de tránsito en toda su extensión. (Un patrón de grietas producido sobre un área no sujeta a cargas se denomina como “grietas en bloque”, el cual no es un daño debido a la acción de la carga). La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por deformación o ahuellamiento

Niveles de severidad.

Bajo: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.

Intermedio: Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel bajo, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

Alto: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

Medida.

Se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. La mayor dificultad en la medida de este tipo de daño radica en que, a menudo, dos o tres niveles de severidad coexisten en un área deteriorada. Si estas porciones pueden ser diferenciadas con facilidad, deben medirse y registrarse separadamente. De lo contrario, toda el área deberá ser calificada en el mayor nivel de severidad presente.

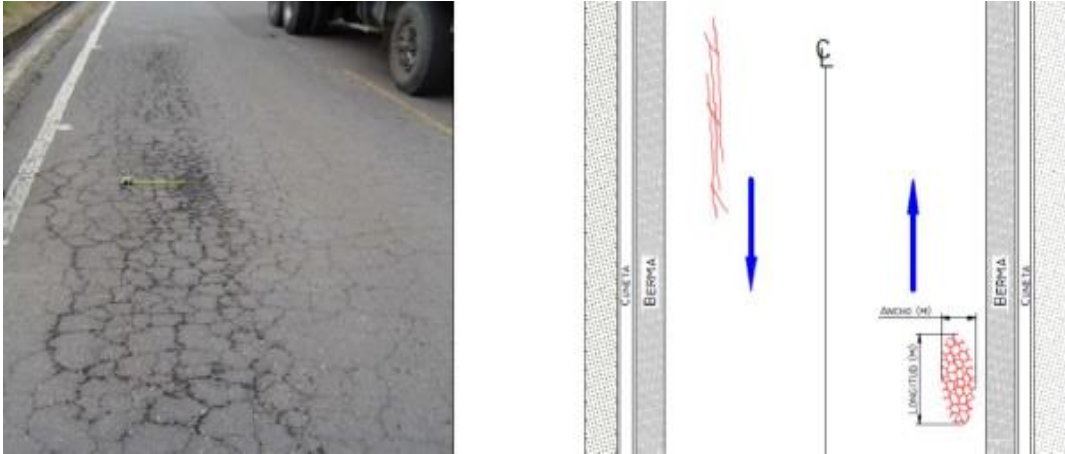


FIGURA E: Piel de Cocodrilo (PC, unidad de medida, m²)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

EXUDACIÓN. Descripción: La exudación es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

Niveles de severidad.

Bajo: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

Intermedio: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

Alto: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

Medida.

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza la exudación no deberá contabilizarse el pulimento de agregados.

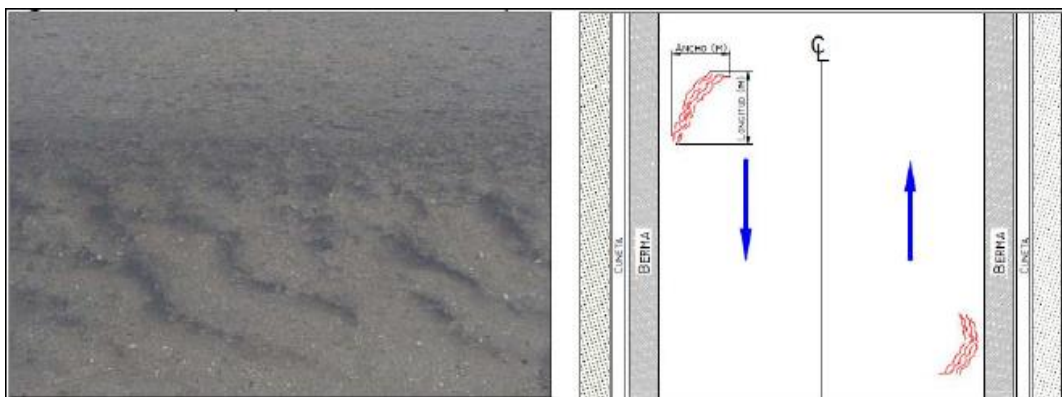


FIGURA F: Exudación (EX, unidad de medida, m²)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

AGRIETAMIENTO EN BLOQUE. Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). 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 difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, 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 (por lo menos en su primera etapa).

Niveles de severidad.

Bajo: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.

Intermedio: Bloques definidos por grietas de severidad media.

Alto: Bloques definidos por grietas de alta severidad.

Medida.

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Generalmente, se presenta un solo nivel de severidad en una sección de pavimento; sin embargo, cualquier área de la sección de pavimento que tenga diferente nivel de severidad deberá medirse y anotarse separadamente.

