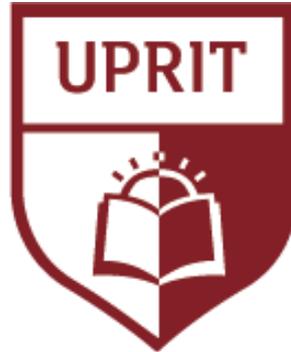


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CON EL
METODO DEL INDICE DE CONDICION PCI EN LA AVENIDA
HONORIO DELGADO, PROVINCIA Y DISTRITO DE TRUJILLO,
LA LIBERTAD, 2020**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Roque Sucasaca, Edgar

Roque Sucasaca, Raul

ASESOR:

ING. DURAND BAZAN, ENRIQUE

TRUJILLO – PERÚ

APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis denominada:

**EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO CON EL METODO DEL
INDICE DE CONDICION PCI EN LA AVENIDA HONORIO DELGADO,
PROVINCIA Y DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020**

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

PRESIDENTE

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

Ing. Nombres y Apellidos

JURADO

DEDICATORIA.

A Dios, por darnos vida y salud, y todo lo que nos da en el día a día.

A nuestra familia, por estar a nuestro lado como apoyo sincero

Bach. Roque Sucasaca, Edgar

Bach. Roque Sucasaca, Raul

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por darnos todo lo que tenemos y por su infinito amor

A nuestra familia, por su apoyo constante Y por enseñarnos a luchar por nuestras metas.

A nuestro asesor por el tiempo dedicado a lograr mis expectativas en la presente tesis.

Bach. Roque Sucasaca, Edgar

Bach. Roque Sucasaca, Raul

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad de problemática	1
1.2. Formulación del problema	9
1.3. Justificación.....	9
1.4. Objetivos de investigación:	14
1.5 Antecedentes	15
1.6 Bases Teóricas.....	17
1.7 Definición de Términos Básicos.....	31
1.8 Hipótesis	47
CAPITULO II	48
MATERIALES Y MÉTODOS	48
2.1 Materiales.....	48
2.2 Material de Estudio.....	49
2.2.1 Población	49
2.2.2 Muestra	49
2.3 Técnicas Procedimientos e Instrumentos.....	50
3.3. Para recolectar Datos	50
3.4 Para procesar Datos.....	51
2.4 Operacionalización de Variables	52
CAPITULO III	56
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
3.1 Descripción preliminar del estado del pavimento.....	56
3.2 Resultados de la Evaluación Superficial	87
3.3 Resultados de la Condición del Pavimento según PCI.....	88
3.4 Plan de Mantenimiento.....	89



CAPITULO IV.....	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
4.1 Conclusiones.....	91
4.2 Recomendaciones.....	92
Referencias Bibliográficas	93
Anexos.....	96
Anexo N° 1: Instrumentos de recolección de datos.....	96
Anexo N° 2: Panel fotográfico calicata N° 01	101
Anexo N° 3: Ábacos de Cálculos del PCI	114

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Sección típica de un pavimento	19
Fig. 2	Ciclo de Vida de los pavimentos.	24
Fig. 3	Fisuras Piel de Cocodrilo	34
Fig. 4	Fisuras en Bloqueo	34
Fig. 5	Fisuras en Arco.....	34
Fig. 6	Fisuras longitudinal y transversal	34
Fig. 7	Fisuras de bordes	34
Fig. 8	Fisuras de Reflexion de Juntas.....	34
Fig. 9	ahuellamiento	34
Fig. 10	Corrugación	34
Fig. 11	Surcos	34
Fig. 12	Inchamientos	34
Fig. 13	Hundimientos.....	34
Fig. 14	Baches.....	34
Fig. 15	Desgaste Natrual	34
Fig. 16	Exudación	34
Fig. 17	Fisuras en Arco.....	34
Fig.18	Afloamiento de Finos	34
Fig. 19	Afloramiento de Agua	34
Fig. 20	Niveles de Clasificación del Pavimento.....	34
Fig. 21	Curvas para hallar el valor deducido corregido	51
Fig. 22	Curvas para hallar el valor deducido corregido	51
Fig. 23	Curvas para hallar el valor deducido corregido	51
Fig. 24	Avenida Honorio Delgado	51
Fig. 25	Diseño de la investigación	48
Fig. 26	Porcentaje de pavimento con la calificación bueno, malo, etc.	86
Fig. 27	Porcentaje de pavimento con la calificación bueno, malo, etc.	86

