

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
DE LA AVENIDA JULIAN ARCE CUADRAS 1 – 4 Y AVENIDA LA MERCED
CUADRA 2-7 DEL DISTRITO DE LAREDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, 2016”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR

Bach. AVILA CARRION, Nelson Evedaldo

TRUJILLO – PERÚ

2016

**“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
DE LA AVENIDA JULIAN ARCE CUADRAS 1 – 4 Y AVENIDA LA MERCED
CUADRA 2-7 DEL DISTRITO DE LAREDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, 2016”**

AUTOR: Bach. AVILA CARRION, Nelson Evedaldo

JURADO EVALUADOR

PRESIDENTE:

VOCAL:

SECRETARIO:

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a toda mi familia, quienes todo el tiempo estaban pendientes y, brindándome su apoyo cuando más lo necesitaba, por ellos seguimos y, por ellos salimos adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco este Proyecto de Graduación primeramente a Dios Todo Poderoso por haberme permitido alcanzar este objetivo y poder dar un paso tan decisivo en mi superación profesional y personal, por haberme dado fuerza y perseverancia durante toda mi vida como estudiante. A todas las personas que me rodean y que de alguna forma me han impulsado a culminar mi carrera:

Mi Madre:

Eufemia Carrión Avalos, por dejarme con valores cristianos y enseñarme a no rendirme ante las adversidades de la vida y siempre confiar en Dios y a su apoyo mientras estuvo a mi lado.

Mi Padre:

José Enrique Avila Lujan, que me sigue apoya en esta etapa de mi vida con sus consejos y demostrándole que su esfuerzo y sacrificio no fue en vano.

Mis Hermanos:

Rolan Avila Carrión, Edwin Avila Carrión, Alex Avila Carrión, Por su ayuda y cariño incondicional en las materias que no entendía gracias hermanos, por darme esa fuerza que me impulsaba a no decaer y persistir para llegar a la meta, y gracias por formar parte de mi familia.

Mis Tíos y Primos:

Por apoyarme moralmente con sus consejos por brindarme su cariño cuando más lo necesite, gracias por formar parte de mi vida.

Ing. Duran Bazán, Enrique:

Mi asesor del Proyecto, por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí que pueda terminar mi proyecto con éxito.

UPRIT

Por tener una plana docente buena que durante toda mi carrera profesional aportaron con un granito de arena a mi formación, por sus consejos, sus enseñanzas y por su amistad.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE GRAFICAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Justificación del problema.....	2
1.4 Objetivos.....	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Bases teóricas.....	6
2.2.1 Definición del pavimento.....	6
2.2.2 Clasificación del pavimento.....	8
2.2.3 Método PCI (Pavement Condition Index) para pavimentos flexibles.....	11
CAPÍTULO 3.- HIPÓTESIS Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
3.1 Formulación de la hipótesis.....	15
3.2 Operacionalización de variables.....	15
3.3 Variables.....	15
3.3.1 Variable dependiente.....	15
3.3.2 Variable independiente.....	15
3.4 Definición de variables.....	16
3.4.1 Definición de fallas en pavimentos flexibles.....	16

3.4.2	Algunos factores que pueden afectar la falla en pavimentos flexibles	16
3.4.3	Tipos de fallas de pavimentos flexibles.....	18
3.5	Tipo de diseño de investigación	55
3.6	Materiales de estudio, población y muestreo	55
3.7	Técnicas, procedimientos e instrumentos	55
3.7.1	Para recolectar datos.....	55
3.7.2	Para procesar datos.....	58
3.8.	Limitaciones de la investigación.	60
CAPÍTULO	61
4.- PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL.....	61
4.1	Datos generales de la zona	61
4.2	Población.....	62
4.3	Clima	62
4.4	Ubicación geográfica.....	62
4.5	Datos de la vía:	64
4.6	Clasificación de la vía.	64
4.6.1	Clasificación según demanda de vehículos.	64
4.7	Aplicación del Método PCI en la vía en estudio	65
4.7.1	Muestreo y unidades de muestra	65
4.7.2	Procedimiento de inspección	68
4.8	Calculo del PCI	69
4.8.1	Determinación del PCI de la unidad de muestra.....	69
4.8.2	Calculo del PCI de una sección de pavimento.	70
CAPÍTULO 5.- RESULTADOS	74
5.1	Determinación del índice del pavimento	75
5.1.1	Resultado del tramo 2	88
5.2	Interpretación de resultados.....	103
CAPITULO 6 CONCLUSIONES.....	109
CAPITULO 7 RECOMENDACIONES.	110

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	111
ANEXO N° 1 CURVAS DE VALOR DEDUCIDO.....	113
ANEXO N° 2 FOTOGRAFIA DE FALLAS	122
ANEXO N° 3 HOJAS DE REGISTRO	127
ANEXO N° 4 PLANO DE UBICACION	155

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de calificación del PCI	13
Tabla 2: Acciones a tener en cuenta de acuerdo al PCI.....	14
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	16
Tabla 4: Clasificación del tráfico.	17
Tabla 05. Tabla 5: Niveles de severidad para huecos.	44
Tabla 6: Hoja de registro en vías de pavimento flexible	57
Tabla 7: ejemplo de hoja de registro	72
Tabla 8: curvas de corrección	73
Tabla 9: Fallas según su tipo y sus respectivos porcentajes.	74
Tabla 10: Resumen de las unidades	103
Tabla 11: Niveles de severidad de las fallas más frecuentes	104

INDICE DE GRAFICAS

Figura 1: Paquete estructural	7
Figura 2: Tipo de pavimento.....	10
Figura 3: Grado de pavimento	14
Figura 4: Ejecución del software PCI	58
Figura 5: Plantilla en Excel del software de UnalPCI.....	59
Figura 6: Resultados obtenidos por medio del software.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7: Resultado de una unidad dada utilizando el software del unal PCI	60
Figura 8: Ubicación de la Vía en Estudio.....	63
Figura 9: Sección 1 (unidades 1 y 2).....	63
Figura 10: Sección 2 (unidades 13 y 14).....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	66
Figura 12: Porcentaje de cada falla	¡Error! Marcador no definido.
Figura 13: Gráfico de toda la vía en estudio según el rango de calificación del manual del ASTM 6433	108

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo aplicar el método del Índice de Condición de Pavimento (PCI), para determinar el estado de conservación del pavimento, en la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7. Un kilómetro de pista ha sido estudiado para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. El trabajo se ha dividido en siete capítulos. El primero se trata de la realidad problemática en la que el gran problema es que no se lleva un adecuado mantenimiento ni se toma en cuenta la vida útil de la vía. La justificación que es importante porque así se podrá dar con algunas posibles soluciones para el mejoramiento y prevención de las vías, por último los Objetivos. En el segundo capítulo se ha desarrollado el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y la definición del Índice de Condición del Pavimento. El tercer capítulo se ha formulado la hipótesis. Que fue la siguiente. Aplicando el método del índice de condición del pavimento se determina adecuadamente el estado de conservación del pavimento flexible de la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7, definición de variables, tipo de diseño, material, técnica y limitaciones. El cuarto capítulo es la propuesta de aplicación profesional. El quinto capítulo son los resultados de cada unidad de muestra. El sexto capítulo se presenta las conclusiones. El Séptimo capítulo las recomendaciones respectivas, y se concluye que la Vía estudiada tiene un pavimento de estado regular, con un PCI promedio de 49.

ABSTRACT

The job have main objective to apply the Pavement Condition Index (PCI) method, to determine the state of conservation of the pavement, at Julián Arce Avenue blocks 1 - 4 and La Merced avenue blocks 2-7. One kilometer of track has studied to identify existing faults and to quantify the condition of the track. This job has divided into seven chapters: The first chapter the problematic reality in which the big problem is that it does not take an adequate maintenance much less takes into account the useful life of the track. Justification is important because that one might find some possible solutions for the improvement and prevention of roads, and finally the Goals. In the second chapter the theoretical framework has developed, defining the concept of pavement, its classification and the definition of the Pavement Condition Index. In the third chapter the hypothesis has been formulated ; which it was the next: Applying the pavement condition index method, it determine adequately the state of conservation of the flexible pavement of at the Julián Arce avenue blocks 1 - 4 and La Merced avenue blocks 2-7, definition of variables, type of design, material, technique and limitations . The fourth chapter is the proposal of professional application. The fifth chapter are the results of each sample unit. The sixth chapter presents the conclusions. The seventh chapter the respective recommendations and it concludes that the track studied has a pavement of regular status, with an average PCI of 49.

CAPÍTULO 1.- INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En el Perú las vías de comunicación más utilizadas dentro del territorio son las terrestres. Dentro de estas se encuentran los caminos, carreteras, etc. Las carreteras permiten optimizar los tiempos de recorrido de los vehículos debido al diseño de su capa de rodadura. Es así como un buen diseño de estas carreteras es necesario para garantizar su correcto desempeño y durabilidad con el fin de determinar la opción más económica. (Arakaki, 2014)

Las carreteras y vías urbanas son un factor muy importante en el desarrollo socio-económico de las regiones y países, a su vez el transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de las carreteras contribuye al desarrollo socio-económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Dicha serviciabilidad es función directa del estado superficial y estructura del pavimento. Por ello es de gran importancia para la región, que se cuente con una red vial eficiente, que permita la comunicación entre sus diferentes núcleos urbanos y rurales. (Camposano Olivera, 2012)

No se puede hablar de una causa única del deterioro de las pistas. Las fallas que afectan al pavimento se producen por múltiples factores: podría ser el resultado de un mal diseño del paquete estructural, de la mala calidad de los materiales, de errores constructivos, de un deficiente sistema de drenaje en caso de precipitaciones, del efecto de solicitaciones externas como carga vehicular y agentes climáticos, entre otros. Pero el principal problema consiste en que no se lleva a cabo un mantenimiento adecuado ni se toma en cuenta el plan de vida de la vía, es decir, no se evalúa el comportamiento del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento es grave. Lo ideal es detectar y evaluar los daños de los pavimentos con la suficiente anticipación, de manera que las reparaciones resultantes correspondan a trabajos de conservación o reparación menor, y no de reconstrucción. De esta forma, se ahorra dinero y recursos, ya que el costo por reparar un pavimento es mucho más elevado que el costo por mantenimiento. (Velásquez, 2009)

Conocer el estado de deterioro que tiene una vía es un componente vital en el sistema de mantenimiento de pavimentos, de modo que, mediante este se puede conseguir una proyección a futuro del estado del pavimento. Existe un sin número de métodos que permiten realizar una proyección a futuro del estado de un pavimento, unos más precisos que otros, pero todos estos coinciden en que si se cuenta con una cuantificación precisa de la condición actual se conseguirá una proyección exacta; es así, que luego de investigar varias metodologías para la cuantificación del estado actual de un pavimento se ha decidido aplicar la que se encuentra estandarizado por medio de la norma ASTM D 6433, "Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", o más conocido por sus siglas en ingles PCI (Present Condition Index) (Salinas, 2009)

1.2 Formulación del problema

¿Cómo determinar el estado actual de conservación del pavimento flexible de la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7, en el Departamento de La Libertad, provincia de Trujillo, distrito de Laredo, aplicando el método de Índice de Condición del Pavimento; en el año 2016?

Las Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7 viene pasando por un proceso de deterioro a causa de las cargas repetitivas de tráfico, medio ambiente, y otros, que están fatigando a la estructura del pavimento que ya se están presentando fallas en la carpeta de rodadura de la vía.

1.3 Justificación del problema

En la ciudad de Laredo los medios de transporte son las combis y las moto taxi, que a diario hacen su recorrido por las diferentes calles y avenidas, por no mencionar todas las vías mencionaremos dos de las vías principales que son la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y la Avenida La Merced cuadra 2-7, que actualmente vienen presentando diferentes fallas en las superficies asfálticas, provocando el malestar de los conductores y de la ciudadanía por las pérdidas de tiempo y por las fallas mecánicas que estas ocasionan a los vehículos, incluso provocando accidentes con hundimientos inesperados del pavimento.

Por eso el estudio del estado situacional de la vía de ingreso a la ciudad de Laredo Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7, por el método PCI indicara las acciones a tomar con respecto a los resultados obtenidos de dicho estudio como son el nivel de daño del pavimento su severidad y cantidad. Ya que dada a la gran cantidad de combinaciones de deterioros que se presentan en el estudio de esta vía el método soluciona esta dificultad introduciendo el valor deducido para indicar la condición del pavimento y con esto supone un mayor conocimiento de las condiciones operativas y estructurales que permitan deducir el estado situacional de la vía en estudio. Que permitan llegar a un diagnóstico de la vía y así una solución efectiva que contenga los requisitos que exige este tipo de vía.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Determinar el estado de conservación del pavimento flexible de la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7, utilizando el método índice de condición del pavimento.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar el inventario de las diferentes tipos de fallas.
- Determinar el nivel de severidad de cada una de los tipos de fallas.
- Establecer medidas de mantenimiento preventivo y correctivo.

CAPÍTULO 2.- MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El método del índice PCI, ya es un método muy usado en América Latina, como explicaremos más adelante. Entre algunos de los trabajos realizados en el Perú podemos mencionar:

El trabajo realizado en la tesis de Rabanal Pajares, Jaime Enrique consiste en el empleo del índice PCI (Present Condition Index), para la valoración del estado del pavimento de la Vía de Evitamiento Norte. Este índice toma valores que oscilan entre 0 (para la condición de fallado) hasta 100 (estado excelente). Para llegar a él se llevó a cabo una inspección visual detallada en toda la superficie del pavimento y sus elementos del drenaje. (Rabanal Pajares, 2014)

La tesis de Sánchez Alfonzo, Marya Johanna, tiene como propósito la evaluación integral de la vía local 01 Cumaná – Cumanacoa, para determinar las condiciones generales del estado del pavimento, las condiciones del drenaje superficial y transversal, el uso de dispositivos de control, señalamiento y demarcación, los laterales de la vía en cuanto a vegetación y limpieza, la revisión de obras especiales como brocales y aceras. Para lograr estos objetivos se realizaron varios recorridos de inspección en el tramo en estudio reportando en tablas la situación a lo largo de la vía y en especial para la evaluación del pavimento se usó el Índice de Condición de Pavimento o Método PCI. Se pudo verificar que la vía se encuentra en MUY MAL ESTADO. Obteniéndose por el método PCI, el valor para ese tramo de 30,4 lo que indica que la condición del pavimento es MUY MALA. También se pudo verificar que la vía en ese tramo necesita la sustitución de tres colectores, la reparación de aceras, cunetas, brocales; el desmalezamiento de todo el tramo y la colocación de dispositivos de control, señalamiento y demarcación. Se recomienda, realizar jornadas de mantenimiento y rehabilitación para lograr aumentar la vida útil del pavimento y en general mantener la vía en condiciones óptimas. (Sánchez Alfonzo, 2010)

El trabajo de la tesis de Chicchón, Karla Patricia Gamboa es la aplicación del índice de condición del pavimento (PCI) aun tramo de vía en la ciudad de Piura, experiencia que puede servir como ejemplo de aplicación del procedimiento de inspección ASTM D6433 en nuestro medio y como referencia para los gobiernos locales. El trabajo está dividido en cuatro partes, en la primera parte se da una visión general del problema y una descripción de la vía en la que se basa el presente estudio. En la segunda parte se presentan los conceptos del método de medición del PCI y su correcta aplicación. En la tercera parte se presentan los resultados y el análisis de la vía. En la cuarta parte se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio. Los resultados de este trabajo llevan a concluir que gran parte de la Av. Las Palmeras se encuentran en mal estado y es probable que no tenga vida residual. Sin embargo existen otros tramos en buen y regular estado, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación. (Chicchón, 2009)

La tesis de Velásquez, Edgar Daniel Rodríguez tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. La tesis se ha dividido en cinco capítulos. El primero es el marco teórico, donde se define el concepto de pavimento, su clasificación y se explica la problemática que se vive en Piura. El segundo capítulo trata de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos urbanos flexibles. En el tercero, se explica el procedimiento del método: el muestreo de unidades, el cálculo del PCI, los criterios de inspección, etc. En el capítulo cuatro, se describe la zona de estudio y se detalla el procedimiento de inspección realizado. En el último capítulo se presentan las hojas de registro, con el respectivo cálculo del índice de condición de pavimento para cada unidad de muestra analizada. Se concluye que la Av. Luis Montero tiene un pavimento de estado regular, con un PCI ponderado igual a 49. Esta condición del pavimento se debe gracias a las obras de reparación realizadas el año 2008 que han aminorado la formación de fallas estructurales, dañinas para el pavimento. La mayoría de fallas fueron fallas de tipo funcional, que no afectan al tránsito normal de vehículos, no es necesario disminuir la velocidad libre y no son percibidas por el conductor, pues no causan daños estructurales. Finalmente, aunque no es objetivo de la tesis, se han recomendado algunas técnicas de reparación, de acuerdo a las fallas detectadas, para restituir la carretera a su estado original. (Velásquez, 2009)

La tesina de Medina Palacios, Armando & De la Cruz Puma, Marcos, consiste en la aplicación del método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en el Jr. José Gálvez que asido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. La tesina se ha dividido en seis capítulos. En el primer capítulo se titula planteamiento metodología, donde se describe el problema, los objetivos, la justificación, la hipótesis y la metodología de trabajo a utilizar. En el segundo capítulo se define el concepto de pavimento, tipos, comportamiento de los pavimentos y termina con el tema de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos. El tercer capítulo se describe en que consiste una evaluación de pavimentos y que tipos existen. El cuarto capítulo describe las fallas más comunes, los niveles de severidad, forma de medición y las medidas de reparación de los pavimentos flexibles. En el quinto capítulo se explica el método de PCI, dando una definición de este, los materiales e instrumentos usados, el procedimiento de inspección y el cálculo del PCI de un pavimento flexible. En el último capítulo se describe la zona de estudio y se presenta la aplicación del método del PCI a una vía. Se realiza un análisis a los resultados y se propone un presupuesto de mantenimiento y rehabilitación del pavimento evaluado. Se finaliza dando las conclusiones y recomendaciones. (Medina Palacios, 2015)

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Definición del pavimento

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la **Ingeniería** y el del **usuario**.

i.- **De acuerdo a la Ingeniería**, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Ver figura 2.1

Figura 1: Paquete estructural.



Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.

i.1 Base: Es una capa de material que puede ser granular la cual está conformado por piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; también puede ser una base estabilizada la que está construida con cemento portland, cal o materiales bituminosos. Estas deben tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella y transmitir a un nivel de esfuerzo adecuado a la capa siguiente, que puede ser una sub.- base o una sub-rasante.

i.2 Sub-base: Capa de material cuya función es transmitir los esfuerzos a la capa sub-rasante de manera adecuada y además constituir una transmisión entre los materiales de la sub-base y la sub-rasante, de tal modo que se evite la contaminación y la interpenetración de dichos materiales, disminuir efectos perjudiciales en el pavimento ocasionados por cambios volumétricos y rebote elástico del material de las terracerías o del terreno de cimentación, reducir el costo de pavimento ya que es una capa que por estar bajo la base queda sujeta a menores esfuerzos y requiere de especificaciones menos rígidas, las cuales pueden satisfacerse con materiales de menor costo generalmente encontrados en la zona.

i.3 Sub-rasante: Es la superficie que sirve de fundación al pavimento. Está constituida por el suelo y se puede representar en corte, relleno o una combinación de los dos.

i.4 Capa de rodadura: Es una capa o un conjunto de capas que se colocan sobre la base y está constituida por material pétreo mezclado con algún producto asfáltico (cemento asfáltico, asfalto líquido, emulsión asfáltica). La función principal de la carpeta, consiste en proporcionar al tránsito una superficie estable, uniforme, impermeable y de textura apropiada.

ii.- Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas. Las diferentes capas de material seleccionado que conforman el paquete estructural, reciben directamente las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada. Es por ello que todo pavimento deberá presentar la resistencia adecuada para soportar los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua, así como abrasiones y punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos o la compresión de elementos que se apoyan sobre él. Otras condiciones necesarias para garantizar el apropiado funcionamiento de un pavimento son el ancho de la vía; el trazo horizontal y vertical definido por el diseño geométrico; y la adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento, aún en condiciones húmedas.

2.2.2 Clasificación del pavimento

No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura 2.1. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros. Por esta razón, pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presentan:

- a) Pavimento flexible
- b) Pavimento rígido
- c) Pavimento híbrido

a) Pavimento flexible

También llamado pavimento asfáltico, el pavimento flexible está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Luego, debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Finalmente está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas. Ver figura 2.2. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

b) Pavimento rígido

El pavimento rígido o pavimento hidráulico, se compone de losas de concreto hidráulico que algunas veces presentan acero de refuerzo. Esta losa va sobre la base (o subbase) y ésta sobre la subrasante. Este tipo de pavimentos no permite deformaciones de las capas inferiores. Ver figura 2.2.

El pavimento rígido tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

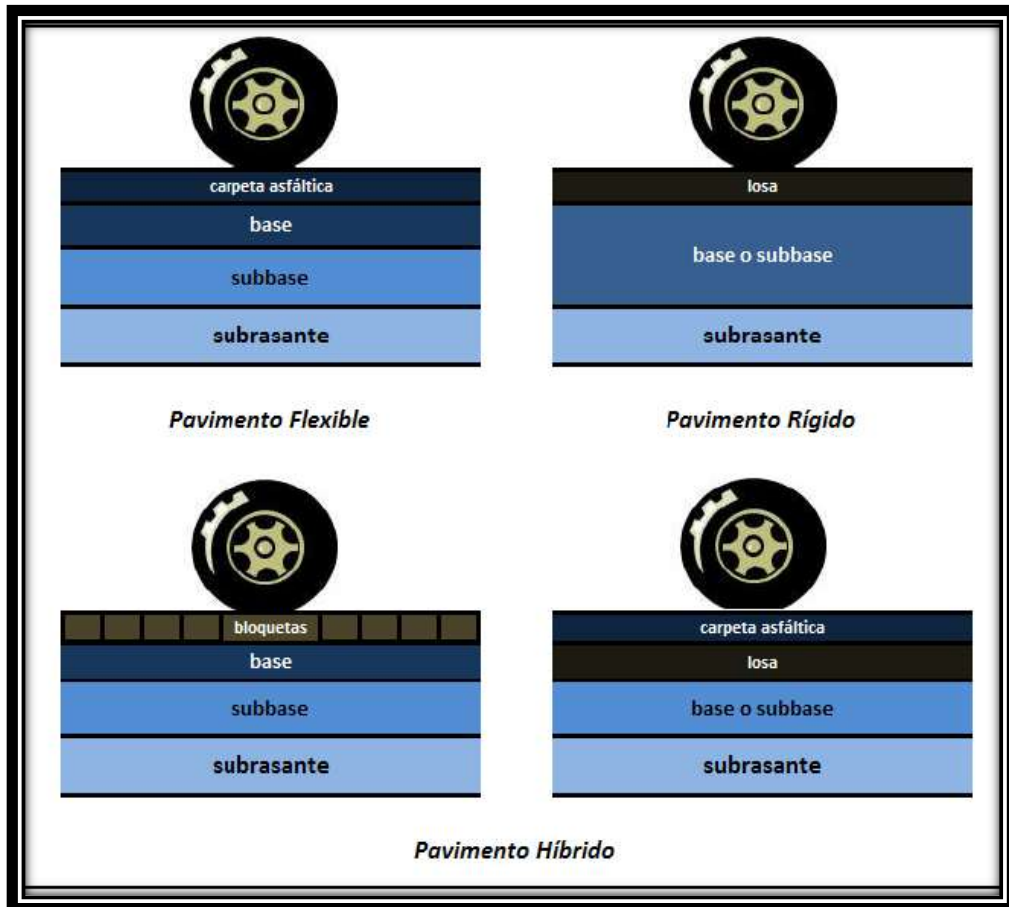
c) Pavimento híbrido

Al pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan bloquetas de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido. Ver figura 2.2. El objetivo de este tipo de pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las bloquetas producen una ligera vibración en los autos al circular sobre ellas, lo que obliga al conductor a mantener una velocidad máxima de

60 km/h. Es ideal para zonas urbanas, pues garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

Otro ejemplo de pavimento mixto, son aquellos pavimentos de superficie asfáltica construidos sobre pavimento rígido. Ver figura 2.