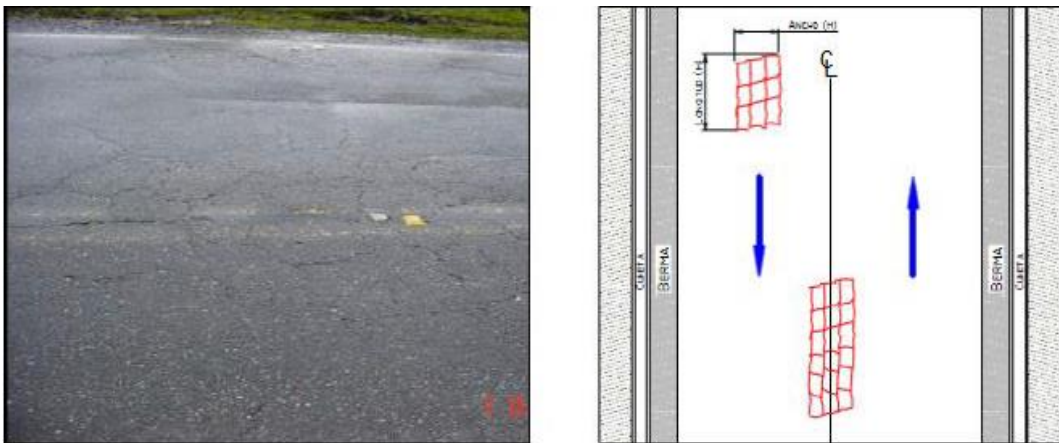


FIGURA G: Agrietamiento en Bloque (BLO, unidad de medida, m²)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

ABULTAMIENTOS (BUMPS) Y HUNDIMIENTOS (SAGS). Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento. Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

1. Levantamiento o combadura de losas de concreto de cemento Portland con una sobre carpeta de concreto asfáltico.

2. Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
3. Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”). Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento: swelling).

Niveles de severidad

Bajo: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

Intermedio: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

Alto: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

Medida.

Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.



FIGURA N° H: Abultamientos (AB, unidad de medida, m²)
 FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
 Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

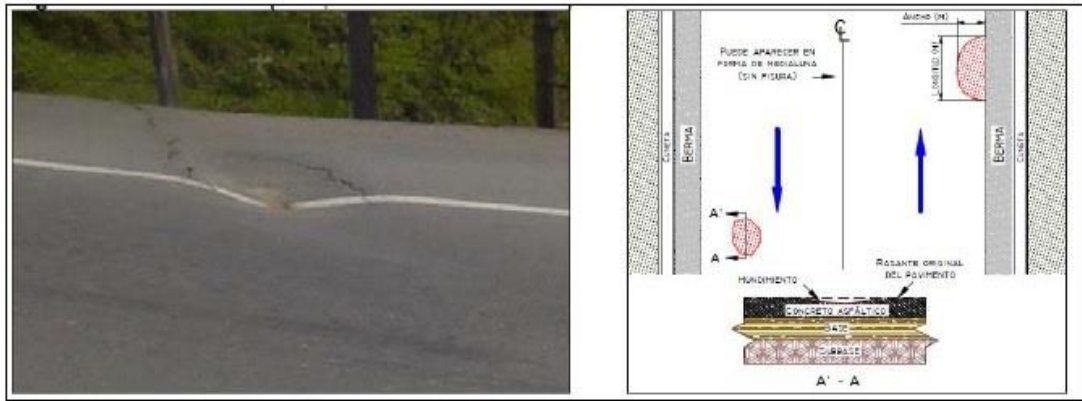


FIGURA N° I: Hundimiento (H, unidad de medida, m²)
 FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
 Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

CORRUGACIÓN: La corrugación (también llamada “lavadero”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito. Este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Si los abultamientos ocurren en una serie con menos de 3.0 m de separación entre ellos, cualquiera sea la causa, el daño se denomina corrugación.

Niveles de severidad

Bajo: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de baja severidad.

Intermedio: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de mediana severidad.

Alto: Corrugaciones producen una calidad de tránsito de alta severidad.

Medida: Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

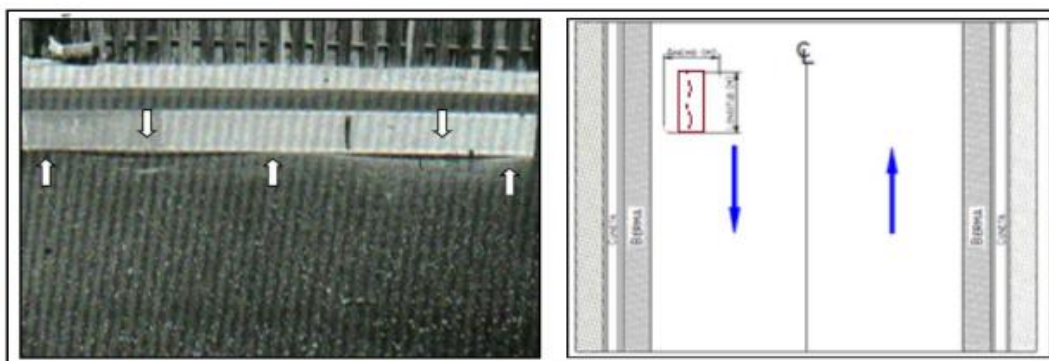


FIGURA N° 6: Corrugación (COR, unidad de medida, m²)
 FUENTE: Rodríguez Velásquez, E. (2009)

DEPRESIÓN. Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son visibles después de la lluvia, cuando el agua almacenada forma un “baño de pájaros” (bird bath). En el pavimento seco las depresiones pueden ubicarse gracias a las manchas causadas por el agua almacenada. Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta. Originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua pueden causar hidropneumático.