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Fallas según pCI	18
Tabla 2	Significado del Valor Según PCI.....	27
Tabla 3	Longitud de unidades de Muestreo.....	28
Tabla 4	Operacionalización de las Variables.....	30
Tabla 5	Numero de Fallas según PCI.....	35
Tabla 6	Hoja de Registro UM1	36
Tabla 7	Hoja de Registro UM2	37
Tabla 8	Hoja de Registro UM3	40
Tabla 9	Hoja de Registro UM4	40
Tabla 10	Hoja de Registro UM5	40
Tabla 11	Hoja de Registro UM6	40
Tabla 12	Hoja de Registro UM7	40
Tabla 13	Hoja de Registro UM8	41
Tabla 14	Hoja de Registro UM9	41
Tabla 15	Hoja de Registro UM10.....	45
Tabla 16	Hoja de Registro UM11	49
Tabla 17	Hoja de Registro UM12.....	63
Tabla 18	Hoja de Registro UM13.....	64
Tabla 19	Hoja de Registro UM14	65
Tabla 20	Hoja de Registro UM15.....	66
Tabla 37	Resumen Calificación PCI.....	67

RESUMEN.

La presente tesis se realizó en la Universidad Privada de Trujillo, tuvo como objetivo realizar la evaluación superficial del pavimento con el método del Índice de Condición del pavimento PCI en la Avenida 9 de Octubre, Provincia y Distrito de Trujillo, Región la Libertad. Para el desarrollo de la tesis se utilizó un diseño no experimental, descriptivo y transversal, el muestreo fue no probabilístico por conveniencia; para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación estructurada y el instrumento usado fue la guía de observación de fallas definida en el método del PCI. Posteriormente, para el análisis de la información se utilizó el método de la estadística descriptiva y como técnica el histograma de frecuencias. El mal estado en que se encuentran las calles de diferentes sectores de la ciudad de Trujillo, mostrando ahuellamientos, baches, y desniveles, aunado a un creciente número de vehículos livianos y pesados hace necesario plantearse medidas para formular el mantenimiento de las vías. Más aun cuando en Trujillo y en toda la Región Norte del Perú el año 2017 se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones extraordinarias y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida Honorio Delgado, Provincia y Distrito de Trujillo. Como resultados se obtuvieron un valor de PCI = 47 que de acuerdo con las escalas que nos brinda el PCI se encuentra en un estado BUENO. Se identificó que las fallas más comunes en el pavimento estudiado son grietas piel de cocodrilo grietas longitudinales y transversales, grietas de borde y desprendimiento superficial de agregados. Se determinó que el pavimento de la Avenida Honorio Delgado presenta el nivel de severidad malo del 21 % de las unidades de muestreo, pero tienen un estado de pavimento bueno (PCI entre 55 Y 70) el 33 % del pavimento. Asimismo, se encuentra en un estado muy bueno (PCI entre 70 y 85) el 4 % del pavimento, mientras que está en un estado Muy malo (PCI entre 25 y 40) el 9 % del pavimento. Finalmente se encontró que tiene un estado regular (PCI entre 40 y 55) el 33 % del pavimento.

Palabras clave: Evaluación de pavimento, PCI.

ABSTRACT.

The present thesis was carried out at the Private University of Trujillo, its objective was to carry out the surface evaluation of the pavement with the method of the PCI pavement Condition Index on Avenida 9 de Octubre, Province and District of Trujillo, La Libertad Region. For the development of the thesis, a non-experimental, descriptive and cross-sectional design was used, the sampling was non-probabilistic for convenience; For data collection, the structured observation technique was used and the instrument used was the fault observation guide defined in the PCI method. Subsequently, for the analysis of the information, the descriptive statistics method was used and the frequency histogram as a technique. The poor condition of the streets in different sectors of the city of Trujillo, showing rutting, potholes, and unevenness, coupled with a growing number of light and heavy vehicles, makes it necessary to consider measures to formulate road maintenance. Even more so when in Trujillo and throughout the Northern Region of Peru in 2017 a weather phenomenon known as Niño Costero was experienced, which caused extraordinary rainfall and water runoff that affected urban roads in general and Honorio Delgado Avenue in particular, Province and District of Trujillo. As results, a PCI value = 47 was obtained, which according to the scales provided by the PCI is in a GOOD state. It was identified that the most common faults in the pavement studied are crocodile skin cracks, longitudinal and transverse cracks, edge cracks and surface detachment of aggregates. It was determined that the pavement of the HOnorio Delgado Avenue presents a bad severity level of 21% of the sampling units, but 33% of the pavement have a good pavement condition (PCI between 55 and 70). Likewise, 4% of the pavement is in a very good condition (PCI between 70 and 85), while 9% of the pavement is in a very bad condition (PCI between 25 and 40). Finally, it was found that 33% of the pavement has a regular state (PCI between 40 and 55).