Figura 2: Tipo de pavimento.



2.2.3 Método PCI (Pavement Condition Index) para pavimentos flexibles

El método PCI (Pavement Condition Index) es un procedimiento que consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando la clase, severidad y cantidad de fallas encontradas, siguiendo una metodología de fácil implementación y que no requiere de herramientas especializadas, pues se mide la condición del pavimento de manera indirecta. Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles. Este método constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, siendo ampliamente aceptado y formalmente adoptado, como procedimiento estandarizado, por agencias como por ejemplo: el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, el APWA (American Public Work Association) y ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual del estado del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada falla presente. Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce un factor de ponderación, llamado “valor deducido”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad). Este método no pretende solucionar aspectos de seguridad si alguno estuviera asociado con su práctica. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie, un valor que cuantifique el estado en que se encuentra el pavimento para su respectivo tratamiento y mantenimiento. (American Society for Testing and Materials., 2003)

Según Fonseca (1999) en su tesis sostiene que el Instituto Nacional de Vías del Ministerio de Transporte de la República de Colombia, poseía una metodología de diseño de pavimentos que necesitaba ser estandarizada por razones de orden técnico y económico. En el orden técnico se puede mencionar, como factor más importante, la actualización a rangos contemporáneos de las variables de entrada para el diseño. En el orden económico se observaba la falta de fallas de normas racionales para la selección de alternativas de pavimentos. Las instrucciones contemplan el tratamiento de todas las variables necesarias para el diseño y selección de la solución más conveniente de pavimento. Los rangos de

tránsito han sido estandarizados, así como el procedimiento para su estimación. Se dan los lineamientos generales para la selección de la resistencia de la subrasante, para la que se han establecido cuatro niveles de resistencia, medida en términos de su módulo resiliente; también se han establecido procedimientos para muestreo y estudios geotécnicos de los suelos por donde será construido el pavimento. Se han establecido seis regiones climáticas en función de las precipitaciones medias anuales y de la temperatura del aire media anual ponderada. Con los datos obtenidos de aplicar las instrucciones se entra a un sistema de cartas de diseño que permite la selección de alternativas de pavimentos de acuerdo a los materiales disponibles en cada caso y que luego serán comparadas económicamente para la selección definitiva de la solución. (Fonseca, 1999)

La mayoría de las carreteras mantenidas y rehabilitadas (MyR) en los últimos diez años, se han deteriorado prematuramente disminuyendo la condición y la serviciabilidad del pavimento, demandando trabajos correctivos y complementarios antes de lo previsto. La recolección de información y la experiencia ha demostrado que los resultados obtenidos no siempre son congruentes con los objetivos del proyectista. Las causas están referidas a tráfico proyectado de forma inadecuada, mala valoración de la subrasante, condiciones ambientales no consideradas, entre otras. El alcance del presente trabajo propone una alternativa racional de modelación geotécnica para el análisis y diseño de pavimentos flexibles, basados en las mismas metodologías empleadas, ampliando a un sistema computarizado que facilite la labor de análisis y rehabilitación a nivel de proyecto y de red. (LÁZARES, 2007)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación. Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata. (VARELA, 2002)

Los objetivos que se esperan con la aplicación del Método PCI son los siguientes:

- Determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y del nivel de servicio que ofrece al usuario. El método permite la cuantificación de la integridad estructural de manera indirecta, a través del índice de condición del pavimento (ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad)
- Cuando se habla de integridad estructural, se hace referencia a la capacidad que tiene el paquete estructural de soportar solicitaciones externas, como cargas de tránsito o condiciones ambientales. En cambio, el nivel de servicio es la capacidad del pavimento para brindar un uso confortable y seguro al conductor.
- Obtener un indicador que permita comparar, con un criterio uniforme, la condición y comportamiento del pavimento y de esta manera justificar la programación de obras de mantenimiento y rehabilitación, seleccionando la técnica de reparación más adecuada al estado del pavimento en estudio.

a) Determinación del índice de condición del pavimento (PCI).

Es un grado numérico de la condición del pavimento. Varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. Cada rango del PCI tiene su correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

Tabla 1: Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Fuente: Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Tabla 2: Acciones a tener en cuenta de acuerdo al PCI.

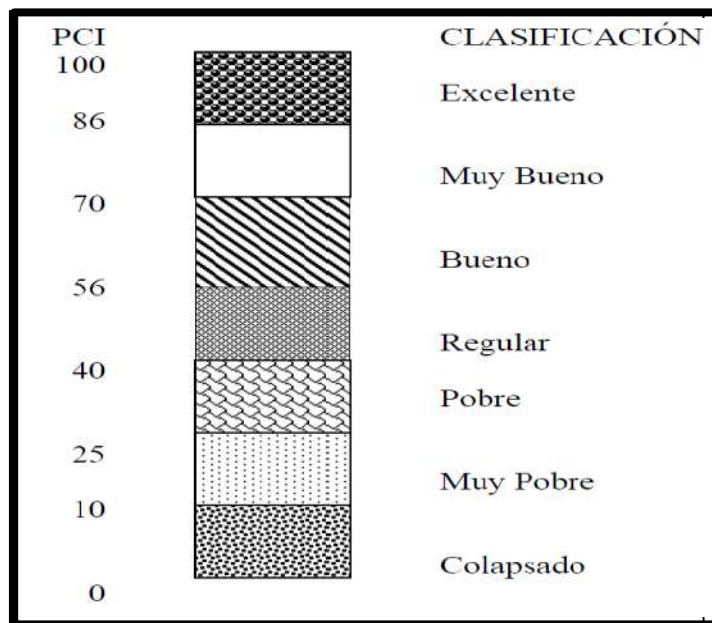
PCI	ESTADO	INTERVENCIÓN
0 - 30	MALO	RECONSTRUCCIÓN
31 - 70	REGULAR	REHABILITACION
71 - 100	BUENO	MANTENIMIENTO

Fuente: ASTM 5340-98 método de evaluación del PCI

b) Grado de la condición del pavimento.

Es una descripción cualitativa de la condición del pavimento, como una función del valor de PCI que varía entre “fallado” hasta “excelente”, como se aprecia en la siguiente

Figura 3: Grado de pavimento.



Fuente: ASTM 5340-98 método de evaluación del PCI

CAPÍTULO 3.- HIPÓTESIS Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Formulación de la hipótesis

Aplicando el método del índice de condición del pavimento se determina adecuadamente el estado de conservación del pavimento flexible de la Avenida Julián Arce cuadras 1 – 4 y Avenida La Merced cuadra 2-7 de Laredo

3.2 Operacionalización de variables

Proceso por el cual se convierte a una variable en un elemento capaz de ser directamente medible a través de un conjunto de operaciones secuenciales. Requiere del establecimiento de dimensiones e indicadores específicos de medición. Una vez aplicada las variables se concluye que el procedimiento PCI, es una hipótesis verificable, porque se observó el deterioro existente en esta vía.

3.3 Variables

3.3.1 Variable dependiente

- i. Calificación del estado de conservación del pavimento

3.3.2 Variable independiente

- ii. Método de evaluación con el PCI
 - Falla
 - Severidad

Tabla 3: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIEMNCIONES	INDICADORES
Calificación del estado de Conservación del Pavimento	Condición cualitativa de un pavimento	Condicion:0 la peor condición posible y 100 la mejor del pavimento	Rangos de calificación del PCI
Falla	Degradación de la estructura del pavimento	Tipo de falla	Las 18 fallas del método del PCI
Severidad	Grado del daño del pavimento	m2, cm2	Alto, Medio y Bajo

Fuente: Elaboración propia

3.4 Definición de variables

3.4.1 Definición de fallas en pavimentos flexibles

Las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía. Existen dos tipos de fallas: estructurales y funcionales. Las primeras, son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas. Las fallas funcionales, en cambio, afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

3.4.2 Algunos factores que pueden afectar la falla en pavimentos flexibles

a) Índice medio diario

Es el volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG-2010, Perú). Los aspectos que se han de considerarse son: tránsito. Conteo de tráfico histórico y actuales, carga y presión de inflado, número de repeticiones de las cargas, radio de influencia de las cargas, configuración de ejes y llantas, distribución transversal del tráfico, velocidad y frenado de los vehículos,

estadísticas de sobre cargas de los vehículos. Con toda esta información se analiza la estructura dándonos la posibilidad de adquirir un adecuado nivel de entendimiento sobre el comportamiento del pavimento existente, se emiten los primeros diagnósticos de situación. Todo esto puede influenciar a una falla, es por esta razón que todos estos elementos se tienen que considerar; y analizar los patrones de influencia en la falla. Clasificación del tráfico ver Tabla 04.

b) Clima

Definimos como el conjunto de características atmosféricas de un lugar o zona geográfica.

Tabla 4: Clasificación del tráfico.

TRAFICO	IMDP
LIVIANO	MENOS DE 50
MEDIANO	200
PESADO	1000
MUY PESADO	MAS DE 1000

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, DG-2005, Perú

c) Niveles de severidad

Según el **MANUAL DEL PCI** Contamos con tres niveles de severidad que son

L: (Low: 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.

M: (Médium: Medio): 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.

H: (High: 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.

A continuación se explican 18 de las fallas más comunes que afectan a los pavimentos flexibles con sus respectivos niveles de severidad, y que están también consideradas dentro del método PCI.

3.4.3 Tipos de fallas de pavimentos flexibles

A1.- Piel de cocodrilo

Descripción: 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 una malla de gallinero o 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 ahuellamiento.

Niveles de severidad

L (Low: 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.

M (Medium: Medio): Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel L, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.

H (High: 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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth). Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A1-a. Piel de cocodrilo de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A1-b. Piel de cocodrilo de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A1-c. Piel de cocodrilo de alta severidad.

A2.- 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.

L: 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.

M: 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.

H: 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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).



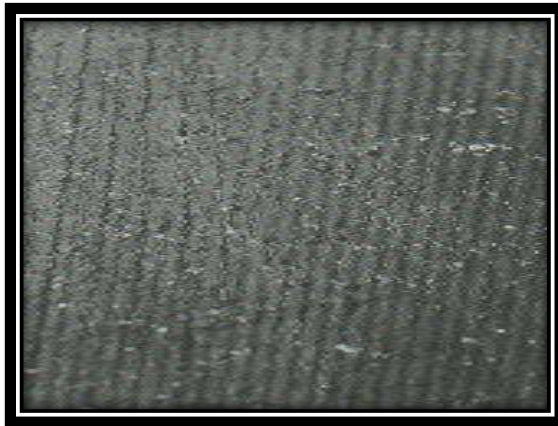
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A2-a. Exudación de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A2-b. Exudación de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A2-c. Exudación de alta severidad.

A3.- Fisuración o grietas en bloque

Descripción: 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 3.0 m. 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.

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

M: Bloques definidos por grietas de severidad media

H: 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.

Opciones de reparación

L: Sellado de grietas con ancho mayor a 3.0 mm. Riego de sello.

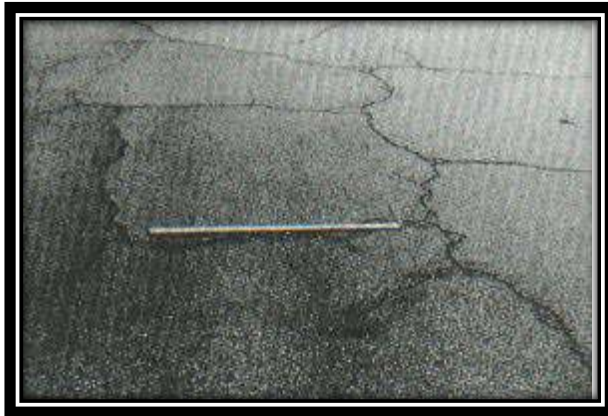
M: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

H: Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A3-a. Grietas en bloque de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A3-b. Grietas en bloque de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A3-c. Grietas en bloque de alta severidad.

A4.- Abultamiento y hundimiento

Descripción: 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 sobrecarpeta 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

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

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

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

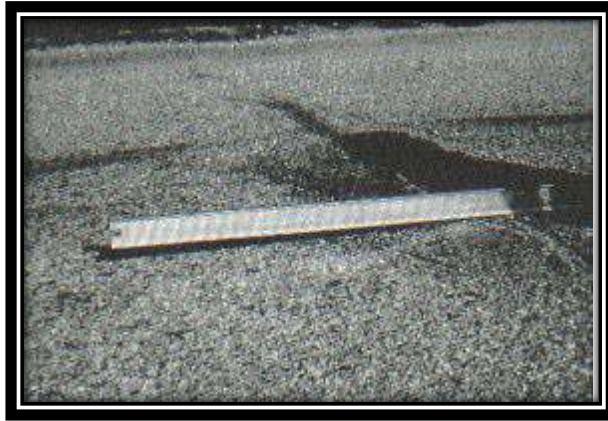
Medida Se miden en pies lineales (ó metros lineales). Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, el daño se llama corrugación. Si el abultamiento ocurre en combinación con una grieta, ésta también se registra.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A4-a. Abultamientos y hundimientos de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A4-b. Abultamientos y hundimientos de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A4-c. Abultamientos y hundimientos de alta severidad.

A5.- Corrugación

Descripción: 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

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

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

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

Medida

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: Reconstrucción

H: Reconstrucción.



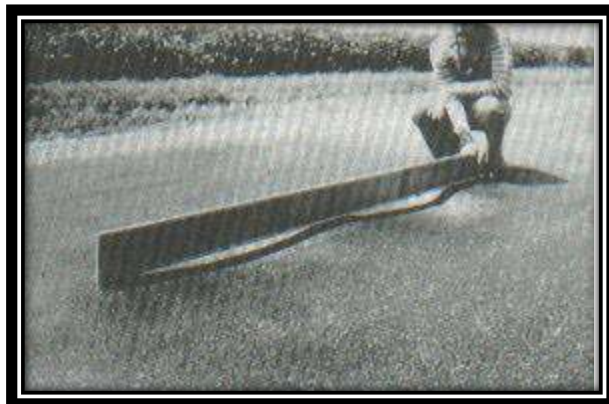
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A5-a. Corrugación de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A5-b. Corrugación de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A5-c. Corrugación de alta severidad.

A6.- Depresión

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

Niveles de severidad.

Máxima profundidad de la depresión:

L: 13.0 a 25.0 mm.

M: 25.0 a 51.0 mm.

H: Más de 51.0 mm.

Medida

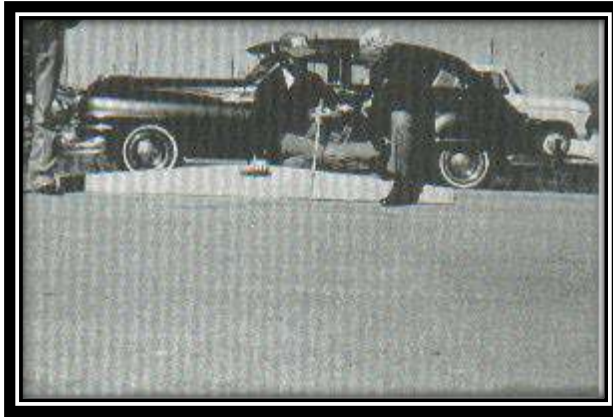
Se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

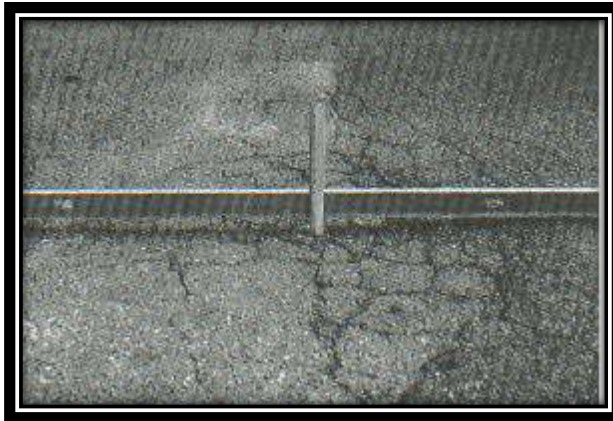
M: Parcheo superficial, parcial o profundo.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo.



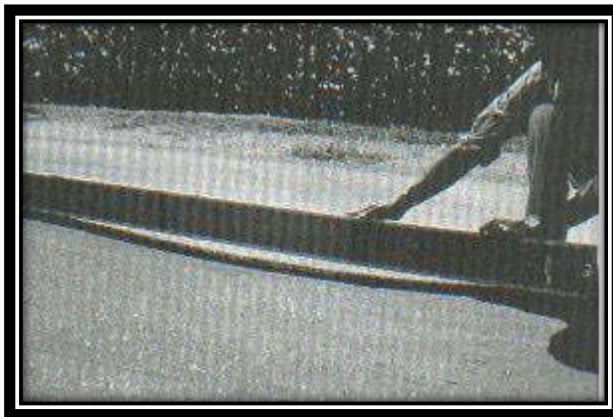
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A6-a. Depresión de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A6-b. Depresión de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A6-c. Depresión de alta severidad.

A7.- Fisuración de borde

Descripción: Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m 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.

L: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.

M: Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.

H: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Medida

La grieta de borde se mide en pies lineales (ó metros lineales).

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.

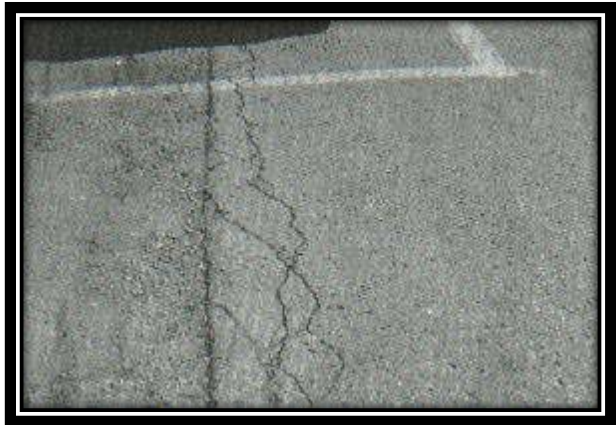
M: Sellado de grietas. Parcheo parcial - profundo.

H: Parcheo parcial – profundo.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A7-a. Grieta de borde de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A7-b. Grieta de borde de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A7-c. Grieta de borde de alta severidad.

A8.- Fisuras de reflexión de junta

Descripción: 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

L: Existe una de las siguientes condiciones:

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- a) Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- b) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- c) Grieta rellena de cualquier ancho rodeado de un ligero agrietamiento aleatorio.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

- a) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
- b) Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
- c) 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.

Opciones de Reparación.

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

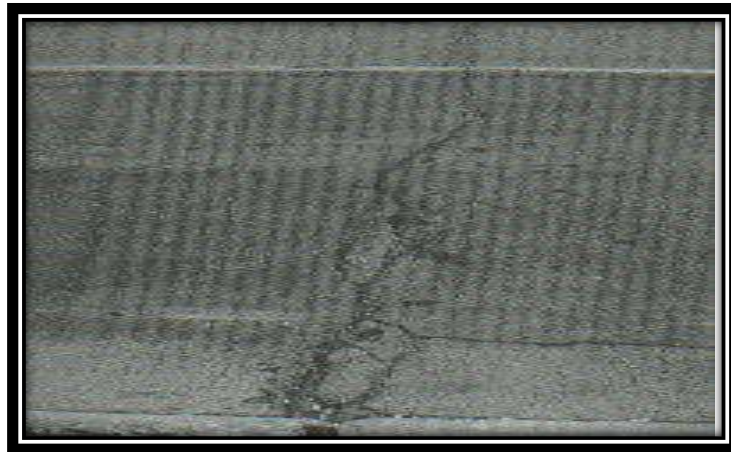
M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.



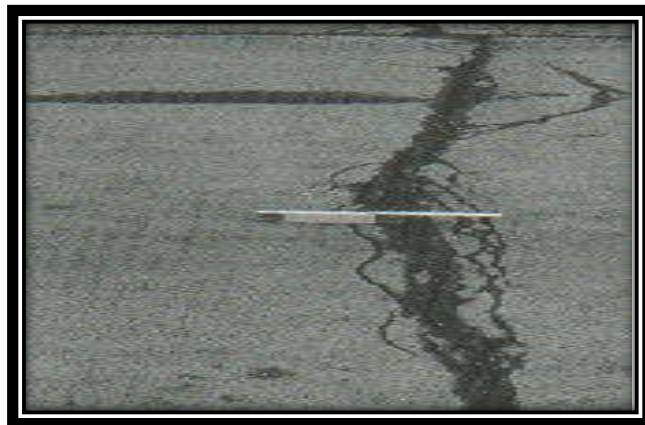
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A8-a. Grieta de reflexión de junta de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A8-b. Grieta de reflexión de junta de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A8-c. Grieta de reflexión de junta de alta severidad.

A9.- Desnivel carril – berma

Descripción: 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.