Los hundimientos a diferencia de las depresiones, son las caídas bruscas del nivel.

Niveles de severidad.

Máxima profundidad de la depresión:

Bajo: 13.0 a 25.0 mm.

Intermedio: 25.0 a 51.0 mm.

Alto: Más de 51.0 mm.

Medida: Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

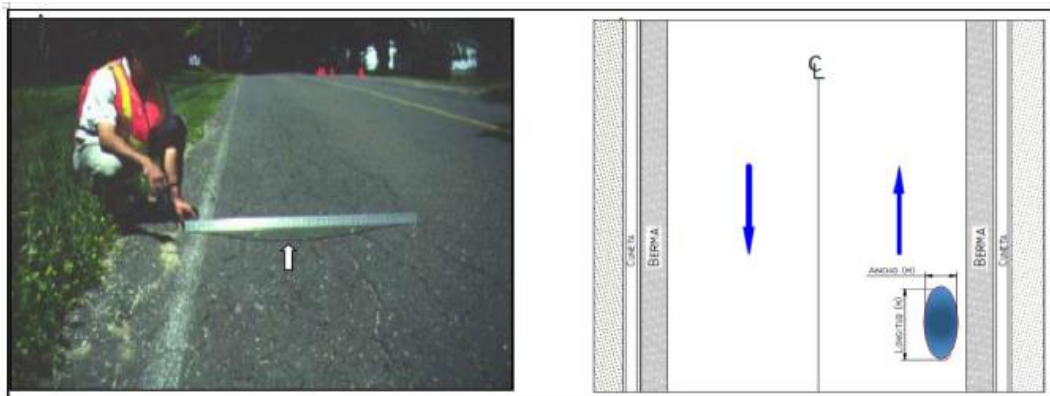


FIGURA N° 7: Depresión (DEP, unidad de medida, m²)

FUENTE: Rodríguez Velásquez, E. (2009)

GRIETA DE BORDE. : Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

Niveles de severidad.

Bajo: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

Intermedio: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

Medida: La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales). Alto: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

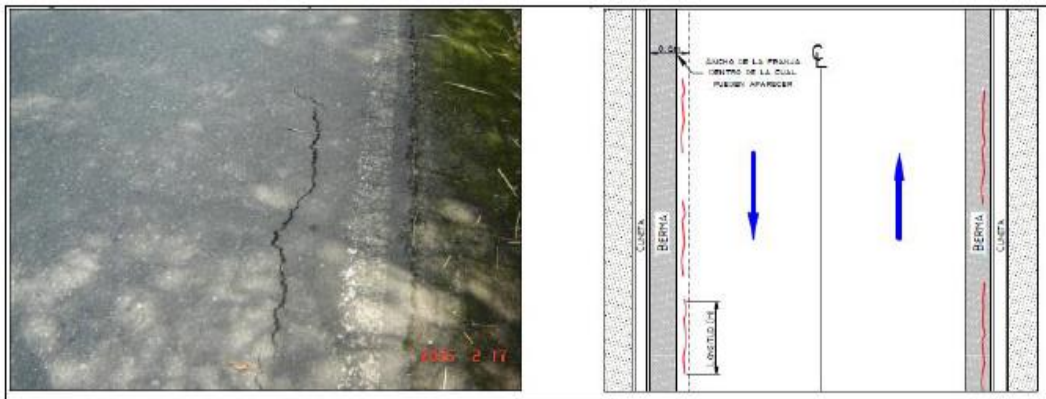


FIGURA N° 8: Grieta de Borde (GB, unidad de medida, m)

FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).

Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND). Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica construidos sobre una losa de concreto de cemento Pórtland. 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 de cemento Pórtland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta. Si el pavimento está fragmentado a lo largo de la grieta, se dice que aquella está descascarada. El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico ayuda a identificar estos daños.

Niveles de Severidad

Bajo: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm, o
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

Intermedio: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
3. Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.

Alto: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
2. Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medida

La grieta de reflexión de junta se mide en pies lineales (o metros lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión este también debe registrarse.