Keywords: Pavement evaluation, PCI.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad problemática.

En los países de Latinoamericanos en general, como por ejemplo Colombia, al día de hoy el estado de las vías nacionales ya sean primarias secundarias o terciarias no se encuentran en el rango de competitividad que estas ameritan, a pesar que las vías y carreteras son reconocidas como el principal medio de comunicación entre diferentes lugares tanto en el ámbito nacional como local, por tal motivo su utilización es permanente y necesaria para el desarrollo en varios aspectos (Sierra Diaz & Rivas Quintero, 2016)

La construcción de vías óptimas tiene gran importancia en cualquier situación geográfica, porque facilitan el traslado de los habitantes de las poblaciones cercanas y de ser estos agricultores proporcionan el traslado de sus productos a las diversas ciudades; de esta manera se garantiza el desarrollo socioeconómico del sector, además de ofrecer un mejor acceso a las necesidades básicas. (Macías, 2010)

En el Perú, según diversos datos y autores el crecimiento de la red vial y el mejoramiento del estado de conservación de las carreteras ha sido uno de los factores que ha permitido el crecimiento económico de las diferentes regiones dedicadas a actividades agrícolas o por crecimiento del comercio. Así también, según han podido observar los investigadores el crecimiento en el parque automotor de Trujillo es notable, debido al crecimiento poblacional, aunado al crecimiento económico, originando en algunos casos deterioro de las vías, cuando estos nuevos flujos no están previstos y no se da el mantenimiento adecuado a las vías. (Roque & Roque, 2020)

Según INEI (2019), en los resultados de la revisión de las estimaciones y proyecciones de población 2019, indica que la población del Perú el año 2019 alcanzó los 32 millones 131 mil habitantes, y nuestra población aún continuará creciendo año a año. Así en el año 2021, año del Bicentenario de la Independencia, nuestro país tendrá una población de 33 millones 35 mil habitantes, y se prevé que en el 2030 la población bordeará los 35 millones 792 mil personas. Esta población necesitará más y nuevos servicios; por lo que requiere

transportarse en un número cada vez más creciente de vehículos para realizar actividades económicas o de recreación. Este dato es más crítico si consideramos que a mediados del Siglo XXI la población total estimada del Perú es de 39 millones 363 mil habitantes. (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2019)

En Perú, la red vial del Perú está conformada por vías afirmadas y asfaltadas y las vías pavimentadas muestran deterioro por la falta de mantenimiento ya que estos son los que definen en gran escala la vida útil del pavimento, este mantenimiento es de carácter preventivo y periódico. Es necesario plantear nuevas metodologías de rehabilitación de las vías existentes y el deseo de aumentar y mejorar en calidad la conservación de la red vial a un costo menor, las empresas privadas han experimentado el uso de soluciones económicas de mantenimiento periódico de vías que respondan de buena manera frente a las exigencias de cantidad de flujo vehicular del sector, tipo de clima de la zona, y disponibilidad de materiales. (Choque, 2019).

La necesidad de pavimentar las carreteras surge como resultado del mal estado en que se encuentran, mostrando baches, ahuellamientos, y desniveles, otro factor importante es el tráfico que presentan, ya que muchas de ellas deben soportar vehículos pesados. Más aun cuando en Trujillo y en toda la Región Norte del Perú el año 2017 se vivió un fenómeno climatológico conocido como Niño Costero, el cual originó precipitaciones extraordinarias y escurrimientos de agua que afectaron las vías urbanas en general y en particular la Avenida HOnorio Delgado, Distrito de Trujillo y Provincia de Trujillo. (Roque & Roque, 2020)

La avenida en estudio es un tramo total de aproximadamente 1.1 Kms, entre la Avenida Ricardo Palma y la Avenida Villareal y hemos observado que se presenta un considerable deterioro superficial afectado el tránsito respecto a la velocidad de desplazamiento y el deterioro de los vehículos, presentando incluso profundos baches en algunos sectores, por lo que es importante aplicar alguna técnica estandarizada para evaluar el estado real del pavimento y decidir la necesidad de su mantenimiento.