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

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

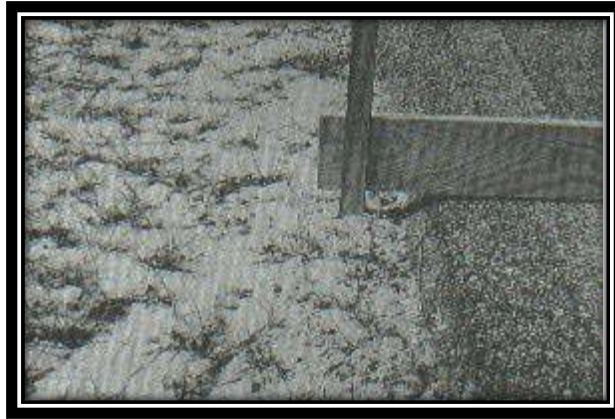
H: La diferencia en elevación es mayor que 102.00 mm

Medida

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

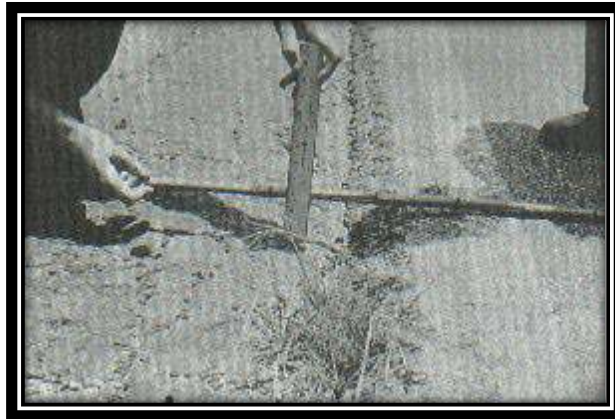
Opciones de reparación

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.



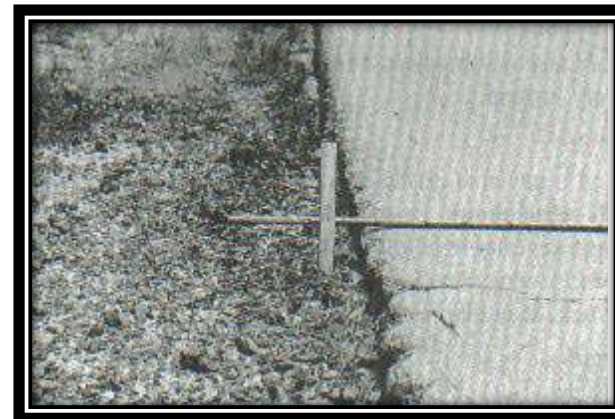
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A9-a. Desnivel carril / berma de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A9-b. Desnivel carril / berma de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A9-c. Desnivel carril / berma de alta severidad.

A10.- Fisuras longitudinales y transversales

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

- a) Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- b) Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
- c) Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Portland, 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

L: Existe una de las siguientes condiciones:

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

M: Existe una de las siguientes condiciones:

- a) Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
- b) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
- c) Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.

H: Existe una de las siguientes condiciones:

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

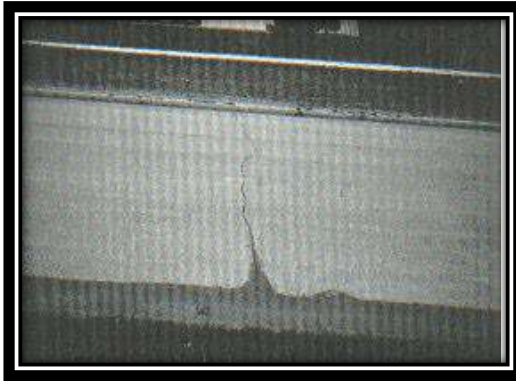
Medida: Las grietas longitudinales y transversales se miden en pies lineales (ó metros lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

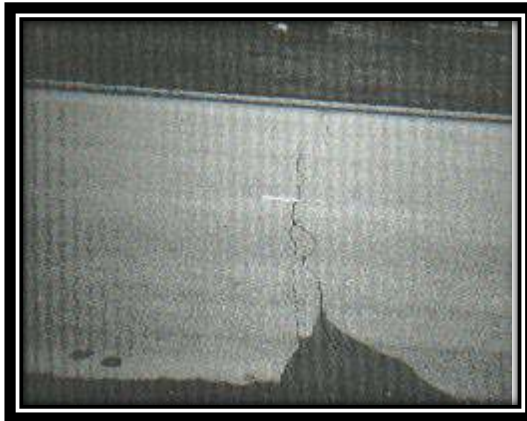
M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A10-a. Grietas longitudinales y transversales de baja Severidad



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A10-b. Grietas longitudinales y transversales de severidad Media



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A10-c. Grietas longitudinales y transversales de alta Severidad

A11.- Parches y parches de cortes utilitarios

Descripción: Un parche es un área de pavimento la cual ha sido remplazada 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.

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

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

H: 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).

Opciones de reparación

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A11-a. Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A11-b. Parcheo y acometidas de servicios públicos de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A11-c. Parcheo y acometidas de servicios públicos de alta severidad.

A12.- Agregado pulido

Descripción: 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.

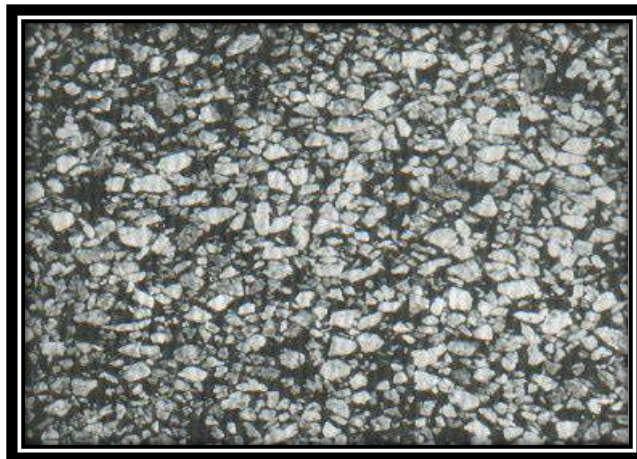
Niveles de severidad.

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.

Opciones de reparación

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A12. Pulimento de agregados.

A13.- Baches o huecos

Descripción: 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.

Tabla 05. **Tabla 5: Niveles de severidad para huecos.**

Profundidad máxima del hueco.	Diámetro medio (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 50.8 mm	L	M	H
> 50.8 mm	M	M	H

Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

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

Opciones de reparación L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo; **M:** Parcheo parcial o profundo; **H:** Parcheo profundo.



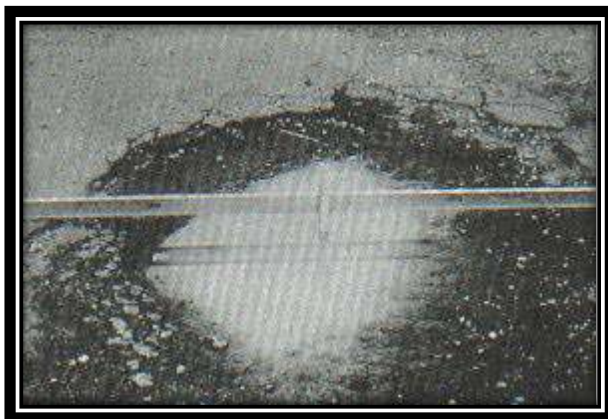
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A13-a. Hueco de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A13-b. Hueco de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A13-c. Hueco de severidad alta.

A14.- Ahuellamiento

Descripción: 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:

L: 6.0 a 13.0 mm.

M: >13.0 mm a 25.0 mm.

H: > 25.0 mm.

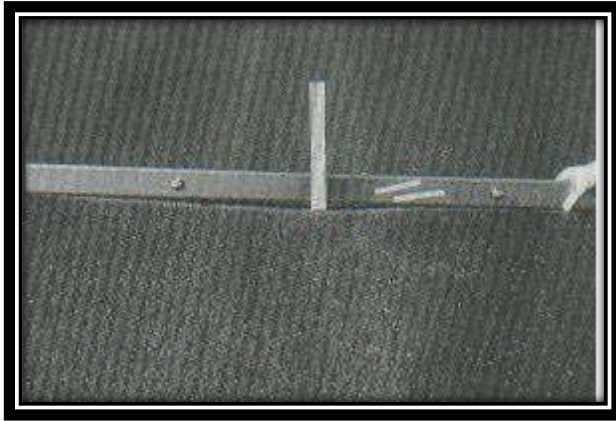
Medida: El ahuellamiento se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando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

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A14-a. Ahuellamiento de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A14-b. Ahuellamiento de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A14-c. Ahuellamiento de alta severidad.

A15.- Desplazamientos

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 Portland. La longitud de los pavimentos de concreto de cemento Portland se incrementa causando el desplazamiento.

Niveles de severidad

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

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

H: 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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.



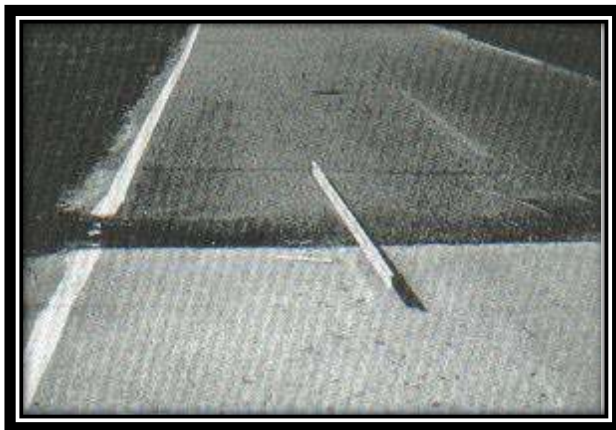
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A15-a. Desplazamiento de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A15-b. Desplazamiento de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A15-c. Desplazamiento de severidad alta.

A16.- Fisura parabólica o por deslizamiento

Descripción: 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

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

M: 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.

H: 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.

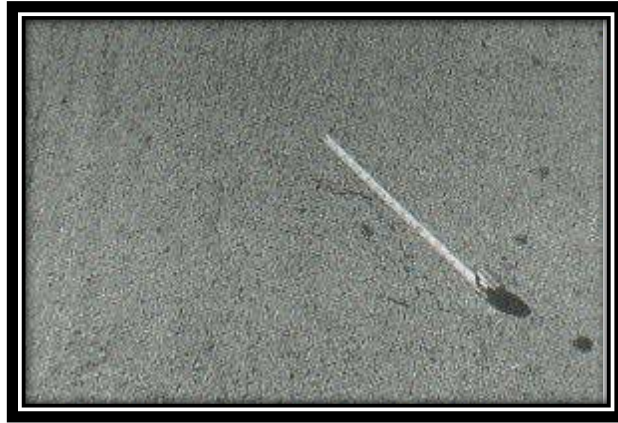
Medida: El área asociada con una grieta parabólica se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.



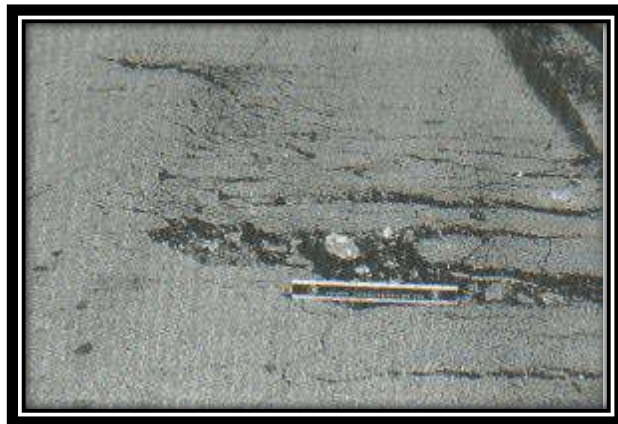
Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A16-a. Grieta parabólica (slippage) de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A16-b. Grieta parabólica (slippage) de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A16-c. Grieta parabólica (slippage) de alta severidad.

A17.- Hinchamiento

Descripción: 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

L: 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.

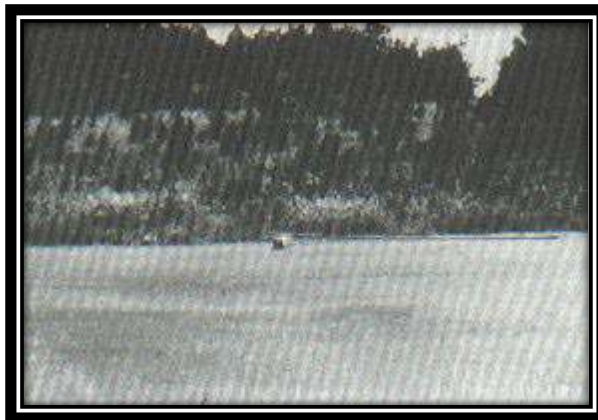
M: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

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

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

Opciones de reparación

L: No se hace nada, **M:** No se hace nada. Reconstrucción. **H:** Reconstrucción.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A17. Ejemplo de hinchamiento. El nivel de severidad se basa en el criterio de la calidad de tránsito.

A18.- Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

Descripción: 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

L: 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.

M: 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.

H: 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.

Opciones de reparación

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

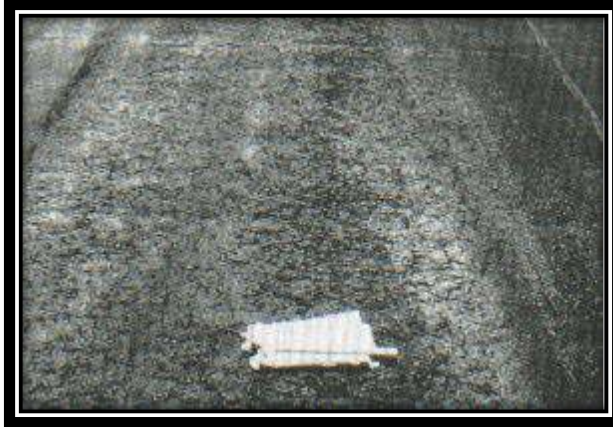
M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción. Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A18-a. Meteorización / desprendimiento de agregados de baja severidad.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A18-b. Meteorización / desprendimiento de agregados de severidad media.



Fuente Manual PCI (INGEPAV ingeniería de pavimentos)

Figura A18-c. Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad.

3.5 Tipo de diseño de investigación

Descriptivo / No Experimental; Es descriptivo porque detalla la realidad sin alterarla, y no experimental porque se estudia y analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio.

3.6 Materiales de estudio, población y muestreo

Todas las unidades que serán de estudio en la Av. Julián Arce – Av. La Merced de la Ciudad de Laredo, suman 27 unidades y serán objeto de una inspección detallada, por lo que no se ha efectuado un trabajo de muestreo para inferir características de la población.

3.7 Técnicas, procedimientos e instrumentos

3.7.1 Para recolectar datos

Para la presente investigación se hará uso de la técnica de observación, porque es la que mejor nos permite plasmar los datos de la realidad y evaluar su situación, además se puede realizar en situaciones muy diversas formales y no formales. La técnica de la observación debe ser intencional, debe estar dotada de una finalidad concreta y recogida de datos concretos y estructurados. Para la recolección de fallas se utilizó una plantilla del método de evaluación PCI que se muestra a continuación. Tabla 06.

- a) **Odómetro Manual.** Instrumento utilizado para medir distancias en calles, carreteras, caminos, etc. Ver figura 02 (a).

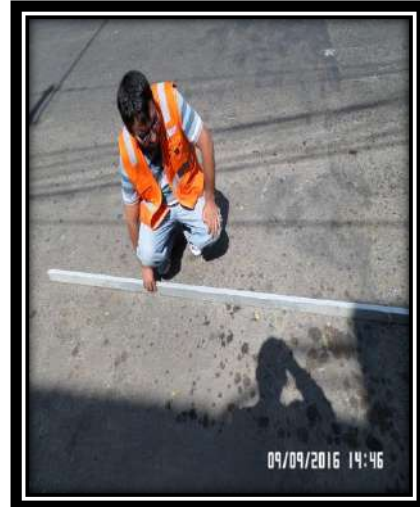
- b) **Regla o Cordel.** Para medir la deformación longitudinal y transversal del pavimento, ver figura 02 (b)

Figura 02 (a)



Odómetro manual

Figura 02 (b)



Regla metálica

Tabla 6: Hoja de registro en vías de pavimento flexible

METODO PCI						ESQUEMA			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VIAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: _____				Sección: _____				Unidad de muestra: _____	
Ejecutor: _____				Fecha: _____				Área: _____	
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berna	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y Estacionamientos ASTM D6433-03.

3.7.2 Para procesar datos

Para el proceso de la información que se ha recogido en campo mediante la técnica de observación se ha realizado con la ayuda de algunos instrumentos que se utilizaron como: hojas Excel donde se almaceno el registro de fallas en campo y del software unalPCI que procesa toda la información de las hojas de Excel, respetando los parámetros que el manual ASTM D6433 Método del Índice de Condición de Pavimento Flexible, exige.

Figura 4: Ejecución del software PCI



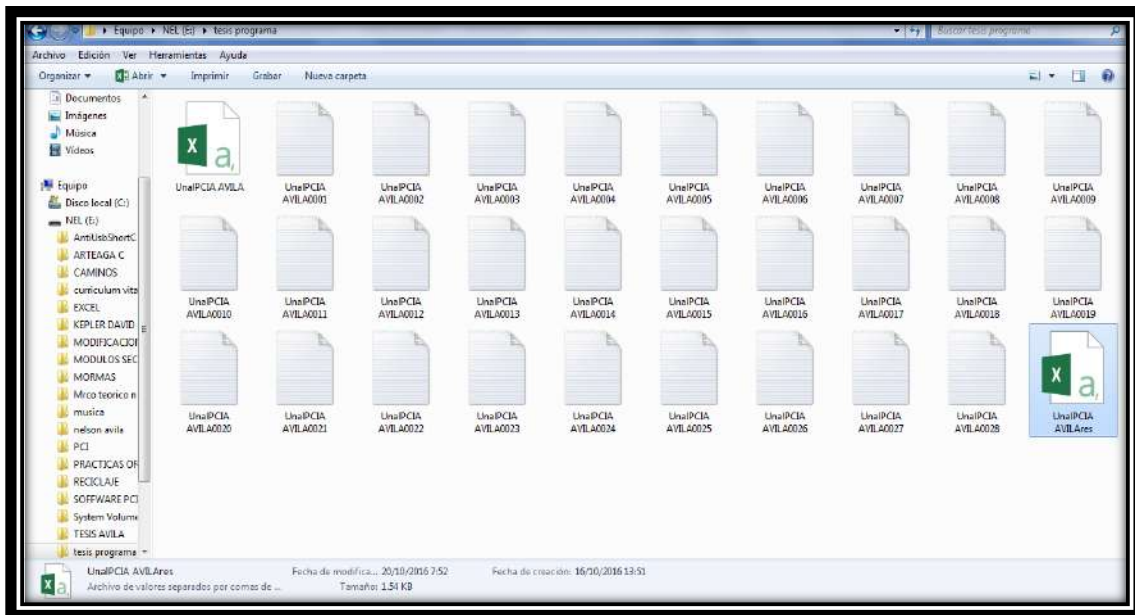
Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela

Figura 5: Plantilla en Excel del software de UnalPCI.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z			
1	COD	DATE	ABSI	ABS F	UNIT	AREA	FL1	FM1	FM1	FL2	FM2	FM2	FL3	FM3	FM3	FL4	FM4	FM4	FL5	FM5	FM5	FL6	FM6	FM6	FL7	FM7			
2	1	08/09/2016	0 + 000	0 + 38.30	1	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.15			
3	1	08/09/2016	0 + 58.30	0 + 76.50	2	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.15			
4	1	08/09/2016	0 + 76.60	0 + 144.90	3	225.8	0	0	0	0	0	0	12.7	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	1	08/09/2016	0 + 154.90	0 + 153.20	4	225.8	0	1.2	0	0	0	0	5.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	1	08/09/2016	0 + 133.20	0 + 191.50	5	225.8	0	0	0	0	0	0	5.45	8.15	0	3.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	1	08/09/2016	0 + 191.50	0 + 229.80	6	225.8	0	0	0	8.75	0	0	6	32.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	1	08/09/2016	0 + 229.80	0 + 268.10	7	225.8	0	0	0	0	0	0	6	6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0		
9	1	08/09/2016	0 + 268.10	0 + 306.40	8	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	1	08/09/2016	0 + 306.40	0 + 344.70	9	225.8	0	0	0	0	0	0	7.975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	1	08/09/2016	0 + 344.70	0 + 383.00	10	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	1	09/09/2016	0 + 383.00	0 + 421.30	11	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	1	09/09/2016	0 + 421.30	0 + 459.60	12	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	09/09/2016	0 + 459.60	0 + 497.90	13	225.8	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2	09/09/2016	0 + 497.90	0 + 536.20	14	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	2	22/09/2016	0 + 536.20	0 + 574.50	15	225.8	0	0	0	0	0	0	5.4	0	0	1.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	2	22/09/2016	0 + 574.50	0 + 612.80	16	225.8	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2	22/09/2016	0 + 612.80	0 + 651.10	17	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2	22/09/2016	0 + 651.10	0 + 689.40	18	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	22/09/2016	0 + 689.40	0 + 727.70	19	225.8	0	0	0	0	0	0	5.174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.58	0	0	0	0	0	0
21	2	22/09/2016	0 + 727.70	0 + 766.00	20	225.8	0.772	0	0	0	0	0	5.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	22/09/2016	0 + 766.00	0 + 804.30	21	225.8	0	0	0	0	0	0	6.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	04/16/2016	0 + 804.30	0 + 842.60	22	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	2	04/16/2016	0 + 842.60	0 + 880.90	23	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17.8	8.15	0	0	0	0
25	2	04/16/2016	0 + 880.90	0 + 919.20	24	225.8	0	0	0	0	0	0	6.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.534	0	0	0	0	0
26	2	04/16/2016	0 + 919.20	0 + 957.50	25	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.67	1.8	0	0	0	0
27	2	04/16/2016	0 + 957.50	0 + 995.80	26	225.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.5	0	0	5.85	0	0
28	2	04/16/2016	0 + 995.80	0 + 1034.10	27	225.8	0	0	0	0	0	0	7.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.6	0	0	0	0	0	0

Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela

Figura 6: Resultados obtenidos por medio del software



Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela

Figura 7: Resultado de una unidad dada utilizando el software del unalPCI

UnalPCIA AVILA0002: Bloc de notas				
PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX				
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela				
Pavimentos asfálticos				
Archivo	:	C:\Users\USER\Desktop\tesis programa\UnalPCIA AVILA.csv		
Código vía	:	1		
Fecha inspección	:	08/09/2016		
Abscisa inicial	:	K0+000.00		
Abscisa final	:	K0+000.00		
Unidad	:	001		
Área unidad -m²	:	229.80		
Daño (severidad) - unidad		cantidad	Densidad(%)	valor deducido
03. Agriet. en bloque (L) - m²:		005.18	002.25	0001.7
07. Grieta de borde (M) - m:		019.15	008.33	0012.8
10. Griet lon. y tran. (L) - m:		007.90	003.44	0002.6
11. Parche-acometida (L) - m²:		004.50	001.96	0004.3
16. Desplazamiento (L) - m²:		009.10	003.96	0012.9
19. Desprendimiento (L) - m²:		000.80	000.35	0001.0
19. Desprendimiento (M) - m²:		015.00	006.53	0015.1
Número de deducidos: 7				
Daño		valor deducido		
19. Desprendimiento (M)		015.1		
16. Desplazamiento (L)		012.9		
07. Grieta de borde (M)		012.8		
11. Parche-acometida (L)		004.3		
10. Griet lon. y tran. (L)		002.6		
03. Agriet. en bloque (L)		001.7		
19. Desprendimiento (L)		001.0		
Valor deducido más alto			:	015.1
Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras):			:	08.79

PCI sección			:	070 Muy bueno

Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela

3.8. Limitaciones de la investigación.

- **Tiempo**, limitado por motivo de trabajo y no encontrarme muy seguido en el lugar de trabajo
- **Costo**, no se ha recibido financiamiento de ninguna entidad, solo fondos propios del investigador.
- **Acceso a información**, limitada por que la municipalidad no brindo la información adecuada

CAPÍTULO 4.- PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL

4.1 Datos generales de la zona

El Tramo de estudio es la la Av. Julián Arce cuadras 1 – 4 y Av. La Merced cuadra 2-7, de la ciudad de Laredo,

El distrito de Laredo políticamente pertenece a la provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad y geográficamente se ubica al Este de la ciudad de Trujillo, en el Valle de Santa Catalina, márgenes derecha e Izquierda del río Moche. Surcando el distrito de Este a Oeste. De acuerdo a la nueva, ley de Ampliación de límites N° 25253, modificado el 20 de Junio de 1990. Laredo limita con los siguientes distritos:

Nor-Oeste y Norte: Con los distritos de Huanchaco y Simbal.