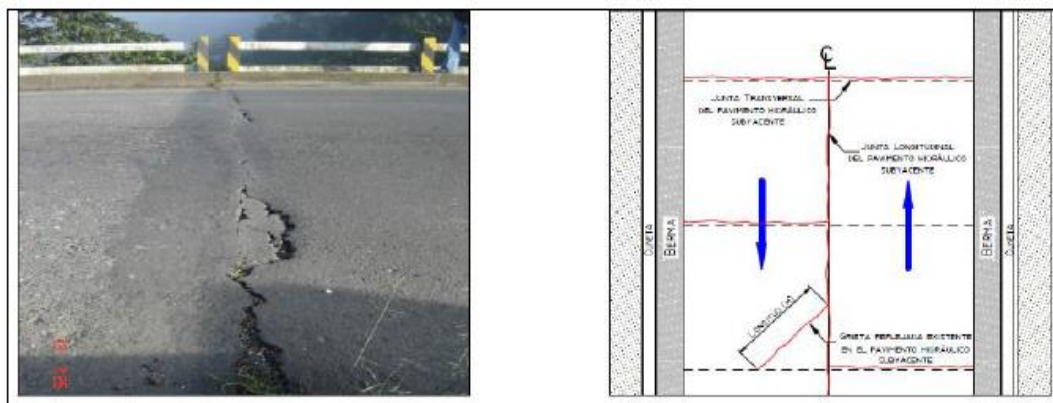


FIGURA N° 9: Grieta de Reflexión de Junta (GR, unidad de medida, m)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

DESNIVEL CARRIL / BERMA. El desnivel carril / berma es una diferencia de niveles entre el borde del pavimento y la berma. Este daño se debe a la erosión de la berma, el asentamiento berma o la colocación de sobrecarpetas en la calzada sin ajustar el nivel de la berma.

Niveles de severidad.

Bajo: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25.0 y 51.0 mm.

Intermedio: La diferencia está entre 51.0 mm y 102.0 mm.

Alto: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm.

Medida: El desnivel carril / berma se miden en pies lineales (ó metros lineales).

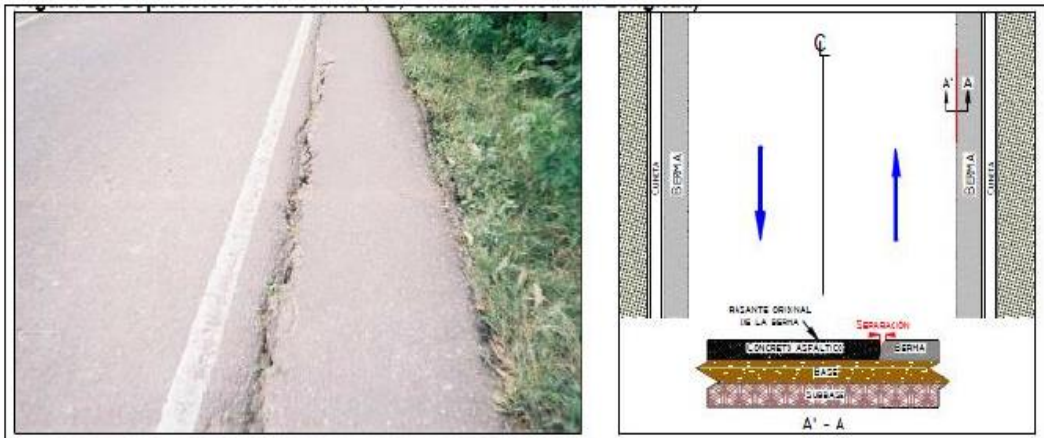


FIGURA N° 10: Desnivel Carril/Berma (DN, unidad de medida, m)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (NO SON DE REFLEXIÓN DE LOSAS DE CONCRETO DE CEMENTO PÓRTLAND).

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

1. Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
2. Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
3. Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

Niveles de Severidad

Bajo: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
2. Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).

Intermedio: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
2. Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
3. Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

Alto: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
2. Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
3. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medida.

Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse.

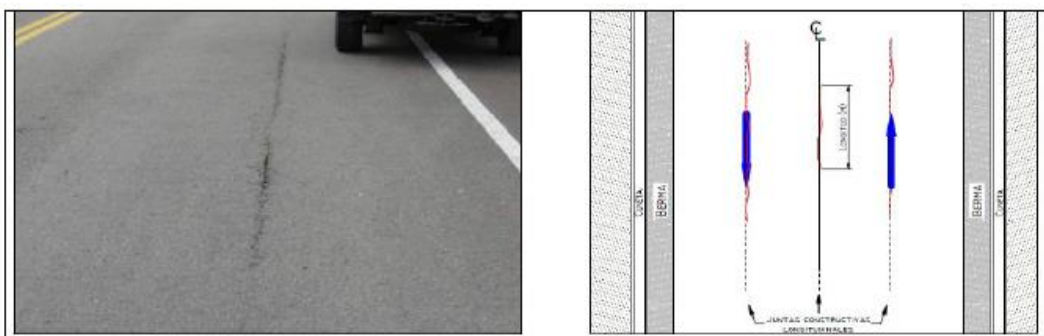


FIGURA N° 11: Grieta Longitudinal (GL, unidad de medida, m)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