En esta tesis se utilizará la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI – Pavement Condition Index), que está normado por la ASTM (American Society for Testing and Materials) y que ha sido ejecutado en conjunto con el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos; utilizado para la evaluación de general de la fallas existente sobre la

superficie de pavimento. (AASHTO, 1993). Por tanto, esta investigación proporcionará una base importante para planificar e iniciar las labores de mantenimiento de la avenida.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la evaluación superficial del pavimento con el método del PCI en la Avenida 9 de Octubre, Provincia y Distrito de Trujillo, Región La Libertad, 2020?

1.3 Justificación.

Desde el punto de vista de su relevancia social, la presente investigación se justifica en la necesidad de conocer el diagnóstico de las fallas que tiene la avenida Honorio Delgado en la ciudad de Trujillo. Esta avenida se encuentra en mal estado debido a los fenómenos naturales y aumento del tránsito vehicular, y por ello hasta ahora nuestras autoridades no realizan trabajos de mantenimiento rutinario de los pavimentos lo que afecta al parque automotor, los usuarios de diferentes sectores que cruzan, y los habitantes de la zona. Es por ello que con la presente investigación se puede decidir hacer su mantenimiento preventivo o reestructuración del pavimento, atendiendo una problemática real.

Asimismo, como aporte metodológico la presente tesis puede servir como guía para futuros tesisistas aplicar la metodología del índice de condición del pavimento PCI de manera similar en otros sectores y avenidas de Trujillo, lo que es muy importante para mantener en buen estado las vías urbanas.

Como la limitación de esta investigación podemos mencionar el acceso a información del expediente técnico con el cual se diseñó el pavimento flexible de la avenida Honorio Delgado en estudio.

También otra limitación es el horario en el que la avenida en estudio presente tránsito bajo para realizar la toma de datos y plasmar información de las diferentes fallas encontradas, es por ello que no debe haber mucho tráfico para así evitar incidentes o accidentes durante nuestro proceso de evaluación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General.

Evaluar el estado superficial del pavimento con el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en la Avenida Honorio Delgado, Provincia y Distrito de Trujillo, Región La Libertad, 2020.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- i. Identificar las características del tráfico actual en la avenida Honorio Delgado, Provincia y Distrito de Trujillo, La Libertad, 2020.
- ii. Elaborar el inventario de los diferentes tipos de falla y describir el nivel de severidad para la avenida Honorio Delgado, Provincia y Distrito de Trujillo, La Libertad, 2020.
- iii. Calcular el índice de condición del pavimento PCI para la avenida Honorio Delgado Provincia y Distrito de Trujillo, La Libertad, 2020.
- iv. Proponer las medidas de mantenimiento preventivo y/o correctivo necesarias para la avenida Honorio Delgado, Provincia y Distrito de Trujillo, La Libertad, 2020.

1.5 Antecedentes.

Como antecedente internacional podemos mencionar a Sierra & Rivas (2016) que en su trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Civil denominada Aplicación y Comparación de las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur); tuvo como objetivo utilizar las metodologías de conservación y mantenimiento VIZIR (francés) y PCI (americano) en la estructura del pavimento. Se llevó a cabo una inspección visual reportando daños encontrados en los formatos respectivos de cada metodología para realizar un análisis detallado de la vía al llano que se encuentra en la UPZ Yomasa entre la Dg. 78 Bis Sur con Calle 84 Sur en el kilómetro (00+000) hasta el kilómetro (01+020), la cual está en condiciones óptimas

para la aplicación del proyecto. A través de la comparación de estas metodologías se determinó el estado de la capa de rodadura asfáltica del tramo de vía estudiado, obteniendo información para determinar las ventajas y desventajas de las metodologías aplicadas. Este procedimiento es considerado para la investigación ya que nos sirve para formular procedimiento de recolección y procesamiento de datos y para ampliar mis bases teóricas.