Este: Con los distritos de Simbal y Poroto.

Sur-Este y Sur: Con el distrito de Poroto, la provincia de Virú y el distrito de Salaverry.

Sur-Oeste y Oeste: Con los distritos de Moche, Trujillo y El Porvenir.

La altitud que le corresponde al distrito de Laredo se encuentra a 89 m.s n.m. con una superficie estimada de 335.44 km. y cuya división política es la siguiente: la zona urbana, representada por la ciudad de Laredo. Capital del distrito y la zona rural, representado por los Centros Poblados como La Merced, Barraza, Santo Domingo, Galindo, San Carlos. Cerró Blanco, Quirihuac, Bello Horizonte, Santa Rosa, Las Cocas, Jesús María, Menocucho, Conache.

4.2 Población

Laredo tiene una población de 32.825 habitantes según datos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). De los 32.825 habitantes de Laredo, 16.442 son mujeres y 16.383 son hombres. Por lo tanto, el 49,91% de la población son hombres y el 50,09% mujeres. Si comparamos los datos de Laredo con los del departamento de La Libertad concluimos que ocupa el puesto 11 de los 83 distritos que hay en el departamento y representa un 2,0299 % de la población total de ésta. A nivel nacional, Laredo ocupa el puesto 150 de los 1.833 distritos que hay en Perú y representa un 0,1197 % de la población total del país.

4.3 Clima

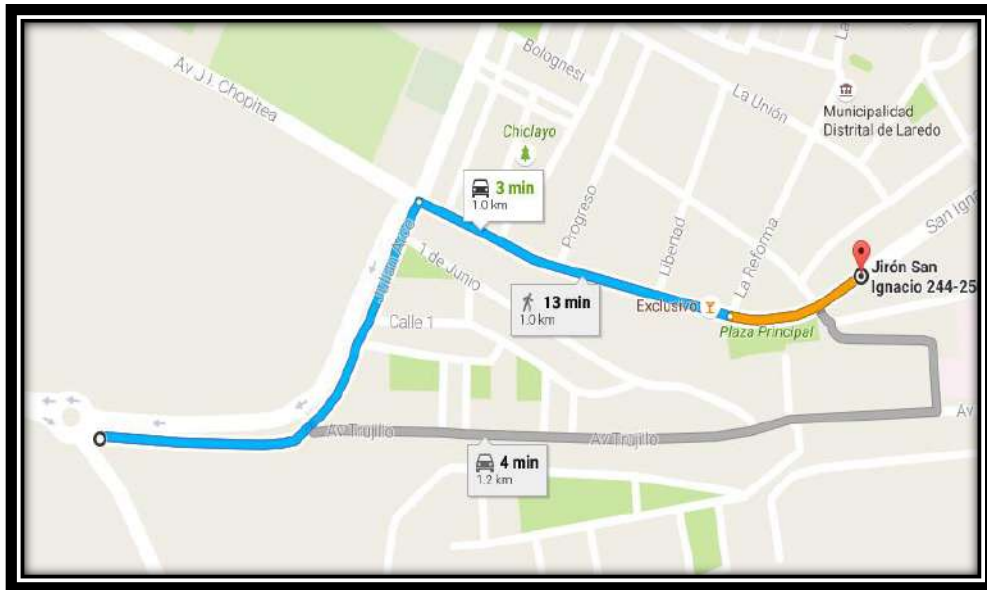
Según el Plan de Desarrollo Metropolitano de Trujillo (P.E. PLANDEMETRU 2000), la ciudad de Laredo presenta un clima semi cálido con estaciones anuales bien definidas y con lluvias deficientes. Con temperaturas media anual de 20° C, en invierno de 11° C y en verano de 30° C.

4.4 Ubicación geográfica

Laredo se localiza geográficamente al Sur de la Línea Ecuatorial en Latitud Sur y Longitud Oeste, según las coordenadas UTM son las siguientes:

Latitud sur:	8° 00' 30''
Latitud oeste:	entre 80° 50' 00'' y 79° 15' 00''
Altitud:	89 m.

Figura 8: Ubicación de la Vía en Estudio.

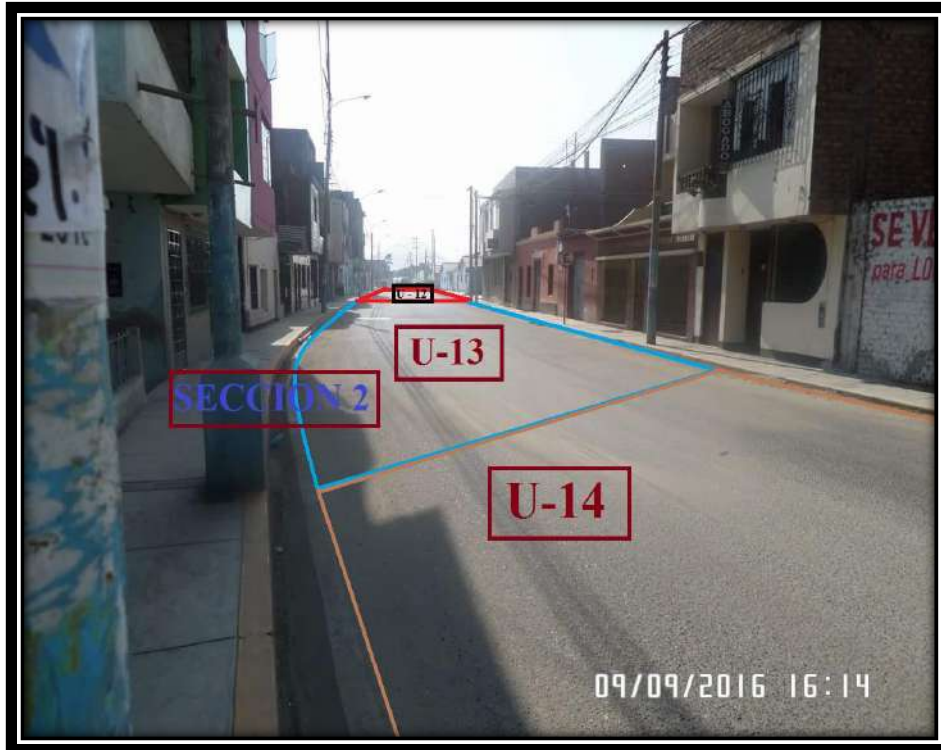


Se estudiaron 27 muestras de los cuales de la 1 a la 12 son de la sección 1 y de la 13 a la 27 son de la sección 2

Figura 9: Sección 1 (unidades 1 y 2).



Figura 10: Sección 2 (unidades 13 y 14).



4.5 Datos de la vía:

El ancho del carril de la Av. Julián Arce cuadras 1 – 4 y Av. La Merced cuadra 2-7 es de 6.00 metros a lo largo de la vía. La longitud que se ha tomado en cuenta para este proyecto es de 1 Km lineal de pavimento flexible.

4.6 Clasificación de la vía.

4.6.1 Clasificación según demanda de vehículos.

La clasificación de la vía Av. Julián Arce cuadras 1 – 4 y Av. La Merced cuadra 2-7, según el **Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013**, se clasifica en una carretera de primera clase por el IMDA que va entre 4000 a 2001 veh/día. Y según su Orografía del Lugar se clasifica en terreno plano (tipo I) según por no presentar dificultades en su trazado y el cambio de velocidades de los vehículos.

Tabla 4.1 Resumen de Características de la vía
RESUMEN DE CARACTERISTICAS DE LA VIA

ANCHO DE CARRIL	6.00
LONGITUD DE VIA EN ESTUDIO	1 Km
NUMERO DE CALSADAS	1.00
VELOCIDAD DIRECTRIZ	35 Km/h

4.7 Aplicación del Método PCI en la vía en estudio

La investigación que se realiza sigue procedimientos estandarizados por la ASTM D6433-03. Y por el MANUAL DEL PCI, se atiende a la práctica general de inspección del pavimento mediante método visual que se ha llevado a cabo en otras partes del Perú por instituciones autorizadas. No contamos con regulaciones para efectuar este tipo de procedimiento.

4.7.1 Muestreo y unidades de muestra

- i. Se debe identificar tramos en el pavimento que tengan diferentes usos en el plano de distribución, tales como caminos y estacionamientos.
- ii. Dividir cada tramo del pavimento en secciones según criterios, por ejemplo: diseño del pavimento, tráfico, historia de construcción.
- iii. Para el cálculo de las unidades de muestreo se basa en la tabla 06, pero este abarca solo hasta un 7.3 ancho de calzada máximo al que le corresponde una longitud de unidad de muestreo igual a 31.5,

Figura 11: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

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: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela (manual del PCI)

- iv. Dividir las secciones en unidades de muestra.
- v. Las unidades de muestra a ser inspeccionadas deben de ser debidamente señalizadas, a fin de permitir fácilmente su localización. Además se debe tener en cuenta que puede ser necesaria una verificación de información.
- vi. Seleccionar las unidades de muestra que serán inspeccionadas. El número de unidades de muestra varía según se considere: un número de unidades muestra que garantice una confiabilidad del 95% o considerando un número menos de unidades de muestra.
- vii. Todas las unidades de muestra de la sección pueden ser inspeccionadas, sin embargo no es una medida muy empleada debido a las limitaciones del tiempo, carencia de mano de obra y recursos económicos. Este tipo de inspección es ideal para obtener una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias.
- viii. El número mínimo de unidades muestra (n) necesarias para obtener un valor estadísticamente correcto (95% de confiabilidad) del PCI de dicha sección, es calculado redondeando "n" al próximo número entero mayor y empleando la siguiente ecuación

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

(Ec.1)

Donde:

e = error admisible en el cálculo del PCI de la sección, comúnmente,

e=+/- 5 puntos del PCI.

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección. Al realizar la inspección en pavimentos flexibles se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de n.

N = número total de unidades de muestra en la sección.

- Para calcular el valor actual de la desviación estándar, después de calcular el valor de PCI de la unidad de muestra anterior, se emplear la siguiente formula.

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_s)^2}{n-1} \right)^{1/2}$$

(Ec. 2)

Donde:

PCI i = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i.

PCI s = valor PCI de la sección

n = número total de unidades de muestra inspeccionadas.

- Calcular el mínimo número revisado de unidades muestras a ser inspeccionadas utilizando la desviación estándar calculada.
- Si el número de unidades de muestra revisado es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, se debe seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Estas unidades de muestra deben ser espaciadas uniformemente a través de la sección. Se debe repetir este proceso hasta que el número total de unidades de muestra inspeccionadas sea igual o mayor al número mínimo requerido de unidades de muestra (n) obtenido de la Ec.1, usando la desviación estándar total de muestras real.

- Calcular el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar. Las muestras deben ser igualmente espaciadas a través de toda la sección seleccionando la primera muestra al azar.

$$i = N/n$$

(Ec. 3)

Donde:

i = intervalo de espaciamiento

N = número total de unidades de muestra en la sección.

n = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

Dependiendo del objetivo de la inspección se puede utilizar un nivel de confiabilidad menor al 95%.

Las unidades de muestra adicionales deben ser inspeccionadas sólo cuando se observan fallas no representativas. Estas unidades de muestra son escogidas por el usuario.

4.7.2 Procedimiento de inspección

- i. Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra seleccionada.
- ii. Registrar el tramo y número de sección así como el número y tipo de unidad de muestra (al azar o adicional).
- iii. Registrar el tamaño de unidad de muestra medido con el odómetro manual.
- iv. Realizar la inspección de las fallas, cuantificando cada nivel de severidad y registrando la información obtenida. Los tipos de fallas y el grado de severidad se encuentran descritos en el punto de (Fallas, niveles de severidad y unidad de medida).
- v. El método de medición se encuentra incluido en la descripción de cada falla.
- vi. Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada

4.8 Calculo del PCI

4.8.1 Determinación del PCI de la unidad de muestra

- i. Sumar la cantidad total de cada tipo de falla para cada nivel de severidad, y registrar esta información en la columna “Total de Severidades”. Por ejemplo, en la tabla 3.2 se muestra que la falla piel de cocodrilo tiene 1.2m² de pavimento de severidad baja y 1.29m² de severidad media. Las unidades para las cantidades deben ser en metro cuadrado, metro lineal, o número de ocurrencia, dependiendo del tipo de falla.
- ii. Dividir la cantidad total de cada tipo de falla en cada nivel de severidad (columna total de severidades) entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual, como se aprecia en la tabla 3.2.
- iii. Determinar el valor deducido (DV) para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad utilizando las curvas de valor deducido de fallas que se encuentran en el Anexo “A”.
- iv. Determinar el máximo valor deducido corregido (CDV), mediante los siguientes pasos:
 - v. Si ninguno o solo un valor deducido (DV) es mayor que dos. El valor total es usado en lugar del máximo CDV, sino el máximo CDV puede ser determinado como se describe a continuación.
 - vi. Se debe crear una lista de valores deducidos individuales ordenados de maneras descendente
 - vii. Determinar el número de deducciones permisibles (m) empleando la siguiente ecuación:

$$m = 1 + \left(\frac{9}{98} \right) (100 - HDV) \leq 10$$

(Ec. 4)

Donde:

m = número admisible máximo de DV incluyendo fracciones (debe ser menor o igual a diez).

HDV = el mayor valor deducido individual para la unidad de muestra.

- El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos m, incluyendo su parte fraccionaria. Si se tiene un número de valores deducidos menor a m, todos estos deben de ser empleados.
- Determinar el valor deducido total (CDT), este valor es la suma de los valores deducidos individuales.
- Hallar q como el número de valores deducidos mayores a dos.
- Determinar el valor de CDV en forma iterativa a partir de CDT y de q, empleando las tablas de corrección (tabla 07).

4.8.2 Calculo del PCI de una sección de pavimento.

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

(Ec. 5)

Dónde:

PCIS: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

N: Número total de unidades de muestreo en la sección.

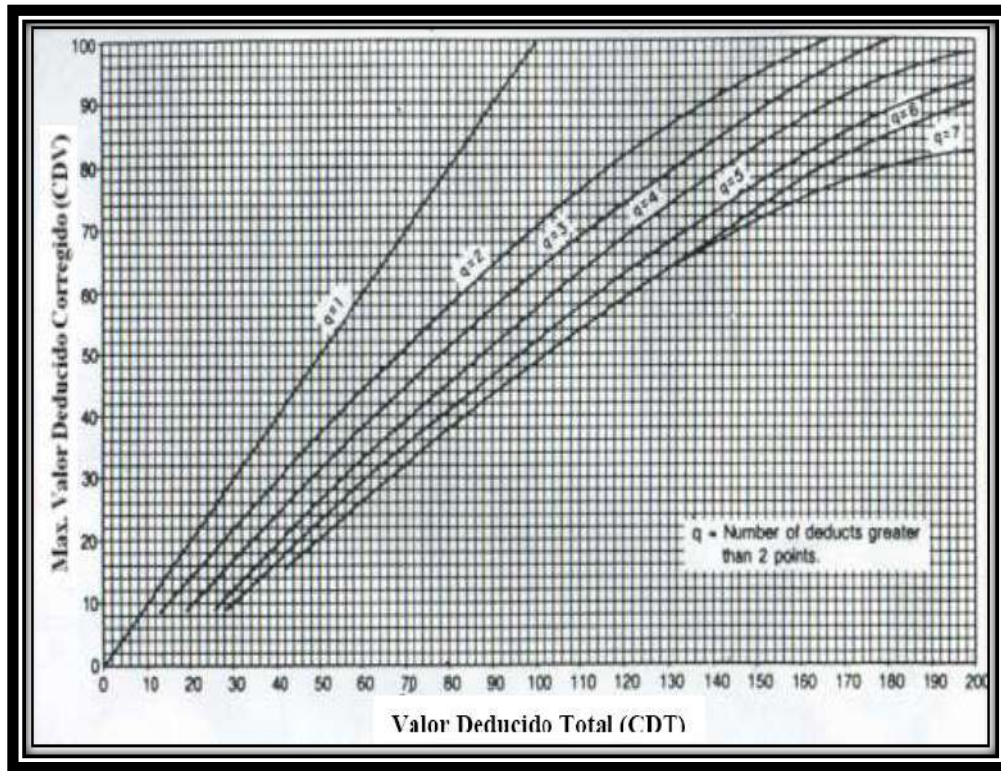
A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

Tabla 7: ejemplo de hoja de registro

METODO PCI					ESQUEMA				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE					<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>				
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Luis Montero</u>					Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U1</u>		
Ejecutor: <u>Edgar Daniel Rodríguez Velásquez</u>					Fecha: <u>14/01/2009</u>		Área: <u>230.9</u>		
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica o por deslizamiento						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras longitudinales y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.25	0.55	0.4			1.2	0.52	7.9	
1M	0.72	0.57				1.29	0.56	23.4	
7L	5	6	1			12	5.20	7.5	
8M	4	3	2.5	1	2.7	13.2	5.72	25.1	
11H	1	1.03				2.03	0.88	17.9	
13L	0.09					0.09	0.04	11.2	
14L	1.04	0.9				1.94	0.84	6.9	
18L	23.1					23.1	10.00	5.3	

Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

Tabla 8: curvas de corrección



Fuente: Procedimiento estándar para la inspección del índice de Condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03.

CAPÍTULO 5.- RESULTADOS

A continuación se muestra la Tabla 6.1 con el resume de fallas, de acuerdo a los parámetros establecidos por el manual del ASTM - D6433 Índice de Condición del Pavimento Flexible, para ello se tuvo que recoger las muestras de campo para su respectivo proceso y se obtuvo los resultados que a continuación serán descritas en un cuadro resumen de fallas a lo largo de la vía en estudio y se darán las posibles soluciones de acuerdo al manual.

Las fallas más comunes que se logró observar son las fallas de fisura en bloque, fisura longitudinal y trasversal, parcheo, baches o huecos.

Tabla 9: Fallas según su tipo y sus respectivos porcentajes.

FALLA	TIPO DE FALLA EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE	N° DE FALLAS	%
1	Piel de Cocodrilo	4	3,13
2	Exudacion	0	0,00
3	Fisura en Bloque	17	13,28
4	Abultamientos y Hundimientos	7	5,47
5	Corrugacion	0	0,00
6	Depresion	6	4,69
7	Fisura de Borde	7	5,47
8	Fisura de Reflexion de Junta.	0	0,00
9	Desnivel Carril / Verma	0	0,00
10	Fisura Long. Y Transversal	13	10,16
11	Parcheo	37	28,91
12	Agregados Pulido	1	0,78
13	Baches	16	12,50
14	Ahuellamiento	3	2,34
15	Desplazamiento	5	3,91
16	Fisura Parabolica	1	0,78
17	Hinchamiento	1	0,78
18	Desprendimiento de Agregados	10	7,81
TOTAL DE FALLAS		128	

Fuente elaboración propia

5.1 Determinación del índice del pavimento

Se llevó a cabo el trabajo de campo de recopilación de datos para obtener el índice de condición del pavimento, inicialmente, por unidad muestra, y posteriormente un índice de condición general, de las avenidas Julián Arce y La Merced. Cada unidad de muestra, tiene un área de 229.80 m², siendo el ancho de 6.0m (ancho de carril) y el largo es de 38.3m.

Se recopilaron datos en las avenidas Julián Arce y La Merced desde el inicio, en la avenida Julián Arce a la altura del Ovalo de Laredo hasta la cuadra 1 de la avenida La merced y luego recorrimos tomando datos de las cuadras restantes de la avenida la merced hasta completar el kilómetro.