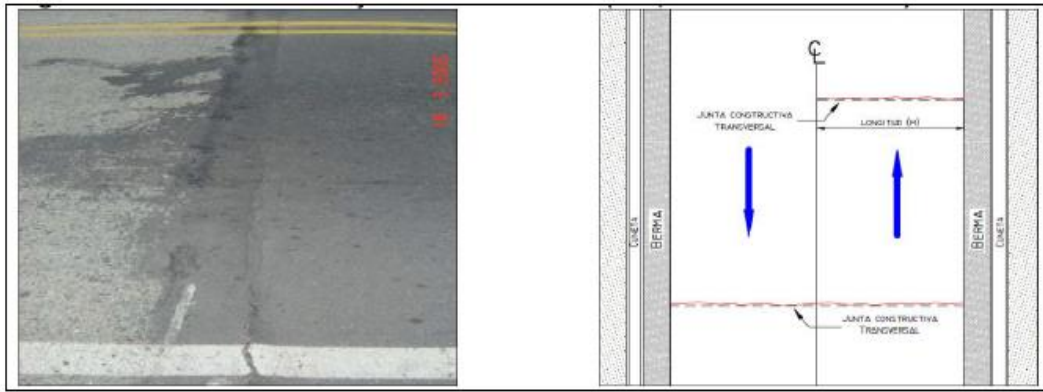


FIGURA N° 12: Grieta Transversal (GT, unidad de medida, m)
 FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
 Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS PÚBLICOS. Un parche es un área de pavimento la cual ha sido reemplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente. Un parche se considera un defecto no importa que tan bien se comporte (usualmente, un área parchada o el área adyacente no se comportan tan bien como la sección original de pavimento). Por lo general se encuentra alguna rugosidad está asociada con este daño.

Niveles de Severidad.

Bajo: El parche está en buena condición buena y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.

Intermedio: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.

Alto: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medida.

Los parches se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada. Sin embargo, si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada. Por ejemplo, un parche de 2.32 m² puede tener 0.9 m² de severidad media y 1.35 m² de baja severidad. Estas áreas deben registrarse separadamente. Ningún otro daño (por ejemplo, desprendimiento y agrietamiento) se registra dentro de un parche; aún si el material del parche se está desprendiendo o agrietando, el área se califica únicamente como parche.

Si una cantidad importante de pavimento ha sido reemplazada, no se debe registrar como un parche sino como un nuevo pavimento (por ejemplo, la sustitución de una intersección completa).

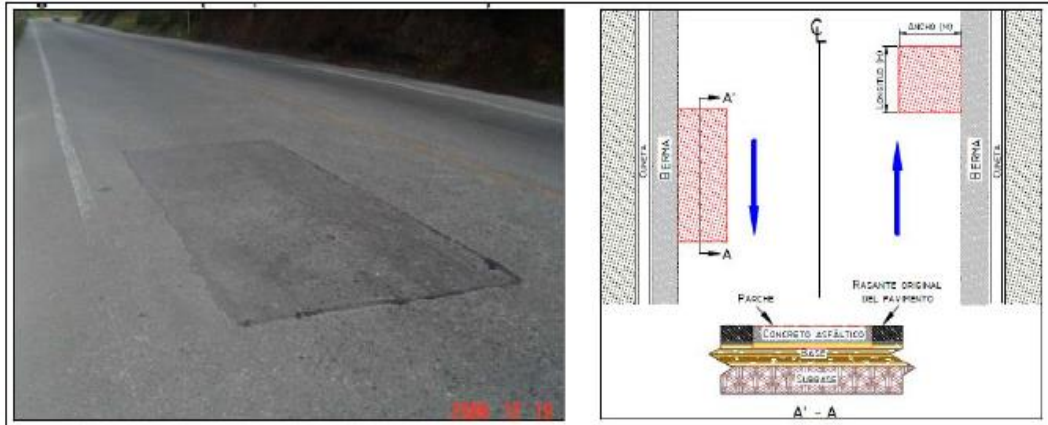


FIGURA N° 13: Parcheo y Acometidas (PA, unidad de medida, m²)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

PULIMENTO DE AGREGADOS. Este daño es causado por la repetición de 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. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Este tipo de daño se indica cuando el valor de un ensayo de resistencia al deslizamiento es bajo o ha caído significativamente desde una evaluación previa.

Niveles de severidad.

No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.

Medida.

Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados.