Como antecedentes nacionales podemos mencionar a Alfaro(2018) en su tesis presentada para optar el título de Ingeniero Civil denominada Evaluación del deterioro del pavimento con método del PCI en la Avenida la Cultura Distrito de Laredo, tuvo como objetivo determinar el estado de conservación del pavimento y proponer un mantenimiento rutinario o periódico. Aplica para la evaluación el método del PCI en el estudio y registro de tramos de la calle La Cultura, identificando 12 fallas encontradas en todo el tramo en estudio, los cuales predominan con mayor extensión es la Depresión con 502.77 m² y pulimento de agregados con 563.82 m². Como resultado se obtuvo que la vía en estudio se encuentra en un estado de condición Bueno (Alfaro, 2018). Este procedimiento es considerado para la investigación ya que nos sirve para establecer, las técnicas, herramientas y procedimientos de recolección de la información.

De manera similar, Conza (2016) en tu tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, titulada Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca, tuvo como objetivo determinar las fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI en la AV. Circunvalación tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de la ciudad de Juliaca para proponer alternativas de mantenimiento de la vía a la Municipalidad Provincial, además de ser fuente de información a la comunidad estudiantil universitaria. La información de campo se obtiene aplicando el Método PCI, procedimiento desarrollado por la ASTM como un método de análisis y aplicación (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición de pavimentos en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03). Además se incluyen resultados de conteo vehicular, lavado de asfalto, ensayo Marshall y deflectometría. El estudio adopta un enfoque no experimental, transeccional y descriptivo. Se procesa los datos mediante la aplicación del sistema de gestión de base de datos Evalpav (software) implementada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Finalmente, se concluye que en la Av. Circunvalación Oeste tramo Parque Cholo - Av. Ferrocarril de Juliaca la falla recurrente es el bache, con un nivel de severidad alto (H). Asimismo de las 58 unidades de muestra se tiene un promedio de valor PCI de 46 relacionado a un estado regular. Las fallas se encuentran en zonas localizadas puntualmente, no siendo una constante en todo el tramo de estudio. Por lo que la sugerencia de intervención es en zonas puntuales. Esta investigación nos sirvió para formular nuestro procedimiento de recolección y análisis de la información también, así como para ampliar marco teórico.

Otro caso presenta Córdova (2017) en su tesis presentada para optar el título de Ingeniero Civil denominada Diagnostico situacional del estado de conservación de la pavimentación flexible de la Prolongación Santa tramo canal Mochica y Avenida América utilizando el método Índice de Condición del Pavimento, tuvo como objetivo determinar el diagnóstico del estado de conservación del pavimento flexible de la Prolongación Santa tramo canal Mochica y Av. América de la ciudad de Trujillo utilizando el método Índice de Condición del Pavimento PCI. Aplica para la evaluación también el método del PCI, para ello se realizó el estudio de un área de 230.79 m². Como resultado se obtuvo tres tipos de condiciones del pavimento, el tramo 1 y 2 tienen una condición regular, el tramo una condición 3 malo y el tramo 4 una condición buena en la cual las fallas que más incidencias presentan en el pavimento son las del parcheo, agrietamiento el bloque y piel de cocodrilo (Córdova, 2017). Este antecedente también es considerado para la presente investigación ya que nos ayuda a establecer las técnicas, herramientas y procedimientos de recolección de la información.

Finalmente, Cantuarias & Watanabe (2017) en su tesis presentada para optar el título de Ingeniero Civil denominada Aplicación Del Método Pci Para La Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible De La Avenida Camino Real De La Urbanización La Rinconada Del Distrito De Trujillo, tuvo como objetivo obtener un indicador que permita precisar la degradación o condición del pavimento flexible, esto se obtiene realizando la Aplicación del Método PCI para la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible, con la finalidad de solicitar su intervención oportuna, seleccionando la técnica más adecuada de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción al estado del pavimento flexible. Luego de realizar una entrevista al Subgerente de Supervisión y Liquidación de Obras de la Municipalidad Provincial de Trujillo, determinaron que las vías no han sido

evaluadas antes de ser intervenidas bajo una metodología o procedimiento; esto nos permite realizar la evaluación superficial del pavimento flexible, para obtener su índice de condición con la aplicación de la metodología PCI. Al realizar el estudio de tráfico respectivo determinaron que la carga de tráfico vehicular se ha incrementado por lo tanto al no encontrarse dentro del rango del estudio de tráfico del expediente técnico, se llega a determinar que es causal del deterioro prematuro del pavimento flexible en estudio. Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Camino Real es "EXCELENTE" con un PCI de 87.5. Esta investigación también nos sirvió para formular procedimientos de recolección y análisis de datos.