Para realizar el trabajo de campo, la cuadrilla estuvo compuesta por tres personas y los materiales y equipos utilizados fueron:

- Odómetro y regla de aluminio de 2m.
- Wincha de 50m y 5m
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Chalecos de seguridad

5.3.3. Resultado del tramo 1

i. Unidad de muestra U-1

Analizando los datos de campo obtenidos mediante la inspección visual y medición de la unidad de muestra U-1 de la sección 1 (Anexo 3-1) tenemos que:

Tabla 5.1 Cálculo del PCI de U-1

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	15,10	12,90	12,80	4,30	2,60	1,70	1,00	50,40	5	23
2	15,10	12,90	12,80	4,30	2,00	1,70	1,00	49,80	4	26
3	15,10	12,90	12,80	2,00	2,00	1,70	1,00	47,50	3	29
4	15,10	12,90	2,00	2,00	2,00	1,70	1,00	36,70	2	28
5	15,10	2,00	2,00	2,00	2,00	1,70	1,00	25,80	1	26

Max CDV =	29
PCI =	71
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura (en bloque, borde, longitudinal y transversal), parches, desplazamiento y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 71, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido que es 29.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI, pero en nuestra unidad de muestra no sucedió eso.
- La falla más representativa y más dañina es la fisura de borde de severidad, media

- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

ii. Unidad de muestra U-2

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-2 de la sección 1 (Anexo 3-2) tenemos que:

Tabla 5.2 Cálculo del PCI de U-2

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	19,40	12,80	2,30	2,00	1,10	37,60	3	23
2	19,40	12,80	2,00	2,00	1,10	37,30	2	27
3	19,40	2,00	2,00	2,00	1,10	26,50	1	27
4								

Max CDV =	27
PCI =	73
Rating =	Muy Bueno

- Las fallas encontradas son: fisura de borde y longitudinal, parches, desplazamiento y peladura.
- El índice de estado del pavimento obtenido es 73, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 3, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 27
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI, pero en nuestra unidad de muestra no sucedió eso
- La falla más representativa y más dañina es la fisura de borde de severidad media, esta es una falla estructural, se encuentra en gran parte de esta unidad de muestra.

iii. Unidad de muestra U-3

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-3 de la sección 1 (Anexo 3-3) tenemos que

Tabla 5.3 Cálculo del PCI de U-3

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	20.50	16.60	7.50	5.40	2.90	2.00	54.90	5	26
2	20.50	16.60	7.50	5.40	2.00	2.00	54.00	4	30
3	20.50	16.60	7.50	2.00	2.00	2.00	50.60	3	32
4	20.50	16.60	2.00	2.00	2.00	2.00	45.10	2	34
5	20.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	30.50	1	31

Max CDV =	34
PCI=	66
Rating =	Bueno

- Las fallas encontradas son: fisura en bloque y borde, abultamiento, parches, desplazamiento y peladura.
- El índice de estado del pavimento resulta 66, lo que representa un estado de pavimento bueno.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 34.
- La falla más representativa y más dañina es la de fisura en borde, de severidad alta. Además la corrugación influye significativamente en el estado del pavimento.
- Los tratamientos correctivos recomendados son sello asfáltico, bacheo superficial y profundo y/o parchado con mezcla asfáltica.

iv. **Unidad de muestra U-4**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-4 de la sección 1 (Anexo 3-4) tenemos que:

Tabla 5.4 Cálculo del PCI de U-4

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	21.20	20.50	15.60	8.20	4.20	2.10	2.00	73.80	6	34
2	21.20	20.50	15.60	8.20	4.20	2.00	2.00	73.70	5	37
3	21.20	20.50	15.60	8.20	2.00	2.00	2.00	71.50	4	40
4	21.20	20.50	15.60	2.00	2.00	2.00	2.00	65.30	3	42
5	21.20	20.50	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	51.70	2	39
6	21.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	33.20	1	33

Max CDV =	42
PCI=	58
Rating =	Bueno

Las fallas encontradas son: piel de cocodrilo, fisura en bloque, longitudinal y borde, parches, desplazamiento y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 58, lo que representa un estado de pavimento malo.
- El número de valores deducidos es 6, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 42.
- La falla más representativa y más dañina es la fisura de borde, de severidad alta. La

v. **Unidad de muestra U-5**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-5 de la sección 1 (Anexo 3-5) tenemos que:

Tabla 5.5 Cálculo del PCI de U-5

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	20.50	16.30	15.20	7.50	3.10	1.90	64.50	5	33
2	20.50	16.30	15.20	7.50	2.00	1.90	63.40	4	35
3	20.50	16.30	15.20	2.00	2.00	1.90	57.90	3	37
4	20.50	16.30	2.00	2.00	2.00	1.90	44.70	2	34
5	20.50	2.00	2.00	2.00	2.00	1.90	30.40	1	31

Max CDV =	37
PCI=	63
Rating =	Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque en borde, abultamiento y parches.

- El índice de estado del pavimento resulta 63, lo que representa un estado de pavimento bueno.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 37.
- El parcheo de severidad baja y de severidad media son de mayor proporción.

vi. **Unidad de muestra U-6**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-6 de la sección 1 (Anexo 3-6) tenemos que:

Tabla5.6 Cálculo del PCI de U-6

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	q	CDV
1	48.70	41.70	22.50	21.70	19.00	18.80	2.30	174.70	7	79
2	48.70	41.70	22.50	21.70	19.00	18.80	2.00	174.40	6	83
3	48.70	41.70	22.50	21.70	19.00	2.00	2.00	157.60	5	86
4	48.70	41.70	22.50	21.70	2.00	2.00	2.00	140.60	4	80
5	48.70	41.70	22.50	2.00	2.00	2.00	2.00	120.90	3	75
6	48.70	41.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	100.40	2	71
7	48.70	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	60.70	1	61

Max CDV =	86
PCI=	14
Rating =	Muy Malo

Las fallas encontradas son: piel de cocodrilo, fisura en bloque, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 14, lo que representa un estado de pavimento muy malo.
- El número de valores deducidos es 7, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 86.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- Las fallas más representativas y más dañinas son parches de severidad alta y baches de alta severidad.

vii. **Unidad de muestra U-7**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-7 de la sección 1 (Anexo 3-7) tenemos que:

Tabla 5.7 Cálculo del PCI de U-7

#	VALOR DEDUCIDO							TOTAL	Q	CDV
1	22.20	20.10	19.00	13.30	7.70	5.10	2.30	89.70	7	44
2	22.20	20.10	19.00	13.30	7.70	5.10	2.00	89.40	6	43
3	22.20	20.10	19.00	13.30	7.70	2.00	2.00	86.30	5	44
4	22.20	20.10	19.00	13.30	2.00	2.00	2.00	80.60	4	46
5	22.20	20.10	19.00	2.00	2.00	2.00	2.00	69.30	3	45
6	22.20	20.10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	52.30	2	40
7	22.20	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	34.20	1	34

Max CDV =	46
PCI=	54
Rating =	Regular

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, longitudinal y transversal, depresión parches y parcheo.

- El índice de estado del pavimento resulta 54, lo que representa un estado de pavimento regular.
- El número de valores deducidos es 7, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 46.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la fisura de borde.

viii. Unidad de muestra U-8

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-8 de la sección 1 (Anexo 3-8) tenemos que:

Tabla 5.8 Cálculo del PCI de U-8

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	19.70	4.80	3.70	2.30	30.50	4	13
2	19.70	4.80	3.70	2.00	30.20	3	17
3	19.70	4.80	2.00	2.00	28.50	2	21
4	19.70	2.00	2.00	2.00	25.70	1	26
5							

Max CDV =	26
PCI =	74
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: abultamiento, fisura longitudinal y transversal, parches y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 74, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 26.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y es la de parcheo.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

ix. Unidad de muestra U-9

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-9 de la sección 1 (Anexo 3-9) tenemos que

Tabla 5.9 Cálculo del PCI de U-9

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	35.10	4.70	3.50	3.00	2.00	48.30	4	25
2	35.10	4.70	3.50	2.00	2.00	47.30	3	29
3	35.10	4.70	2.00	2.00	2.00	45.80	2	34
4	35.10	2.00	2.00	2.00	2.00	43.10	1	43

Max CDV =	43
PCI=	57
Rating =	Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, longitudinal y trasversal, parches, baches y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 57, lo que representa un estado de pavimento bueno.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 43.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de borde parcheo.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

x. **Unidad de muestra U-10**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-10 de la sección 1 (Anexo 3-10) tenemos que:

Tabla 5.10 Cálculo del PCI de U-10

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	35.10	11.10	6.00	1.70	53.90	3	34
2	35.10	11.10	2.00	1.70	49.90	2	38
3	35.10	2.00	2.00	1.70	40.80	1	41
4							

Max CDV =	41
PCI =	59
Rating =	Bueno

Las fallas encontradas son: fisura longitudinal y transversal, parches, baches y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 59, lo que representa un estado de pavimento bueno.
- El número de valores deducidos es 3, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 41.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xi. Unidad de muestra U-11

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-11 de la sección 1 (Anexo 3-11) tenemos que:

Tabla 5.11 Cálculo del PCI de U-11

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	38.90	35.10	20.60	14.00	5.70	114.30	5	60
2	38.90	35.10	20.60	14.00	2.00	110.60	4	64
3	38.90	35.10	20.60	2.00	2.00	98.60	3	62
4	38.90	35.10	2.00	2.00	2.00	80.00	2	58
5	38.90	2.00	2.00	2.00	2.00	46.90	1	47

Max CDV =	64
PCI =	36
Rating =	Malo

Las fallas encontradas son: parches, baches y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 36, lo que representa un estado de pavimento malo.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 64.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- Las fallas más representativas y más dañinas es la de parcheo y baches con severidades altas.

xii. **Unidad de muestra U-12**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-12 de la sección 1 (Anexo 3-12) tenemos que:

Tabla 5.12 Cálculo del PCI de U-12

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	50.00	31.20	11.00	7.50	99.70	4	58
2	50.00	31.20	11.00	2.00	94.20	3	60
3	50.00	31.20	2.00	2.00	85.20	2	61
4	50.00	2.00	2.00	2.00	56.00	1	56
5							

Max CDV =	61
PCI=	39
Rating =	Malo

Las fallas encontradas son: abultamiento, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 39, lo que representa un estado de pavimento malo.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 61.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de baches con severidad alta.

5.1.1 Resultado del tramo 2

xiii. Unidad de muestra U-13

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-13 de la sección 2 (Anexo 3-13) tenemos que:

Tabla 5.13 Cálculo del PCI de U-13

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	10.10	6.90	6.90	6.30	30.20	4	12
2	10.10	6.90	6.90	2.00	25.90	3	14
3	10.10	6.90	2.00	2.00	21.00	2	15
4	10.10	2.00	2.00	2.00	16.10	1	16
5							

Max CDV =	16
PCI =	84
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: piel de cocodrilo, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 84, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 16.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parche con severidad media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xiv. Unidad de muestra U-14

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-14 de la sección 2 (Anexo 3-14) tenemos que:

Tabla 5.14 Cálculo del PCI de U-14

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	9.30	4.50	4.30	4.20	2.40	24.70	5	8
2	9.30	4.50	4.30	4.20	2.00	24.30	4	8
3	9.30	4.50	4.30	2.00	2.00	22.10	3	12
4	9.30	4.50	2.00	2.00	2.00	19.80	2	14
5	9.30	2.00	2.00	2.00	2.00	17.30	1	17

Max CDV =	17
PCI =	83
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: abultamiento, piel de cocodrilo, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 83, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 17.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parche con severidad baja y peladura con severidad media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xv. Unidad de muestra U-15

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-15 de la sección 2 (Anexo 3-15) tenemos que:

Tabla 5.15 Cálculo del PCI de U-15

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	12.80	3.50	2.70	1.90	20.90	3	10
2	12.80	3.50	2.00	1.90	20.20	2	14
3	12.80	2.00	2.00	1.90	18.70	1	19
4							

Max CDV =	19
PCI =	81
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, parches, abultamiento y desplazamiento.

- El índice de estado del pavimento resulta 81, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 3 a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 19.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la fisura de parcheo con severidad baja.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xvi. **Unidad de muestra U-16**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-16 de la sección 2 (Anexo 3-16) tenemos que:

Tabla 5.16 Cálculo del PCI de U-16

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	20.60	7.70	1.60	1.60	31.50	2	14
2	20.60	2.00	1.60	1.60	25.80	1	26
3							

Max CDV =	26
PCI =	74
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 74, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 2, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 26.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de bache con severidad alta.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xvii. **Unidad de muestra U-17**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-17 de la sección 2 (Anexo 3-17) tenemos que:

Tabla 5.17 Cálculo del PCI de U-17

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	9.80	7.60	3.50	1.70	22.60	3	12
2	9.80	7.60	2.00	1.70	21.10	2	14
3	9.80	2.00	2.00	1.70	15.50	1	14
4							

Max CDV =	14
PCI =	86
Rating =	Excelente

Las fallas encontradas son: abultamiento, parches, baches y peladura.

- El índice de estado del pavimento resulta 86, lo que representa un estado de pavimento excelente.
- El número de valores deducidos es 3, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 14.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de baches con severidad media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo excelente, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xviii. **Unidad de muestra U-18**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-18 de la sección 2 (Anexo 3-18) tenemos que:

Tabla 5.18 Cálculo del PCI de U-18

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	12.70	11.60	5.30	4.40	34.00	4	15
2	12.70	11.60	5.30	2.00	31.60	3	18
3	12.70	11.60	2.00	2.00	28.30	2	20
4	12.70	2.00	2.00	2.00	18.70	1	19

Max CDV =	20
PCI =	80
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura longitudinal y transversal, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 80, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 20.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- Las fallas más representativas y más dañina es la fisura de baches y de parcheo con severidades media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xix. Unidad de muestra U-19

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-19 de la sección 2 (Anexo 3-19) tenemos que:

Tabla 5.19 Cálculo del PCI de U-19

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	10.00	4.00	1.70	0.20	15.90	2	11
2	10.00	2.00	1.70	1.20	14.90	1	14
3							

Max CDV =	14
PCI =	86
Rating =	Excelente

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, parches, depresión y agregado pulido.

- El índice de estado del pavimento resulta 86, lo que representa un estado de pavimento regular.
- El número de valores deducidos es 2, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 14.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo con severidad media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo exente, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xx. Unidad de muestra U-20

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-20 de la sección 2 (Anexo 3-20) tenemos que:

Tabla 5.20 Cálculo del PCI de U-20

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	13.50	12.70	4.90	2.00	1.40	34.50	3	21
2	13.50	12.70	2.00	2.00	1.40	31.60	2	23
3	13.50	2.00	2.00	2.00	1.40	20.90	1	21
4								

Max CDV =	23
PCI =	77
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: piel de cocodrilo, fisura en bloque, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 77, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 3, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 23.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo de severidad media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxi. **Unidad de muestra U-21**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-21 de la sección 2 (Anexo 3-21) tenemos que:

Tabla 5.21 Cálculo del PCI de U-21

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	17.80	15.40	14.10	2.70	50.00	4	27
2	17.80	15.40	14.10	2.00	49.30	3	31
3	17.80	15.40	2.00	2.00	37.20	2	26
4	17.80	2.00	2.00	2.00	23.80	1	24

Max CDV =	31
PCI =	69
Rating =	Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, parches, baches y ahuellamiento.

- El índice de estado del pavimento resulta 69, lo que representa un estado de pavimento bueno.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 31.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo de media severidad.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxii. **Unidad de muestra U-22**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-22 de la sección 2 (Anexo 3-22) tenemos que:

Tabla 5.22 Cálculo del PCI de U-22

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	15.40	9.30	7.70	3.30	0.40	36.10	4	17
2	15.40	9.30	7.70	2.00	0.40	34.80	3	21
3	15.40	9.30	2.00	2.00	0.40	29.10	2	22
4	15.40	2.00	2.00	2.00	0.40	21.80	1	22

Max CDV =	22
PCI =	78
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura de borde, longitudinal y trasversal, parches, ahuellamiento y fisura parabólica.

- El índice de estado del pavimento resulta 78, lo que representa un estado de pavimento muy bueno.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 22.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo de severidad media.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxiii. Unidad de muestra U-23

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-23 de la sección 2 (Anexo 3-23) tenemos que:

Tabla 5.23 Cálculo del PCI de U-23

#	VALOR DEDUCIDO						TOTAL	q	CDV
1	15.40	13.10	7.60	5.10	2.80	1.80	45.80	5	20
2	15.40	13.10	7.60	5.10	2.00	1.80	45.00	4	23
3	15.40	13.10	7.60	2.00	2.00	1.80	41.90	3	26
4	15.40	13.10	2.00	2.00	2.00	1.80	36.30	2	27
5	15.40	2.00	2.00	2.00	2.00	1.80	25.20	1	25

Max CDV =	27
PCI=	73
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura longitudinal y transversal, parches, depresión.

- El índice de estado del pavimento resulta 73, lo que representa un estado de pavimento regular.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 27.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo de media severidad.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxiv. Unidad de muestra U-24

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-24 de la sección 2 (Anexo 3-24) tenemos que:

Tabla 5.24 Cálculo del PCI de U-24

#	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	38.90	8.70	4.20	2.70	54.50	4	26
2	38.90	8.70	4.20	2.00	53.80	3	34
3	38.90	8.70	2.00	2.00	51.60	2	39
4	38.90	2.00	2.00	2.00	44.90	1	45

Max CDV =	45
PCI =	55
Rating =	Regular

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, parches, hinchamiento y depresión.

- El índice de estado del pavimento resulta 55, lo que representa un estado de pavimento regular.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 45.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la de parcheo.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxv. Unidad de muestra U-25

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-25 de la sección 2 (Anexo 3-25) tenemos que:

Tabla 5.25 Cálculo del PCI de U-25

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	8.20	4.70	3.90	2.90	2.80	22.50	5	6
2	8.20	4.70	3.90	2.90	2.00	21.70	4	8
3	8.20	4.70	3.90	2.00	2.00	20.80	3	10
4	8.20	4.70	2.00	2.00	2.00	18.90	2	13
5	8.20	2.00	2.00	2.00	2.00	16.20	1	16

Max CDV =	16
PCI =	84
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura longitudinal y transversal, depresión, parches y ahuellamiento.

- El índice de estado del pavimento resulta 84, lo que representa un estado de pavimento regular.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 16.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa es la de parcheo de severidad baja.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxvi. **Unidad de muestra U-26**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-26 de la sección 2 (Anexo 3-26) tenemos que:

Tabla 5.26 Cálculo del PCI de U-26

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	10.20	10.00	8.20	3.30	1.10	32.80	4	15
2	10.20	10.00	8.20	2.00	1.10	31.50	3	19
3	10.20	10.00	2.00	2.00	1.10	25.30	2	18
4	10.20	2.00	2.00	2.00	1.10	17.30	1	17

Max CDV =	19
PCI=	81
Rating =	Muy Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, borde, longitudinal y transversal, parches, depresión.

- El índice de estado del pavimento resulta 81, lo que representa un estado de pavimento regular.
- El número de valores deducidos es 4, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 19.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la fisura longitudinal de media severidad.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo muy buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

xxvii. **Unidad de muestra U-27**

Analizando los datos obtenidos en campo de la unidad de muestra U-27 de la sección 2 (Anexo 3-27) tenemos que:

Tabla 5.27 Cálculo del PCI de U-27

#	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	30.50	10.10	12.20	3.40	3.30	59.50	5	29
2	30.50	10.10	12.20	3.40	2.00	58.20	4	32
3	30.50	10.10	12.20	2.00	2.00	56.80	3	36
4	30.50	10.10	2.00	2.00	2.00	46.60	2	34
5	30.50	2.00	2.00	2.00	2.00	38.50	1	39

Max CDV =	39
PCI =	61
Rating =	Bueno

Las fallas encontradas son: fisura en bloque, depresión, parches y baches.

- El índice de estado del pavimento resulta 61, lo que representa un estado de pavimento bueno.
- El número de valores deducidos es 5, a partir de estos obtenemos que el máximo valor deducido corregido es 39.
- En algunos casos, el valor deducido es cero, esto debido a que el tamaño de la falla es no representativo para el cálculo del PCI.
- La falla más representativa y más dañina es la fisura de parcheo de alta severidad.
- La superficie de rodadura o carpeta asfáltica sigue siendo buena, sin embargo su calidad está seriamente comprometida si no se corrige a tiempo las fallas con urgencia para evitar el deterioro más del pavimento.

5.2 Interpretación de resultados

Una vez registrados todos los datos de campo, y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se puede calcular el PCI promedio de las 2 secciones consideradas, para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento de la Av. Julián Arce cuadras 1 – 4 y Av. La Merced cuadra 2-7. En la tabla 5.67 se muestra un resumen de estos resultados.

Tabla 10: Resumen de las unidades

RESUMEN DE RESULTADOS								
Unidad de muestra	Abscisa Inicial	Abscisa Final	Sección	Área	PCI unidad de muestra	Descripción	PCI sección	Descripción
U1	0 + 000	0 + 38.30	1	229.80	53	Regular	55	Bueno
U2	0 + 38.30	0 + 76.60	1	229.80	51	Regular		
U3	0 + 76.60	0 + 114.90	1	229.80	50	Regular		
U4	0 + 114.90	0 + 153.20	1	229.80	51	Regular		
U5	0 + 153.20	0 + 191.50	1	229.80	57	Bueno		
U6	0 + 191.50	0 + 229.80	1	229.80	64	Bueno		
U7	0 + 229.80	0 + 268.10	1	229.80	41	Regular		
U8	0 + 268.10	0 + 306.40	1	229.80	59	Bueno		
U9	0 + 306.40	0 + 344.70	1	229.80	68	Bueno		
U10	0 + 344.70	0 + 383.00	1	229.80	61	Bueno		
U11	0 + 383.00	0 + 421.30	1	229.80	55	Regular		
U12	0 + 421.30	0 + 459.60	1	229.80	55	Regular		
U13	0 + 459.60	0 + 497.90	2	229.80	56	Bueno	43	Regular
U14	0 + 497.90	0 + 536.20	2	229.80	33	Malo		
U15	0 + 536.20	0 + 574.50	2	229.80	72	Muy Bueno		
U16	0 + 574.50	0 + 612.80	2	229.80	57	Bueno		
U17	0 + 612.80	0 + 651.10	2	229.80	72	Muy Bueno		
U18	0 + 651.10	0 + 689.40	2	229.80	66	Bueno		
U19	0 + 689.40	0 + 727.70	2	229.80	32	Malo		
U20	0 + 727.70	0 + 766.00	2	229.80	25	Muy Malo		
U21	0 + 766.00	0 + 804.30	2	229.80	55	Bueno		
U22	0 + 804.30	0 + 842.60	2	229.80	28	Malo		
U23	0 + 842.60	0 + 880.90	2	229.80	12	Muy Malo		
U24	0 + 880.90	0 + 919.20	2	229.80	39	Malo		
U25	0 + 919.20	0 + 957.50	2	229.80	14	Muy Malo		
U26	0 + 957.50	0 + 995.80	2	229.80	37	Malo		
U27	0 + 995.80	0 + 1034.10	2	229.80	45	Regular		
EL PAVIEMNTO FLEXIBLE TIENE UN PCI PROMEDIO DE							49	Regular

Con los porcentajes obtenidos en la Tabla 9 obtenemos la siguiente gráfica.