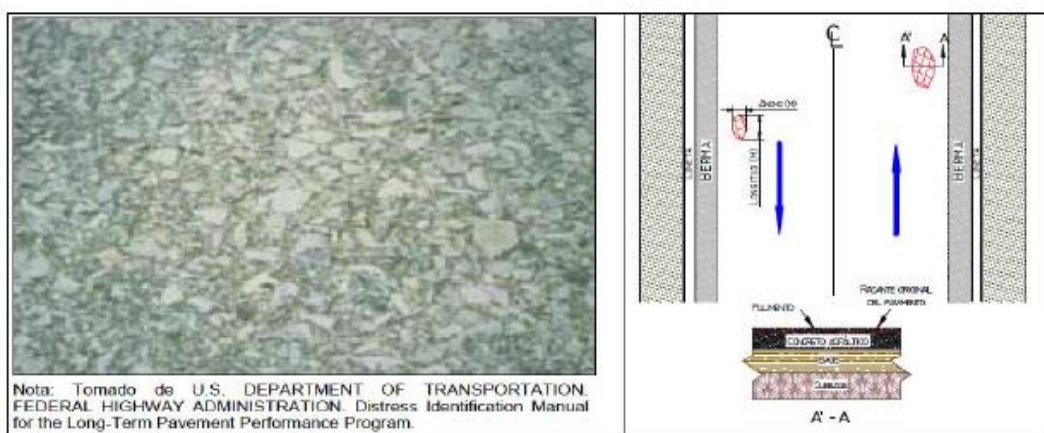


FIGURA N° 14: Pulimiento de Agregados (PU, unidad de medida, m²)
 FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
 Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

HUECOS. Los huecos son depresiones pequeñas en la superficie del pavimento, usualmente con diámetros menores que 0.90 m y con forma de tazón. Por lo general presentan bordes aguzados y lados verticales en cercanías de la zona superior. El crecimiento de los huecos se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo. Los huecos se producen cuando el tráfico arranca pequeños pedazos de la superficie del pavimento. La desintegración del pavimento progresa debido a mezclas pobres en la superficie, puntos débiles de la base o la subrasante, o porque se ha alcanzado una condición de piel de cocodrilo de severidad alta. Con frecuencia los huecos son daños asociados a la condición de la estructura y no deben confundirse con desprendimiento o meteorización. Cuando los huecos son producidos por piel de cocodrilo de alta severidad deben registrarse como huecos, no como meteorización.

Niveles de severidad

Los niveles de severidad para los huecos de diámetro menor que 762 mm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con el Cuadro 13.1.

Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados (o metros cuadrados) y dividirla entre 5 pies² (0.47 m²) para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor o igual que 25.0 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25.0 mm la severidad se considera como alta.

Cuadro 13.1. Niveles de severidad para huecos.

Profundidad Máxima del Huevo	Diámetro medido en (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
> 25.4 a 50.8mm	L	M	H
> 50.8mm	M	M	H

FUENTE: Vásquez Varela, (2002) Universidad Nacional de Colombia

Medida

Los huecos se miden contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos separadamente



FIGURA N° 15: Huecos (HUE, unidad de medida, Unid. m²)

FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006). Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

CRUCE DE VÍA FÉRREA. Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad.

Bajo: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

Intermedio: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

Alto: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Medida.

El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.



FIGURA N° 16: Cruce de Vía Férrea (CVF, unidad de medida, Unid. m²)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

AHUELLAMIENTO. El ahuellamiento es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Niveles de severidad

Profundidad media del ahuellamiento:

Bajo: 6.0 a 13.0 mm.

Intermedio: >13.0 mm a 25.0 mm.

Alto: > 25.0 mm.

Medida.

El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media.

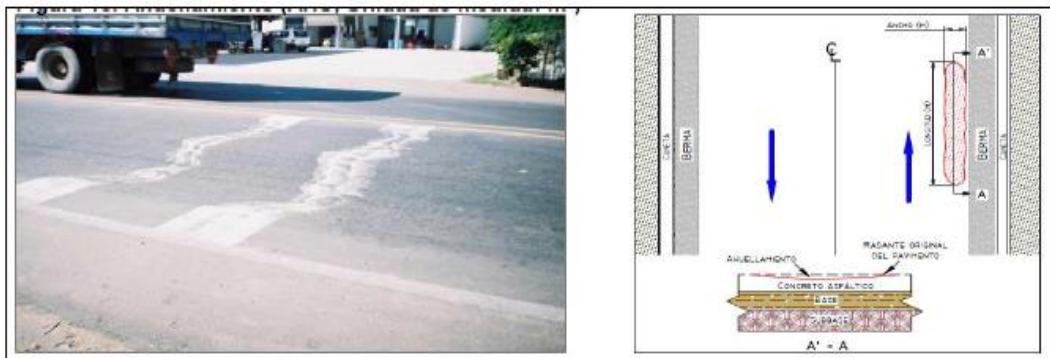


FIGURA N° 17: Ahuellamiento (AHU, unidad de medida, Unid. m²)
FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

DESPLAZAMIENTO.

Descripción: El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito. Cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (cutback o emulsión).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento Pórtland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Pórtland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad.

Bajo: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

Intermedio: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

Alto: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida

Los desplazamientos se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como parches, no como un daño separado.



FIGURA N° 18: Desplazamiento (DES, unidad de medida, Unid. m²)
FUENTE: Rodríguez Velásquez, E. (2009)

GRIETAS PARABÓLICAS (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.

Nivel de severidad

Bajo: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

Intermedio: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

Alto: Existe una de las siguientes condiciones:

1. Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
2. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medida.

El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

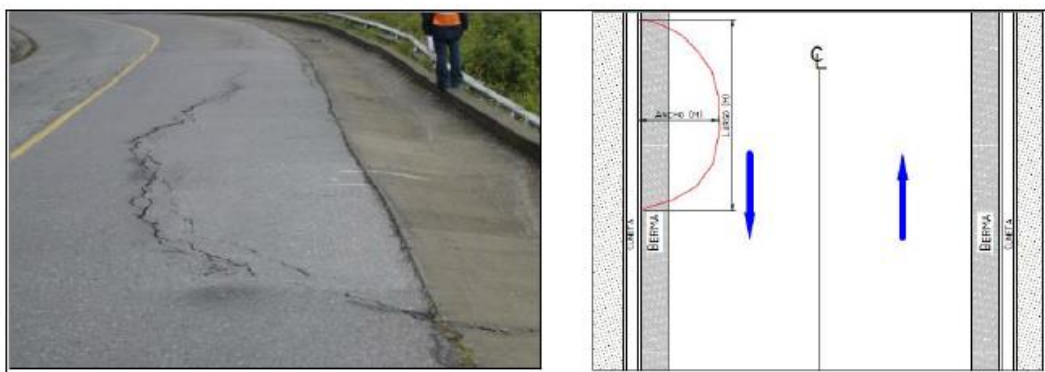


FIGURA N° 18: Grieta Parabólica (GP, unidad de medida, Unid. m²)
 FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).
 Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

HINCHAMIENTO. El hinchamiento se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

Nivel de severidad.

Bajo: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.

Intermedio: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

Alto: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida.

El hinchamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

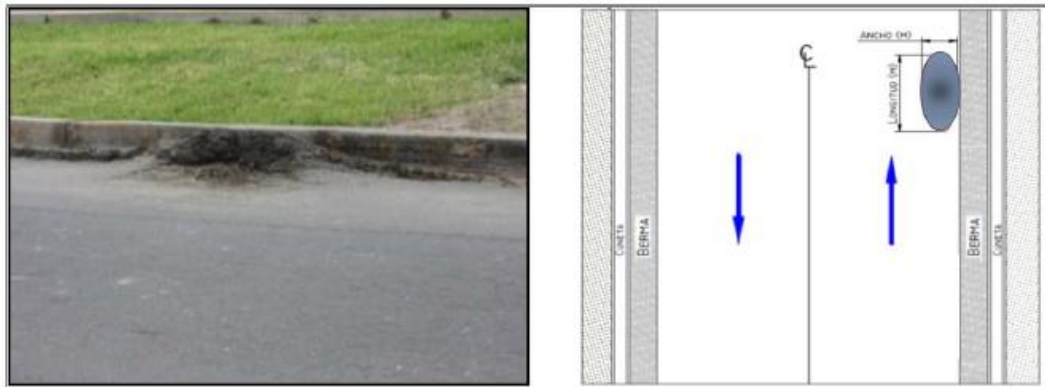


FIGURA N° 19: Hinchamientos (HN, unidad de medida, Unid. m²)
 FUENTE: Rodríguez Velásquez, E. (2009).

METEORIZACIÓN / 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.

Niveles de severidad

Bajo: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

Intermedio: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

Alto: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

Medida

La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada.