Figura 12: Porcentaje de cada falla

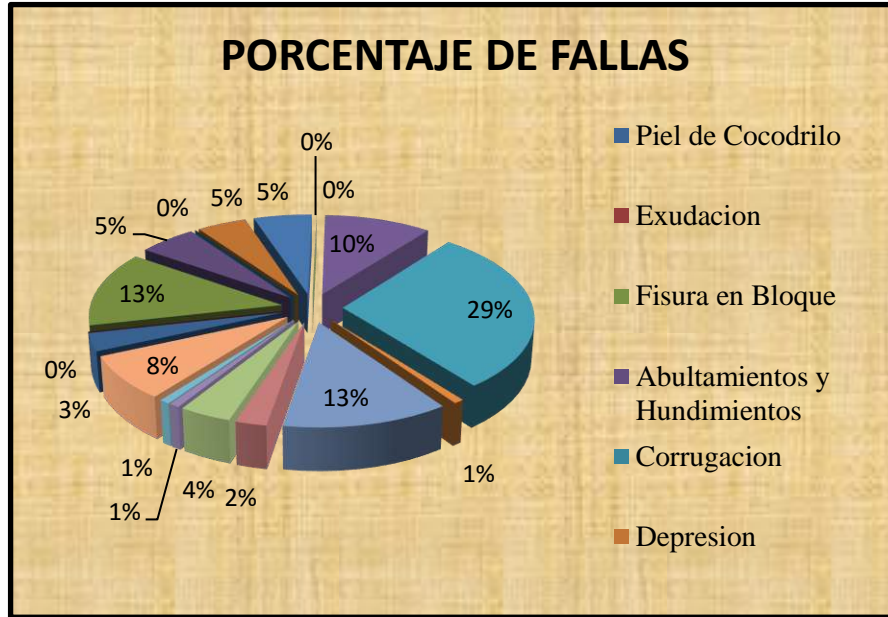


Tabla 11: Niveles de severidad de las fallas más frecuentes

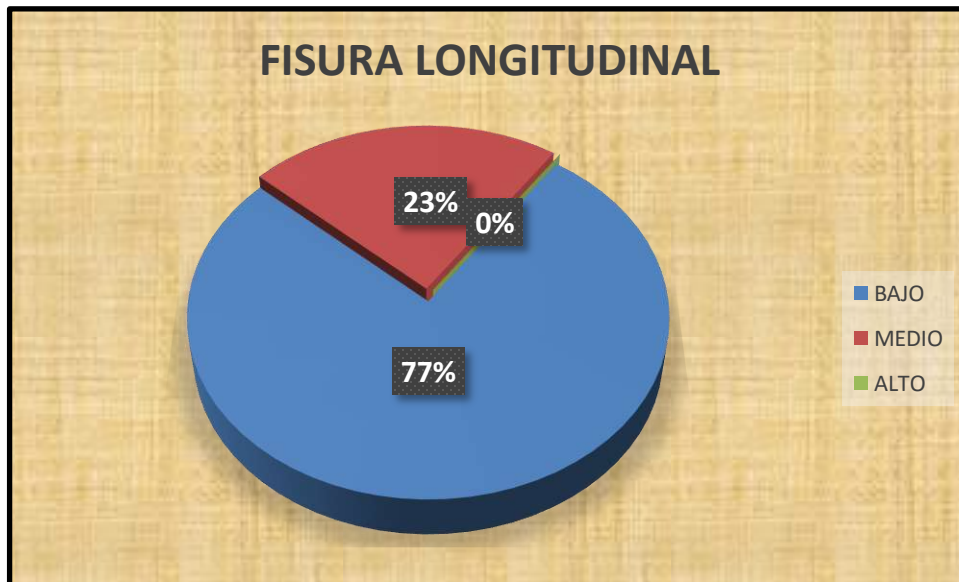
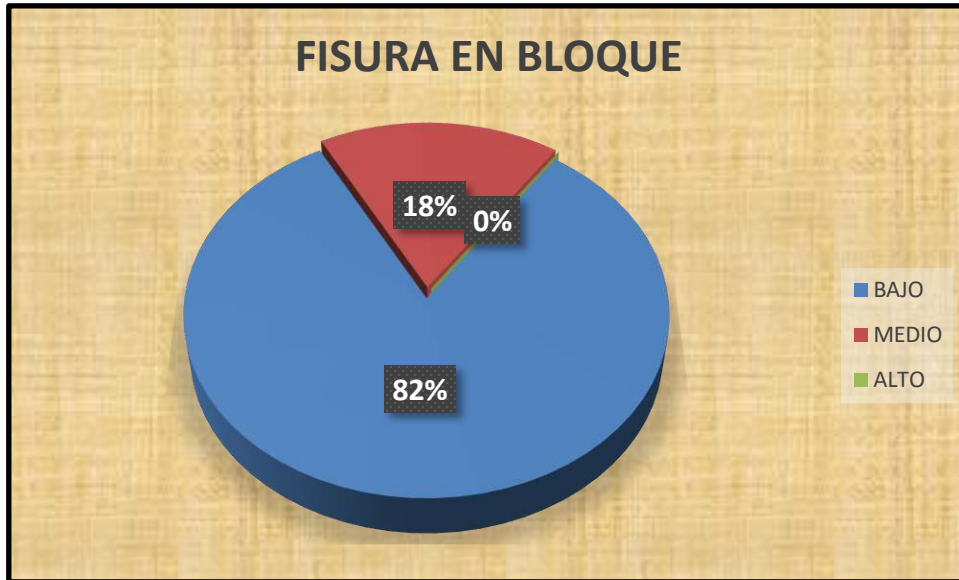
FISURA EN BLOQUE		
NIVEL		%
BAJO	14	82,35
MEDIO	3	17,65
ALTO	0	0,00
TOTAL	17	100,00

FISURA LONGITUDINAL		
NIVEL		%
BAJO	10	76,92
MEDIO	3	23,08
ALTO	0	0,00
TOTAL	13	100,00

PARCHEO		
NIVEL		%
BAJO	20	54,05
MEDIO	14	37,84
ALTO	3	8,11
TOTAL	37	100,00

BACHES		
NIVEL		%
BAJO	9	56,25
MEDIO	4	25,00
ALTO	3	18,75
TOTAL	16	100,00

Figura 132.1: Porcentaje de la severidad de las fallas más frecuentes



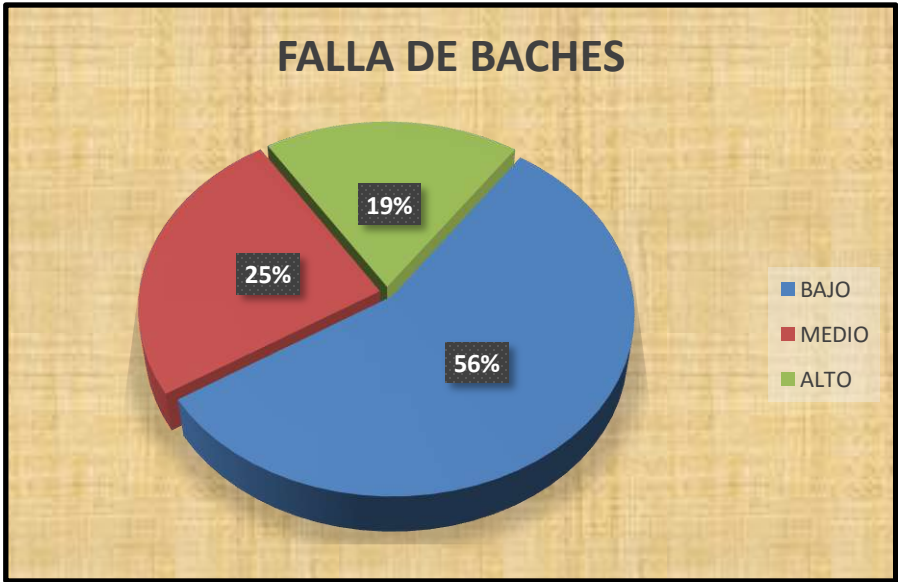
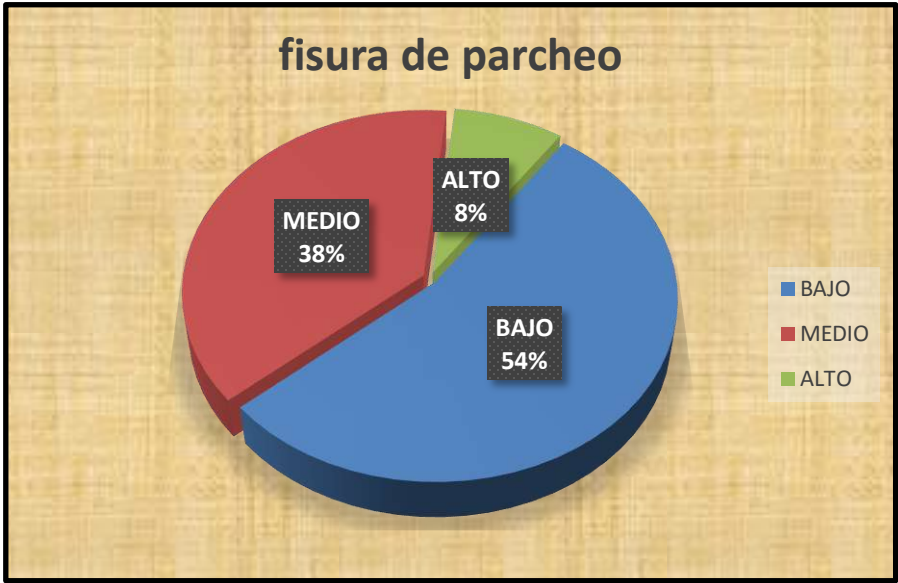
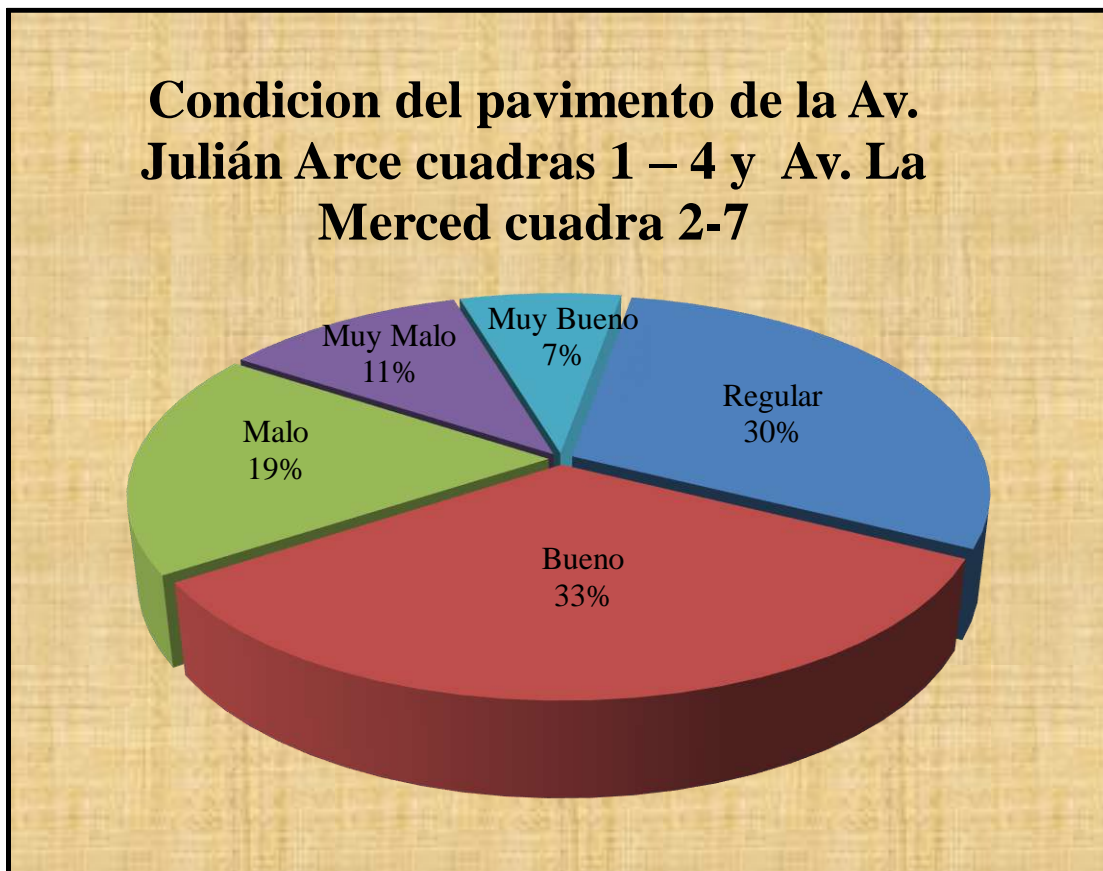


Tabla 5.3 Condición del Pavimento

Estado	Cantidad	Porcentaje
Regular	8	29.63
Bueno	9	33.33
Malo	5	18.52
Muy Malo	3	11.11
Muy Bueno	2	7.41
Total	27	

Fuete: Elaboración propia

Figura 143: Condición del pavimento



El 33% del total de unidades de muestra inspeccionadas presentan un estado de pavimento bueno (PCI entre 55 y 70); el 30% de unidades se encuentra en estado regular (PCI entre 40 y 55); un 19%, en estado malo (PCI entre 25 y 40) y un 11% de muy mala condición (PCI entre 10 y 25). Finalmente, un 7% hace referencia a unidades de muestra con un pavimento de muy buen estado (PCI entre 70 y 85). No se encontraron pavimentos fallados (PCI entre 0 y 10) ni excelentes (PCI entre 85 y 100).

A mayor valor deducido, mayor es el daño que las fallas producen al pavimento pues este valor indica el grado en que cada combinación de deterioro, nivel de severidad y cantidad, afectan a la condición del mismo. Por el contrario, un valor deducido de cero, quiere decir que el tamaño de la falla dentro de la unidad de muestra es despreciable, o muy pequeña como para ejercer un daño significativo al área de estudio.

A lo largo de la vía en estudio el estado regular es lo que más arroja en los resultados del PCI seguido por el estado PCI excelente.

Figura 15: Gráfico de toda la vía en estudio según el rango de calificación del manual del ASTM 64331



CAPITULO 6 CONCLUSIONES

- 6.1** EL pavimento flexible de la Av. Julián Arce cuadras 1 – 4 y Av. La Merced cuadra 2-7, en el Departamento de La Libertad, Provincia de Trujillo, Distrito de Laredo, según los parámetros establecidos por el manual del ASTM D6433 Método del Índice de Condición del Pavimento en la evaluación de pavimentos flexibles, el PCI es igual a 49 por lo que se concluye que el estado actual del pavimento es regular.
- 6.2** Las fallas que más afectan al pavimento de la Av. Julián Arce cuadras 1 – 4 y Av. La Merced cuadra 2-7, son la de fisuras en bloque 12.50%, fisuras longitudinales 10.71%, parcheo 24.11% y la de baches o huecos 12.50%, las más comunes son la de bacheo y parcheo.
- 6.3** Los niveles de severidad de las fallas más frecuentes son: la de fisura en bloque que tiene un 82% de baja severidad y un 12% de media severidad, la de fisura longitudinal tiene un 77% de baja severidad y un 23% de media severidad, la de parcheo tiene un 54% de baja severidad, 38% de media severidad y 8% de alta severidad y por último la de bacheo tiene un 56% de baja severidad, 25% de media severidad y 19% de alta severidad.
- 6.4** La sección 1, que comprende desde la unidad de muestra U1 hasta la U12, de la progresiva 0+000 al 0+459.60 presenta un PCI promedio de 55, lo que corresponde a un pavimento bueno, presentando fallas de Fisuras en bloque, fisuras longitudinales y transversales, parches y parches de cortes utilitarios y peladura por intemperismo, desprendimiento de agregados y bache.
- 6.5** La sección 2, que contiene las unidades de muestra restantes U13 hasta la U27, entre la progresiva 0+459.60 a 1+034 tiene un PCI promedio de 43, que corresponde a un pavimento regular, y tiene como principales fallas la de fisuras en bloque y baches.

CAPITULO 7 RECOMENDACIONES.

- 7.1.** Se recomienda a nuestras autoridades locales y regionales, darle la debida importancia al mantenimiento de los pavimentos, considerando un presupuesto con el fin de mantener las vías de la ciudad en estado óptimo.
- 7.2.** Se recomienda a las autoridades locales implementar un sistema de monitoreo haciendo uso del método PCI por ser un método viable para conservar nuestras vías en buen estado, teniendo en cuenta que un pavimento fallado tiene mayor costo de reparación que un pavimento que solo necesite de mantenimiento.
- 7.3.** Al obtener como resultado un Índice de Condición de Pavimento Regular, se recomienda realizar una Rehabilitación Integral de la Vía en estudio, ya que se necesita hacer que nuestra vía vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil.
- 7.4.** Realizar un buen proceso constructivo en la rehabilitación de la vía, para así evitar las fallas longitudinales y transversales y mejorar la supervisión de obra.
- 7.5.** Para una mayor precisión en los resultados se recomienda tomar todas las unidades de muestra en el cálculo del PCI.
- 7.6.** Se recomienda un monitoreo continuo del PCI, que sirve para establecer el ritmo de deterioro del pavimento, a partir del cual se identifica con la debida anticipación las necesidades de rehabilitación y mantenimiento de la vía.
- 7.7.** Limitar el tipo de vehículos que deben transitar por el tipo de vía o rediseñar la vía de acuerdo al tipo de vehículos que transitan por la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

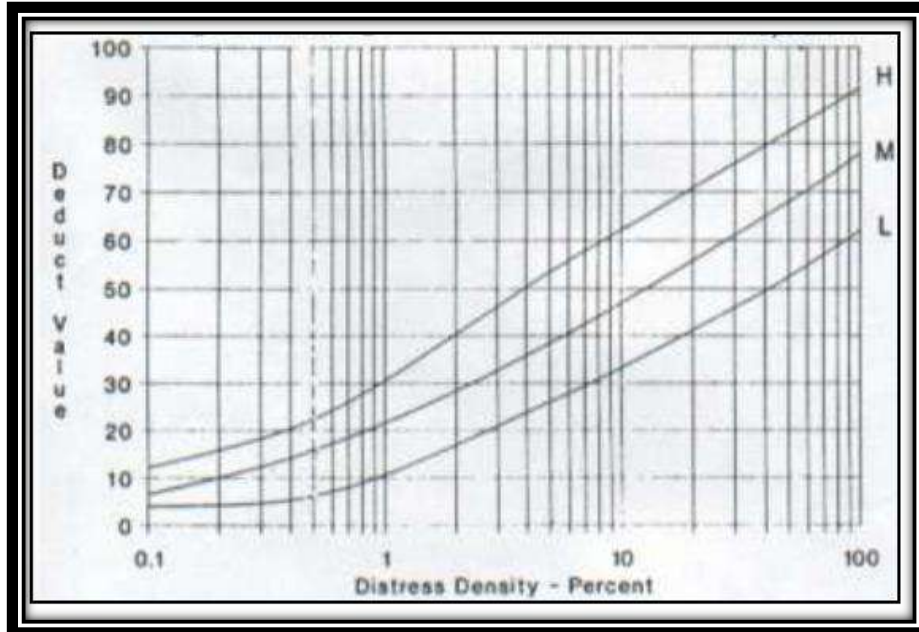
Bibliografía

- ALFONZO., M. J. (2010). *EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ – CUMANACOA (L001); PROGRESIVA 0+000 (PUENTE ALIVIADERO MANZANARES) HASTA PROGRESIVA 10+000 (VÍA CUMANACOA), DE LOS MUNICIPIOS SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE*. Sucre: TESIS.
- American Society for Testing and Materials., (. (2003). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433*. Estados Unidos.
- Arakaki, K. K. (abril de 2014). *TESIS DE DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS DE LA NUEVA CARRETERA PANAMERICANA NORTE EN EL TRAMO DE HUACHO A PATIVILCA (KM 188 A 189)*. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe:8080/repositorio/bitstream/handle/123456789/5826/RENGIFO_KIMIKO_PAVIMENTOS_CARRETERA_HUACHO_PATIVILCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CAMPOSANO OLIVERA, J. E. (MARZO de 2012). *“DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL DE LA VIA:AV. ARGENTINA –AV. 24 DE JUNIO POR EL MÉTODO:ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS-2012”*. Obtenido de <http://docplayer.es/9975209-Universidad-peruana-los-andes-facultad-de-ingenieria-carrera-profesional-de-ingenieria-civil.html>
- Chicchón, K. P. (2009). *Cálculo del índice de condición aplicado en pavimento flexible de la Av. Las PIURA*: TESIS.
- Fonseca, A. M. (julio de 1999). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Obtenido de <http://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1512>
- LÁZARES, J. W. (2007). *Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles*. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/809/1/gutierrez_lj.pdf
- Medina Palacios, A. &. (1 de noviembre de 2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José*. Obtenido de http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/581505/1/Medina_PA.pdf
- RABANAL PAJARES, J. E. (2014). *“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA - 2014”*. CAJAMARCA: TESIS.