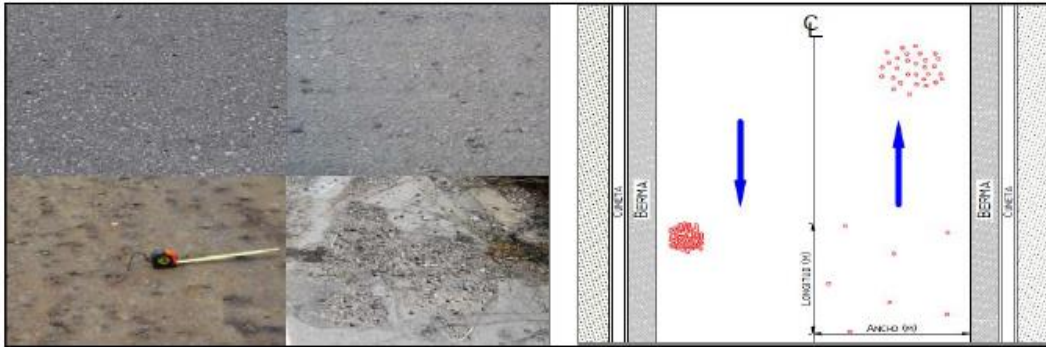


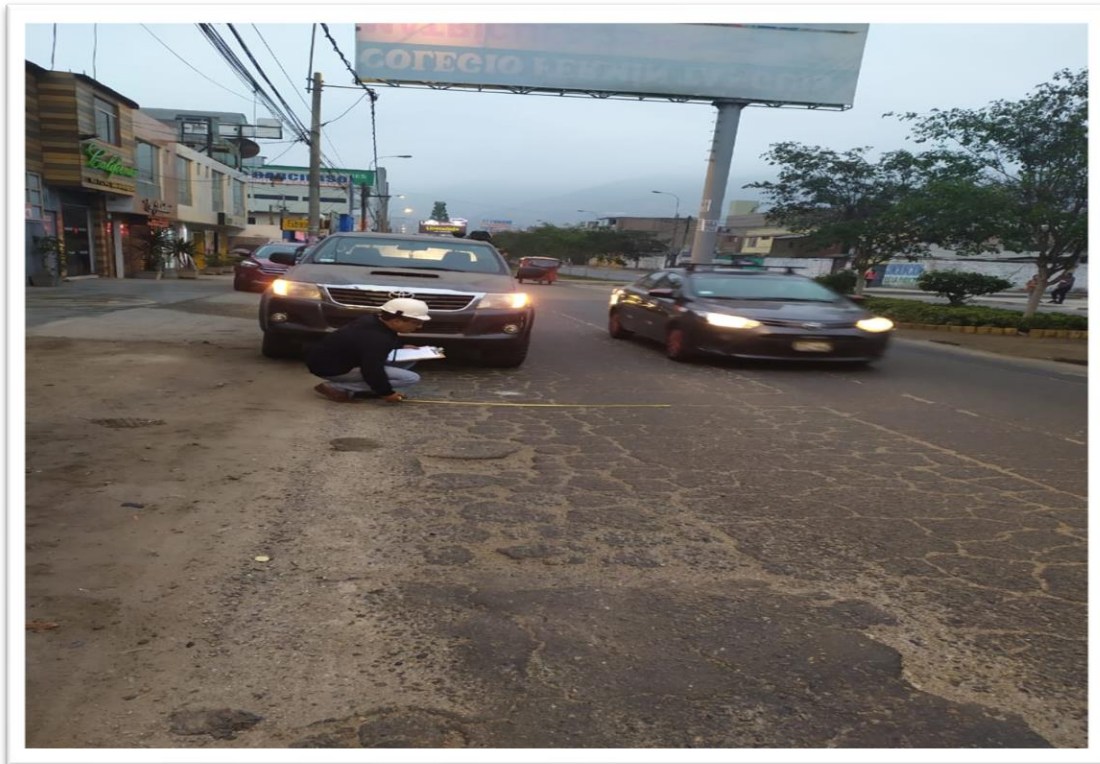
FIGURA N° 20: Desprendimiento de Agregados (DAG, unidad de medida, Unid. m²)

FUENTE: Manual para la inspección visual de pavimento flexible (2006).

Instituto nacional de vías. Ministerio de Transportes de Colombia.

PANEL FOTOGRÁFICO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FALLA PIEL DE COCODRILO (Nivel de severidad Alto)



FALLA PIEL DE COCODRILO (Nivel de severidad Bajo)



FALLA HUECOS (Nivel de severidad Alto)



FALLA HUECOS (Nivel de severidad Intermedio)



FALLA GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

(Nivel de severidad Alto)



FALLA GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES

(Nivel de severidad Intermedio)



FALLA GRIETA DE BORDE (Nivel de severidad Alto)



FALLA GRIETA DE BORDE (Nivel de severidad Intermedio)



Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Nosotros, Cáceres Sánchez Denis Samuel, identificado con DNI N° 40692941; Tambranco Castro Avelio, identificado con DNI N° 42036981; Limbeque Alvarez Jesus, identificado con DNI N° 09260266, egresado (s) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (autorizamos) (X), no autorizamos () la divulgación y comunicación pública de nuestro Trabajo de Investigación:

“Nivel de severidad usando el método Índice de Condición en Pavimento flexible de la avenida Canto Grande, 2019”.

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de **NO** autorización:

Lugar y fecha, San Juan de Lurigancho, 12-07-2019

Apellidos y Nombres del Autor Cáceres Sánchez, Denis Samuel	
DNI: 40692941	Firma 
ORCID: 0000-0001-8751-145X	
Apellidos y Nombres del Autor Tambranco Castro, Avelio	
DNI: 42036981	Firma 
ORCID: 0000-0002-3754-2319	
Apellidos y Nombres del Autor Limbeque Álvarez, Jesús	
DNI: 09260266	Firma 
ORCID: 0000-0003-4380-3199	

Las filas de la tabla dependerán del número de estudiantes implicados.