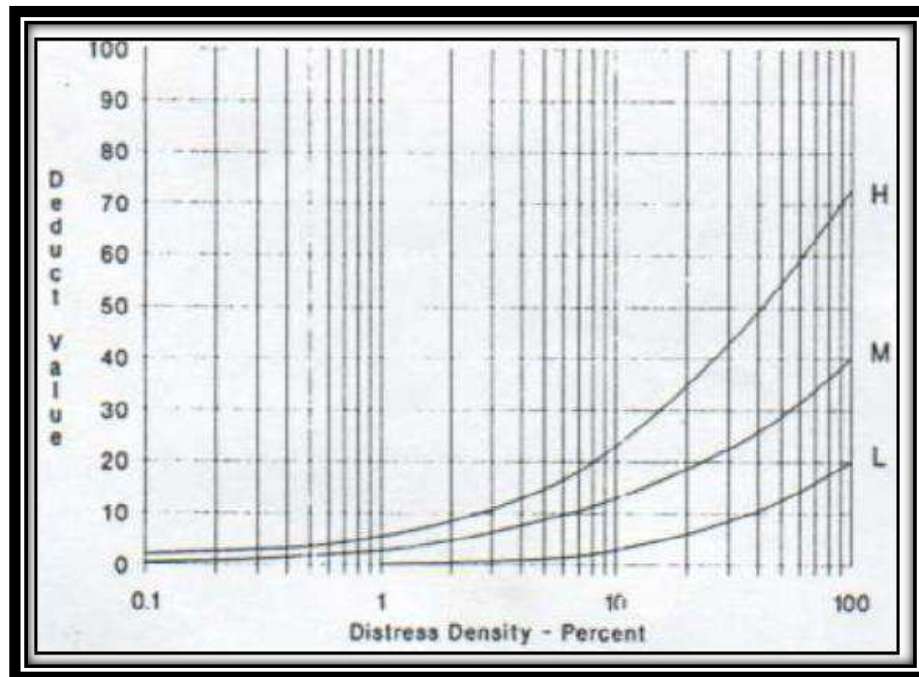
- Rabanal Pajares, J. E. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la Vía de Evitamiento norte, utilizando el método del índice de condición del pavimento. Cajamarca - 2014*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/5511>
- Salinas, C. R. (Octubre de 2009). *EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE ALGUNAS*. Obtenido de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1484/3/Tesis.pdf>
- Sánchez Alfonzo, M. J. (2010). *Evaluación integral de la vía local cumaná - cumanacoa (I001); progresiva 0+000 (puente aliviadero manzanares) hasta progresiva 10+000 (vía cumanacoa), de los municipios sucre y montes del estado sucre/*. Obtenido de http://www.biblioteca.anz.udo.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Acceso=T013200033754/0&Nombrebd=banztudo&Sesion=440402008
- VARELA, L. R. (2002). *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PARA PAVIMENTOS ASFÁLTICOS Y DE CONCRETO EN CARRETERAS*. Manizales: INGEPAV- ingeniería de pavimentos.
- Velásquez, E. D. (2009). *“Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. PIURA: TESIS.
- Viviana Elizabeth, H. B. (Enero de 2015). *El estado de las vías de pavimento rígido y su incidencia en la circulación del tráfico pesado de la planta Holcim Latacunga del cantón Latacunga, provincia*. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis%20848%20-%20Higuera%20Bonilla%20Viviana%20Elizabeth.pdf>

ANEXO N° 1 CURVAS DE VALOR DEDUCIDO

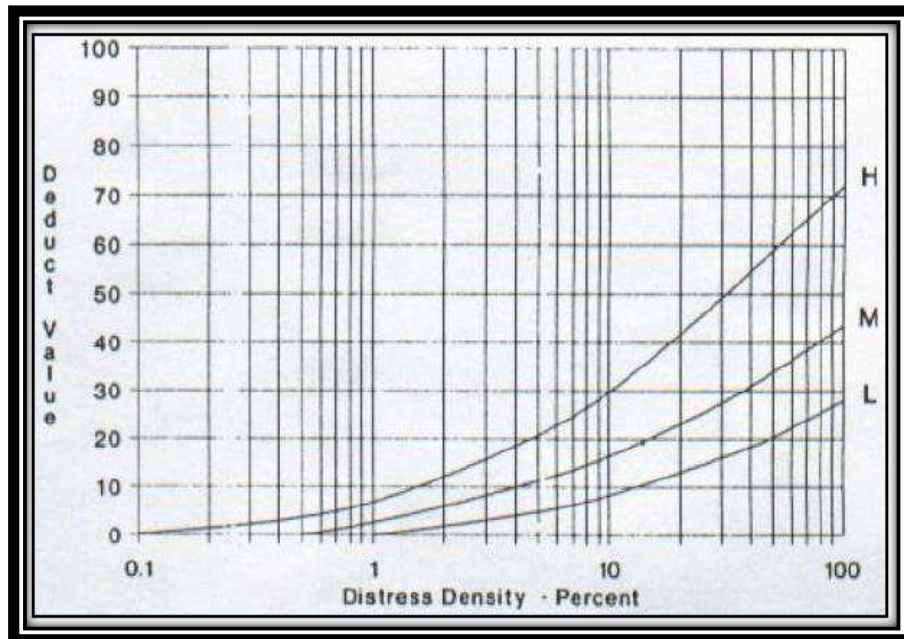
1. Piel de Cocodrilo



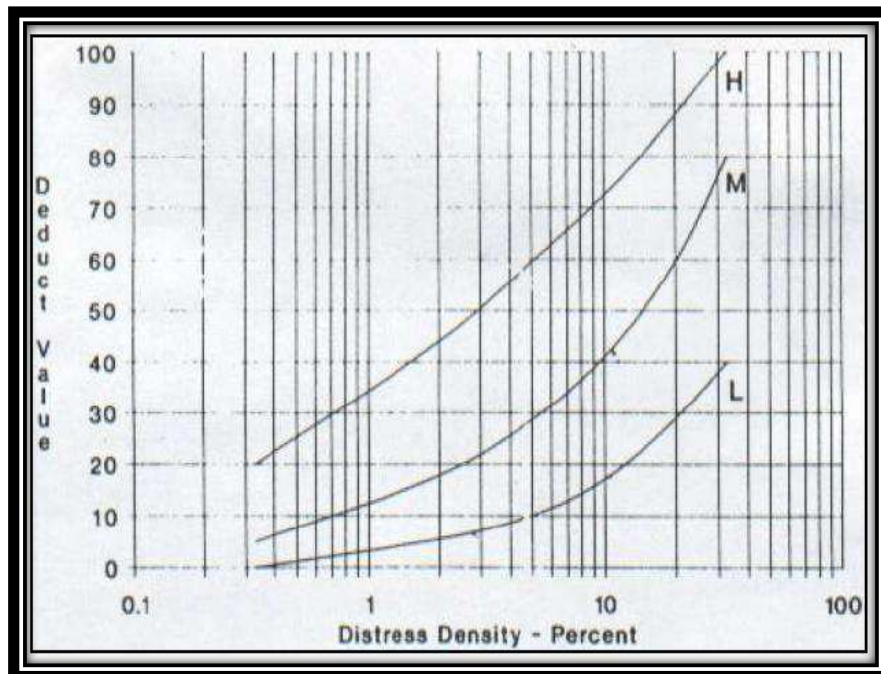
2. Exudación



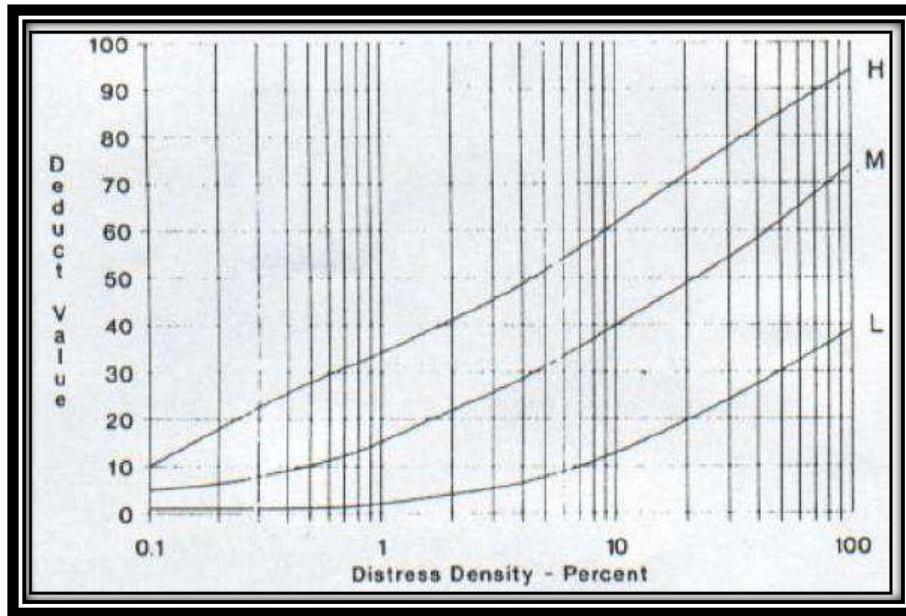
3. Fisuras o grietas en bloque



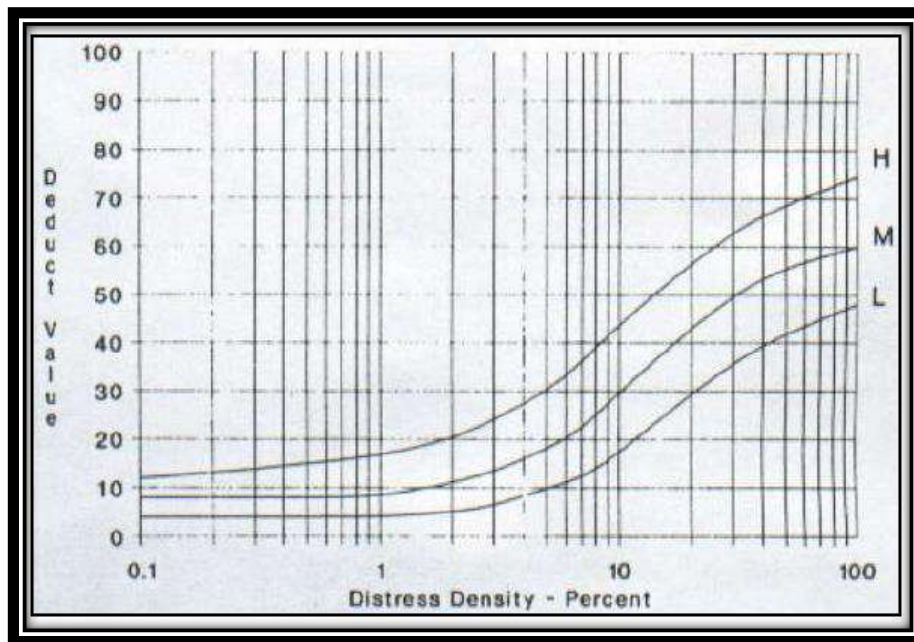
4. Abultamientos y hundimientos



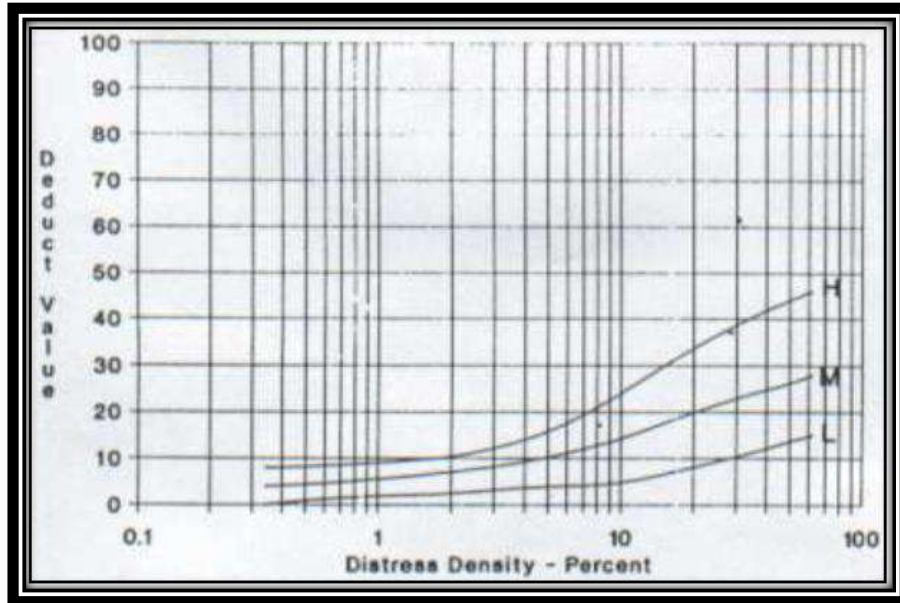
5. Corrugación



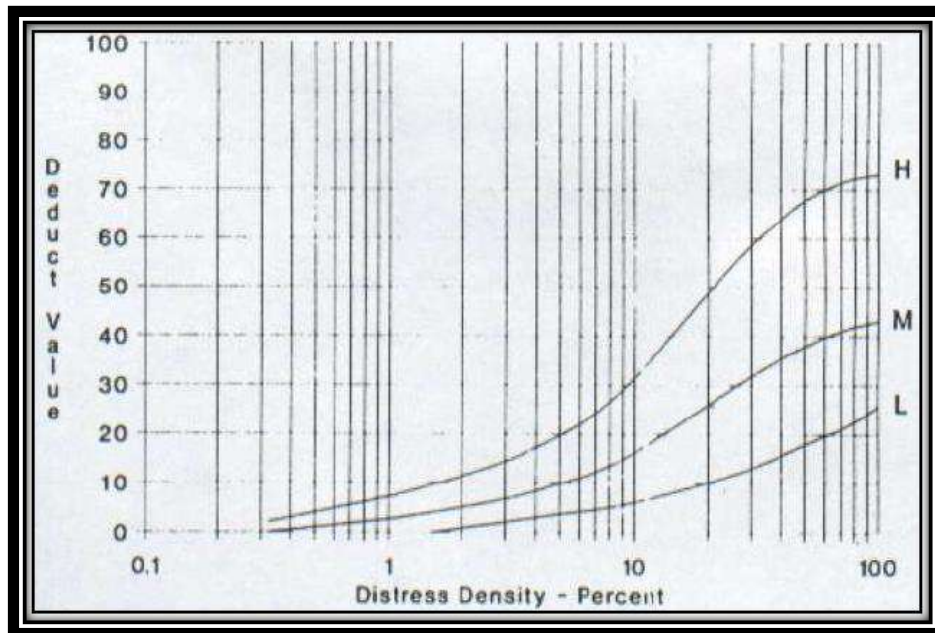
6. Depresión



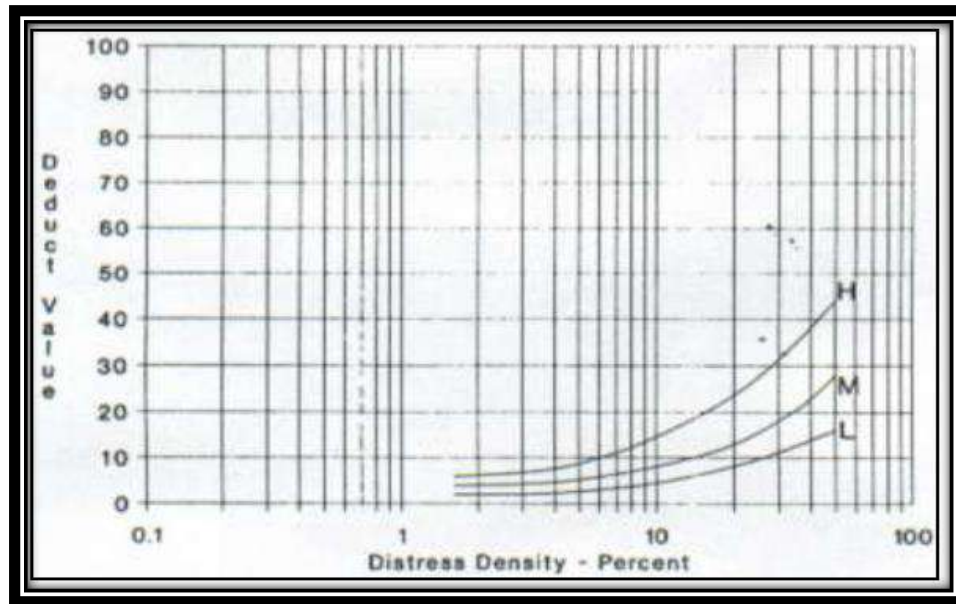
7. Fisuras de borde



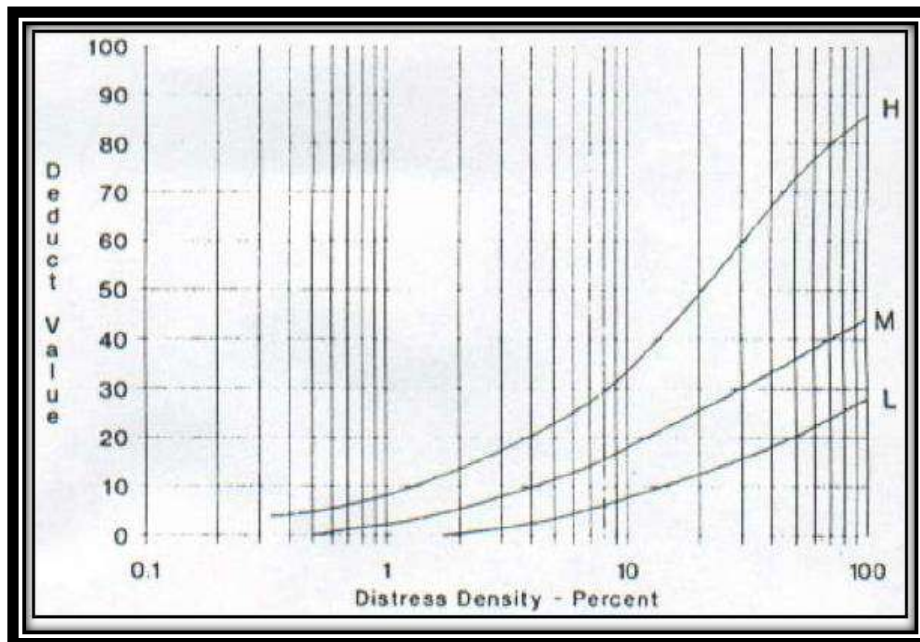
8. Fisuras de reflexión de junta



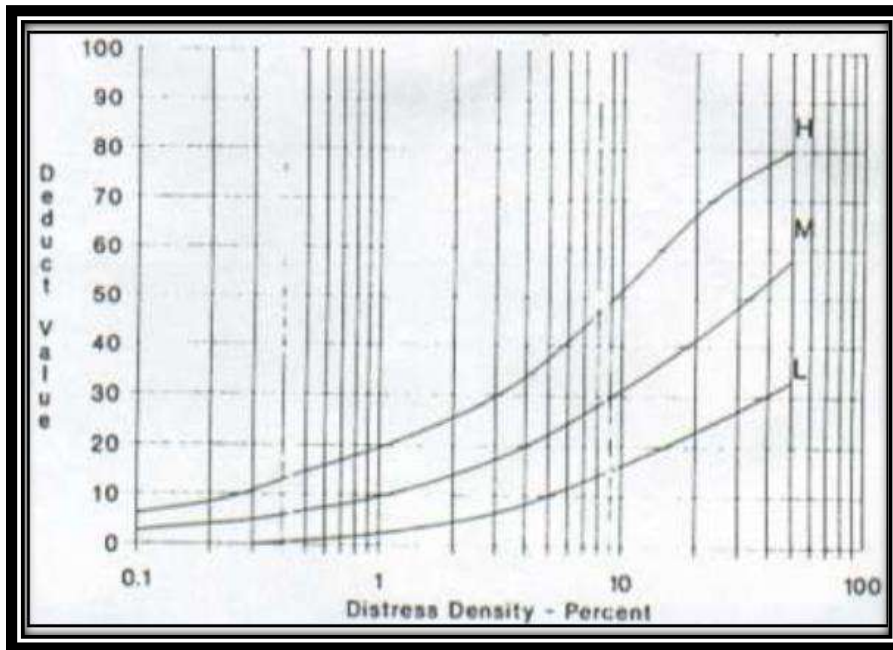
9. Desnivel carril – berma



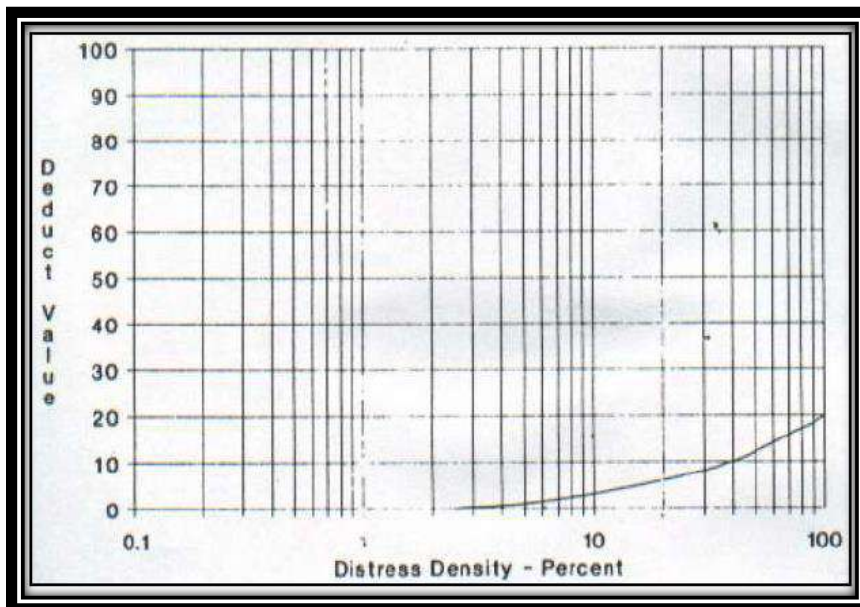
10. Fisuras longitudinales y transversales



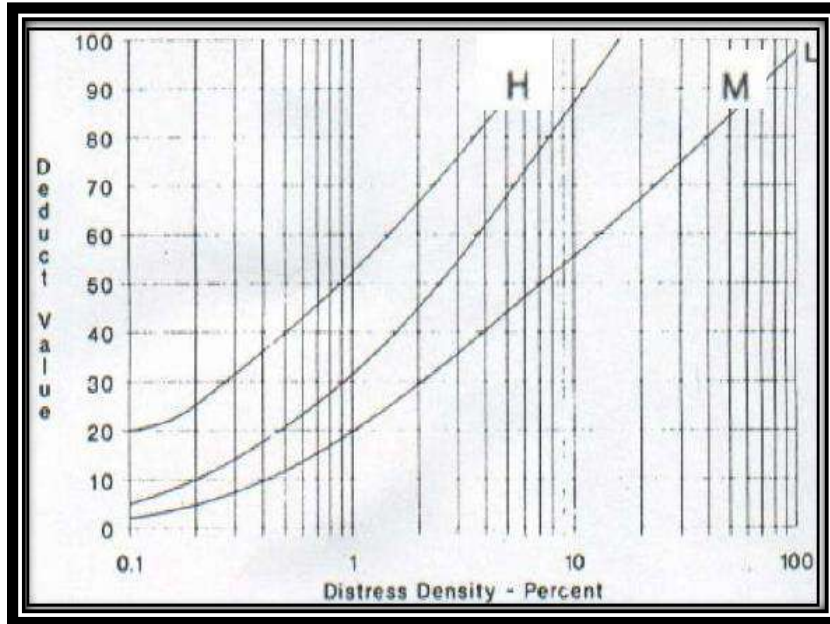
11. Parches y parches de corte utilitario



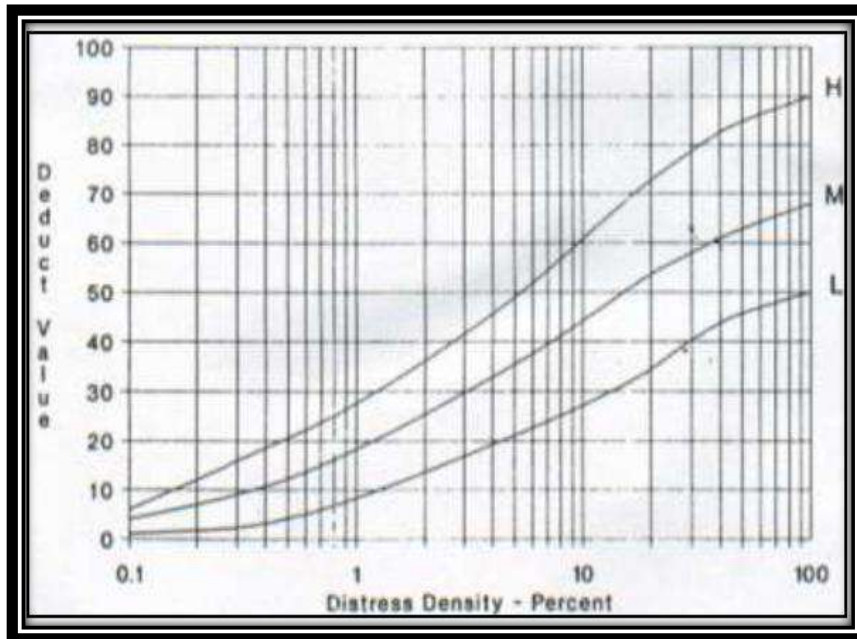
12. Agregado pulido



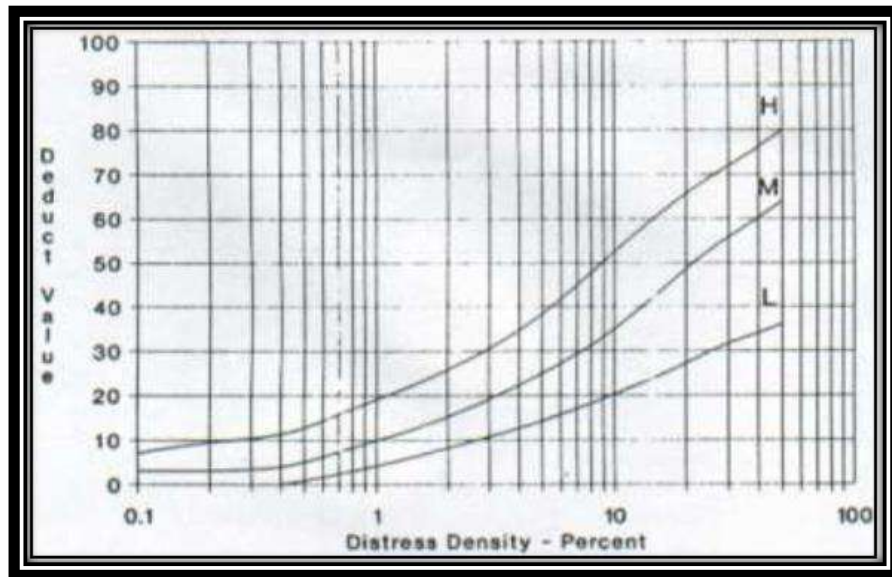
13. Baches o huecos



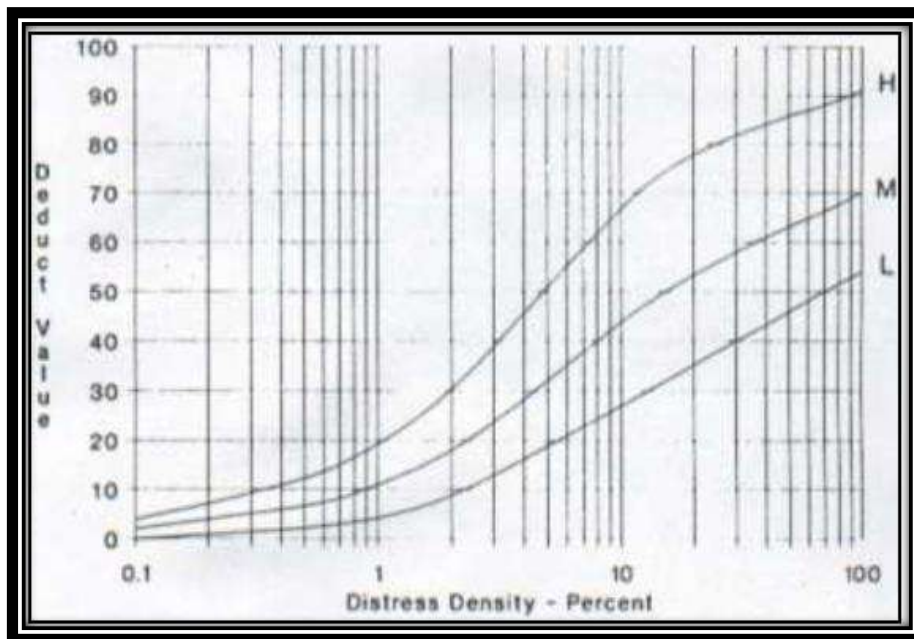
14. Ahuellamiento



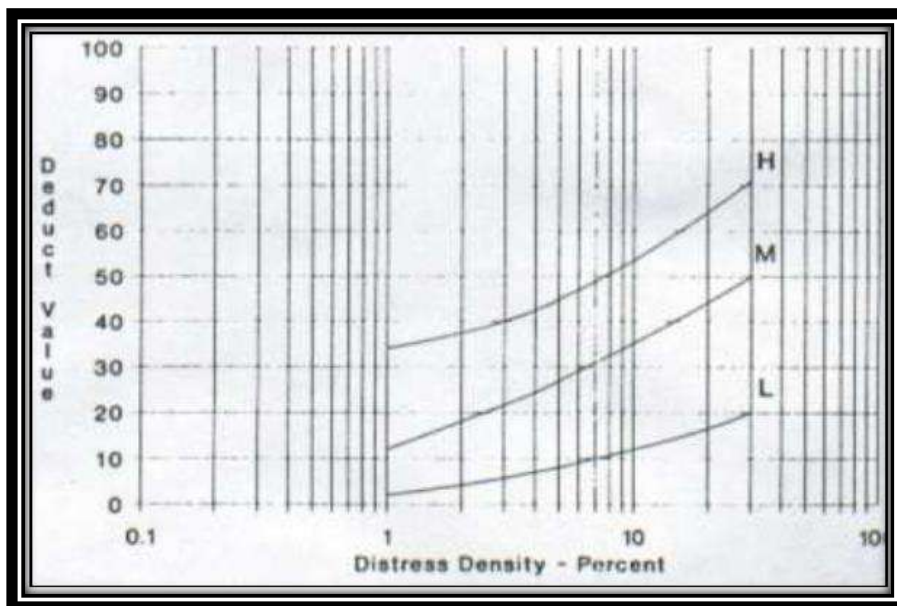
15. Desplazamiento



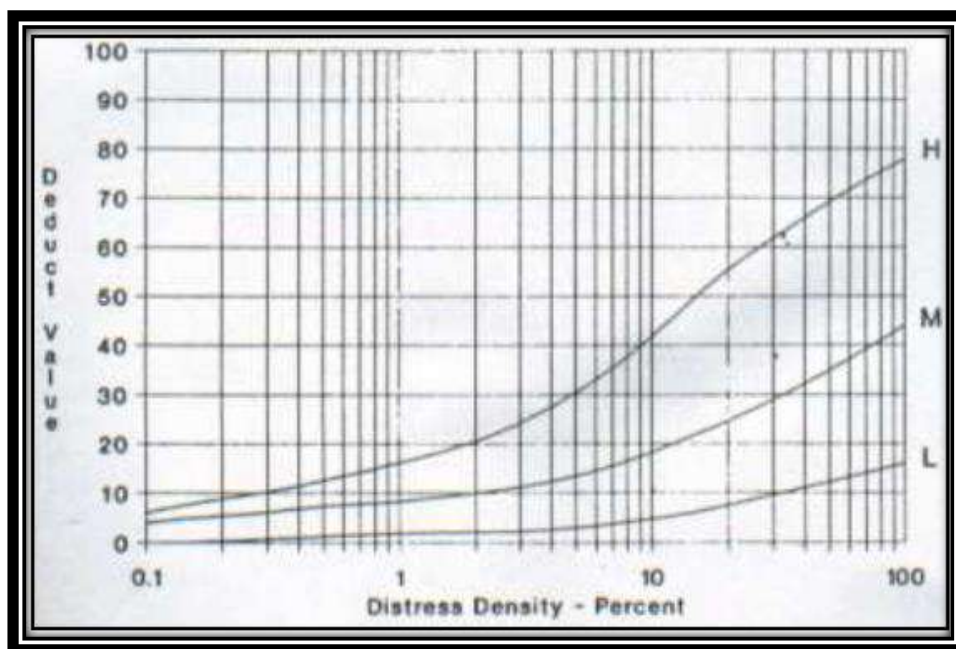
16. Fisura parabólica



17. Hinchamiento



18. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados



ANEXO N° 2 FOTOGRAFIA DE FALLAS

1. Agregado pulido



De media severidad

2. Desnivel carril berma



De media severidad

3. Fisura en bloque



Baja severidad

4. Fisura longitudinal



De severidad media

5. baches



De severidad alta

6. Fisura en borde



De alta severidad

7. Hundimiento



Media severidad

8. Parche de corte utilitario



De baja severidad

9. Peladura



De severidad media

ANEXO N° 3 HOJAS DE REGISTRO

Anexo A-1. Hoja de registro de la unidad de muestra U-1

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
H= Alto									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U1</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de						
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento	agregados						
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3L	0.85	0.35	1.35	2.27	0.36		5.18	2.25	1.7
7M	4.80	3.40	3.75	3.15	2.25	1.80	19.15	8.33	12.8
10L	1.50	3.00	3.40				7.90	3.44	2.60
11L	2.50	2.00					4.50	1.96	4.30
15L	2.60	3.25	3.25				9.10	3.96	12.90
18L	0.35	0.45					0.80	0.35	1.00
18M	3.85	3.25	5.10	2.80			15	6.53	15.1

Anexo A-2. Hoja de registro de la unidad de muestra U-2

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U2</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de			
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento		agregados			
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
7M	5	4.45	5.55	4.15		19.15	8.33	12.8	
10L	2.35	2.65	2			7	3.05	2	
11L	0.25	0.75				1	0.44	1.1	
15L	4.7	5.5	4.2	5.1		19.5	8.49	19.4	
18L	1.45	1.5	1.55			4.50	1.96	2.3	

Anexo A-3. Hoja de registro de la unidad de muestra U-3

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U3</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	3.6	7.6	1.5			12.7	5.53	5.4	
4L	2.4	3.6				6	2.61	7.5	
7H	8.8	7.35	3			19.15	8.33	20.5	
11L	1.5	0.25	1.25			3	1.31	2.9	
15L	7.6	6.4				14	6.09	16.6	
18L	1	0.8	0.6			2.4	1.04	2.0	

Anexo A-4. Hoja de registro de la unidad de muestra U-4

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U4</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de			
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento		agregados			
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1M	0.45	0.75				1.2	0.52	15.6	
3L	2.4	3.25				5.65	2.46	2.1	
7H	5.5	4.2	5.8	3.65		19.15	8.33	20.5	
10L	4.8	6.45				11.25	4.90	4.2	
11L	3	1.8	2	1.8		8.6	3.74	8.2	
15L	4.3	8	7.6	4.1		24	10.44	21.2	
18L	0.7	1.2	0.6			2.5	1.09	2.0	

Anexo A-5. Hoja de registro de la unidad de muestra U-5

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U5</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica		
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento				
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales			15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	3.15	1.45	0.85			5.45	2.37	1.9	
3M	2.4	3.75				6.15	2.68	7.5	
4L	1.8					1.8	0.78	3.1	
7H	7.4	8.5	3.25			19.15	8.33	20.5	
11L	3	2.4	8	6.25		19.65	8.55	15.2	
11M	2.4	3.6				6	2.61	16.3	

Anexo A-6. Hoja de registro de la unidad de muestra U-6

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U6</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1H	4.5	3.25	1				8.75	3.81	48.7
3L	1.6	2.3	2.1				6.00	2.61	2.3
3M	3.6	6	12	7.2	1.8	2.25	32.85	14.30	19.0
11L	9.4	8.6	10				28.00	12.18	18.8
11M	3	1.5	7				11.50	5.00	22.5
11H	3						3.00	1.31	21.7
13H	0.32	0.20	0.18	0.23	0.41		1.32	0.58	41.7

Anexo A-7. Hoja de registro de la unidad de muestra U-7

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U7</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica		
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido		17. Hinchamiento		
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados		
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento				
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales			15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3L	2.5	1.9	1.6			6	2.61	2.3	
3M	1.25	1.45	3.6			6.3	2.74	7.7	
6M	4	8				12	5.22	19.0	
10M	5					5	2.18	5.1	
11L	20.45	10.2	1.44			32.09	13.96	20.1	
13L	0.5	0.95				1.45	0.63	13.3	
13M	0.25	0.825	0.154			1.23	0.53	22.2	

Anexo A-8. Hoja de registro de la unidad de muestra U-8

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U8</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabolica				
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido			17. Hinchamiento				
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches			18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados				
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
4L	0.9	1.3	0.8			3	1.31	4.8	
10L	4	6				10	4.35	3.7	
11L	6	8.2	6.8	9.6		30.6	13.32	19.7	
18L	1.4	2.6				4	1.74	2.3	

Anexo A-9. Hoja de registro de la unidad de muestra U-9

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U9</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3L	4.85	3.125				7.975	3.47	3.50	
10L	2.2	1.8	3			7	3.05	2.00	
11M	10	11.8	8.8			30.6	13.32	35.10	
13L	0.375					0.38	0.16	4.70	
18L	3.35	2.85	2.8			9	3.92	3.00	

Anexo A-10. Hoja de registro de la unidad de muestra U-10

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U10</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
10M	1.85	1.5	2.65			6	2.61	6	
11M	11.85	9.95	8.84			30.64	13.33	35.1	
13L	0.55	0.12	0.16	0.1	0.24	1.17	0.51	11.1	
18L	1.5					1.5	0.65	1.7	

Anexo A-11 Hoja de registro de la unidad de muestra U-11

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U11</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabólica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11M	22.54	8.1				30.64	13.33	35.1	
11H	3.55	4.65	3.8			12	5.22	38.9	
13L	0.5					0.5	0.22	5.7	
13H	0.25					0.25	0.11	20.6	
18M	5.25	3.75	3.6			12.6	5.48	14	

Anexo A-12. Hoja de registro de la unidad de muestra U-12

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>1</u>		Unidad de muestra: <u>U12</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4L	1.8	2.55	1.65			6	2.61	7.5	
4M	1.8					1.8	0.78	11	
11M	1.8	6.25	3.6	10.8		22.45	9.77	31.2	
13M	2.7	3				5.7	2.48	50	

Anexo A-13 Hoja de registro de la unidad de muestra U-13

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U13</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de						
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento	agregados						
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.35	0.45	0.4			1.2	0.52	6.3	
11L	1.65	1.95	2.15	1.45		7.2	3.13	6.9	
11M	0.25	0.4	0.55			1.2	0.52	6.9	
13L	0.25	0.15	0.65			1.05	0.46	10.1	

Anexo A-14. Hoja de registro de la unidad de muestra U-14

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U14</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios				16. Fisura parabolica			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido				17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches				18. Peladura por intem. y			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento				desprendimiento de			
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento				agregados			
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4L	0.9	0.55					1.45	0.63	2.4
11L	1.15	2.35	0.95				4.45	1.94	4.3
13L	0.25	0.3	0.4				0.95	0.41	9.3
18L	0.15	7.85	9.65				17.65	7.68	4.2
18M	0.24						0.24	0.10	4.5

Anexo A-15. Hoja de registro de la unidad de muestra U-15

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>			Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U15</u>				
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>			Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento	desprendimiento de						
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento	agregados						
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	1.5	0.95	2.1	0.85		5.4	2.35	1.9	
4L	0.95	0.65				1.6	0.70	2.7	
11L	0.8	0.95	1.15	0.7		3.6	1.57	3.5	
15M	1.2	2				3.2	1.39	12.8	

Anexo A-16. Hoja de registro de la unidad de muestra U-16

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto				
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U16</u>					
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>					
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica	2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento	3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento		5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO		
3L	1.45	2.65	0.9				5	2.18	1.6		
11L	0.55	0.7	0.35				1.6	0.70	1.6		
11M	0.75	0.69					1.44	0.63	7.7		
13H	0.25						0.25	0.11	20.6		

Anexo A-17. Hoja de registro de la unidad de muestra U-17

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>			Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U17</u>				
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>			Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>				
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
4M	0.65	0.85					1.5	0.65	9.8
11L	1.15	0.65	1.2	0.6			3.6	1.57	3.5
13M	0.36						0.36	0.16	7.6
18L	0.75	0.45	0.3				1.5	0.65	1.7

Anexo A-18. Hoja de registro de la unidad de muestra U-18

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U18</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios				16. Fisura parabolica			
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido				17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches				18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
10L	2.4	10.6	1.35			14.35	6.24	5.3	
11L	2.1	1.5	1			4.6	2.00	4.4	
11M	1.8	1.2				3	1.31	11.6	
13M	0.65					0.65	0.28	12.7	

Anexo A-19. Hoja de registro de la unidad de muestra U-19

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U19</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabolica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	0.78	1.624	0.695	1.84	0.235	5.174	2.25	1.7	
6L	0.65	0.78	0.15			1.58	0.69	4	
11M	0.89	1.25				2.14	0.93	10	
12L	4.65	3.89				8.54	3.72	0.2	

Anexo A-20. Hoja de registro de la unidad de muestra U-20

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U20</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1L	0.35	0.157	0.265			0.772	0.34	4.9	
3L	0.58	0.94	1.64	2.36		5.52	2.40	2	
11L	0.35	0.964				1.314	0.57	1.4	
11M	2.124	0.326	1.157			3.607	1.57	12.7	
13L	0.65	0.82				1.47	0.64	13.5	

Anexo A-21. Hoja de registro de la unidad de muestra U-21

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U21</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo	6. Depresión	11. Parches y parches de cortes utilitarios	16. Fisura parabólica						
2. Exudación	7. Fisura de borde	12. Agregado pulido	17. Hinchamiento						
3. Fisuras en bloque	8. Fisura de reflexión de junta	13. Baches	18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados						
4. Abultamientos y hundimientos	9. Desnivel carril-berma	14. Ahuellamiento							
5. Corrugación	10. Fisuras long. y transversales	15. Desplazamiento							
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	4.35	2.15				6.5	2.83	2.7	
11M	3.24	0.95	1.15			5.34	2.32	15.4	
13L	1.2	0.35				1.55	0.67	14.1	
14L	3.45	1.68	2.48			7.61	3.31	17.8	

Anexo A-22. Hoja de registro de la unidad de muestra U-22

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U22</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión			11. Parches y parches de cortes utilitarios			16. Fisura parabólica	
2. Exudación		7. Fisura de borde			12. Agregado pulido			17. Hinchamiento	
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta			13. Baches			18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados	
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma			14. Ahuellamiento				
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales			15. Desplazamiento				
FALLA	CANTIDAD						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
7L	1.45	4.25				5.7	2.48	3.3	
10L	13.9	12.7	0.9	0.4		27.9	12.14	9.3	
11M	1.2	0.24				1.44	0.63	7.7	
14L	0.123	0.57	4.55			5.243	2.28	15.4	
16L	0.154	0.214				0.368	0.16	0.4	

Anexo A-23. Hoja de registro de la unidad de muestra U-23

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U23</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento		desprendimiento de			
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento		agregados			
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
6L	15	0.75	2.05			17.8	7.75	13.1	
6M	4.5	3.65				8.15	3.55	15.4	
10L	2.256	1.1	3.256			6.612	2.88	1.8	
10M	3.3	4.26				7.56	3.29	7.6	
11L	0.0232	0.44	2.425			2.8882	1.26	2.8	
11M	0.5	0.15				0.65	0.28	5.1	

Anexo A-24. Hoja de registro de la unidad de muestra U-24

METODO PCI						Nivel de Severidad:			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						L= Bajo			
HOJA DE REGISTRO						M= Medio			
HOJA DE REGISTRO						H= Alto			
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>			Sección: <u>2</u>			Unidad de muestra: <u>U24</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>			Fecha: <u>06/10/2016</u>			Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	1.2	2.09	0.17	3.15		6.61	2.88	2.7	
6L	1	1.534				2.534	1.10	4.2	
11L	9.18					9.18	3.99	8.7	
17L	2.45	1.9	0.9			5.25	2.28	38.9	

Anexo A-25. Hoja de registro de la unidad de muestra U-25

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>			Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U25</u>				
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>			Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>				
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
6L	0.454	0.216				0.67	0.29	3.9	
6M	1.8					1.8	0.78	8.2	
10L	4.15	2.35	1.3	0.7		8.5	3.70	2.9	
11L	3.025	1.851				4.876	2.12	4.7	
14L	0.11	0.592				0.702	0.31	2.8	

Anexo A-26. Hoja de registro de la unidad de muestra U-26

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U26</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
6L	11	1.5				12.5	5.44	10	
7L	3.6	2.25				5.85	2.55	3.3	
10L	2.4	0.18	3.15			5.73	2.49	1.1	
10M	5.42	1.23	3.55			10.2	4.44	10.2	
11L	2.51	4.25	3			9.76	4.25	8.2	

Anexo A-27. Hoja de registro de la unidad de muestra U-27

METODO PCI							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la vía: <u>Av. Julian Arce - Av. San Ignacio</u>				Sección: <u>2</u>		Unidad de muestra: <u>U27</u>			
Ejecutor: <u>Nelson Evedaldo Avila Carrion</u>				Fecha: <u>06/10/2016</u>		Área: <u>229.8</u>			
1. Piel de cocodrilo		6. Depresión		11. Parches y parches de cortes utilitarios		16. Fisura parabolica			
2. Exudación		7. Fisura de borde		12. Agregado pulido		17. Hinchamiento			
3. Fisuras en bloque		8. Fisura de reflexión de junta		13. Baches		18. Peladura por intem. y desprendimiento de agregados			
4. Abultamientos y hundimientos		9. Desnivel carril-berma		14. Ahuellamiento					
5. Corrugación		10. Fisuras long. y transversales		15. Desplazamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3L	2.25	1.16	4.27			7.68	3.34	3.3	
6L	12.6					12.6	5.48	10.1	
11L	2.25	1.29				3.54	1.54	3.4	
11H	1.502	5.24				6.742	2.93	30.5	
13L	0.356	0.542	0.15	0.266		1.314	0.57	12.2	

ANEXO N° 4 PLANO DE UBICACION



PLANO DE SITUACION



PLANO DE UBICACION

“ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. JULIAN ARCE CUADRAS 1 – 4 Y AV. LA MERCED CUADRAS 2-7 DEL DISTRITO DE LAREDO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO, 2016”

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO		
Facultad de Ingeniería Civil		
Bach. Avila Carrion Nelson Evedaldo		
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION		
UBICACION:		Fecha:
DISTRITO : LAREDO	PROVINCIA : TRUJILLO	24/10/2016
REGION : LA LIBERTAD		U-1