1.6 Bases Teóricas.

1.6.1 Pavimento

Juárez Y Rodríguez (2005) define pavimentos como "capa o conjunto de capas comprendida (s) entre la subrasante y la superficie de rodamiento de una obra vial, cuya finalidad es proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, resistente al tránsito de los vehículos, el intemperismo producido por los agentes naturales y a cualquier otro agente perjudicial. Como función estructural un pavimento tiene la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de modo que esta no se deforme de manera perjudicial". (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)

El (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) indica lo siguiente: El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por las siguientes capas: base, sub base y capa de rodadura. (p. 21).

1.6.2 Clasificación de los Pavimentos

a) Pavimento Asfáltico

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) en el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos se indica: El pavimento flexible es una estructura compuesta por capas granulares (sub-base, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micropavimentos, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente. (p. 30).

b) Pavimento Hidráulico

(Montejo, 2002) Dice son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina sub base del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante. La capacidad estructural de un pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. (p. 14).

c) Pavimento Semirrígido

(Montejo, 2002) Dice aunque este tipo de pavimentos guarda básicamente la misma estructura de un pavimento flexible, una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento, cal y químicos. El empleo de estos aditivos tiene la finalidad básica de corregir o modificar las propiedades mecánicas de los materiales locales que no son aptos para la construcción de las capas del pavimento, teniendo en cuenta que los adecuados se encuentran a distancias tales que encarecerían notablemente los costos de construcción. (p. 14).

1.6.3 Clasificación de VÍAS URBANAS

Las vías urbanas son el espacio destinado al tránsito de vehículos y/o personas que se encuentra dentro del límite urbano. Según la función que prestan se clasifican en:

- Vías Expresas;
- Vías Arteriales;
- Vías Colectoras; y
- Vías Locales.

a. Vías Expresas

Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez alta. Unen zonas de elevada generación de tráfico, transportando grandes volúmenes de vehículos livianos, con circulación a alta velocidad y limitadas condiciones de accesibilidad. Eventualmente, el transporte colectivo de pasajeros se hará mediante buses en carriles segregados con paraderos en los intercambios. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercancías ni el tránsito de peatones. En Trujillo se considera vía expresa la vía de evitamiento que une la vía panamericana de norte a sur.

b. Vías Arteriales

Son vías que permiten conexiones interurbanas con fluidez media, limitada accesibilidad y relativa integración con el uso de las áreas colindantes. Son vías que deben integrarse con el sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. En su recorrido no es permitida la descarga de mercancías. Se usan para todo tipo de tránsito vehicular. Es deseable que en estas vías el transporte público de pasajeros se haga mediante buses en vías exclusivas o carriles segregados con paraderos e intercambios. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

c. Vías Colectoras

Son aquellas vías que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales, dando servicio tanto al tránsito vehicular, como acceso hacia las propiedades adyacentes. El flujo

de tránsito es interrumpido frecuentemente por intersecciones semaforizadas, cuando empalman con vías arteriales y con controles simples con señalización horizontal y vertical, cuando empalman con vías locales. El estacionamiento de vehículos se realiza en áreas adyacentes, destinadas especialmente a este objetivo. Se usan para todo tipo de vehículo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

d. Vías Locales

Son aquellas vías que tienen por objeto el acceso directo a las áreas residenciales, comerciales e industriales y circulación dentro de ellas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC, 2018)

1.6.4 Estructura del Pavimento Flexible

Para (Montejo, 2002) analiza la estructura de un pavimento asfáltico de acuerdo a los siguientes componentes:

1.6.4.1 Sub base granular

Función económica: Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igualo menor que su propia resistencia, puede ser construido con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad la cual es frecuentemente la más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y no obstante, resultar más económica.

a) Capa de transición: La sub base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.

b) Disminución de las deformaciones: Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorberse con la capa subbase,

impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.

- c) Resistencia: La subbase debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado a la subrasante.
- d) Drenaje: En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

1.6.4.2 Base granular

- a) Resistencia: La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la subbase ya la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.
- b) Drenaje: En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

1.6.4.3 Carpeta

- a) Superficie de rodamiento: La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito.
- b) Impermeabilidad: Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.
- c) Resistencia: Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

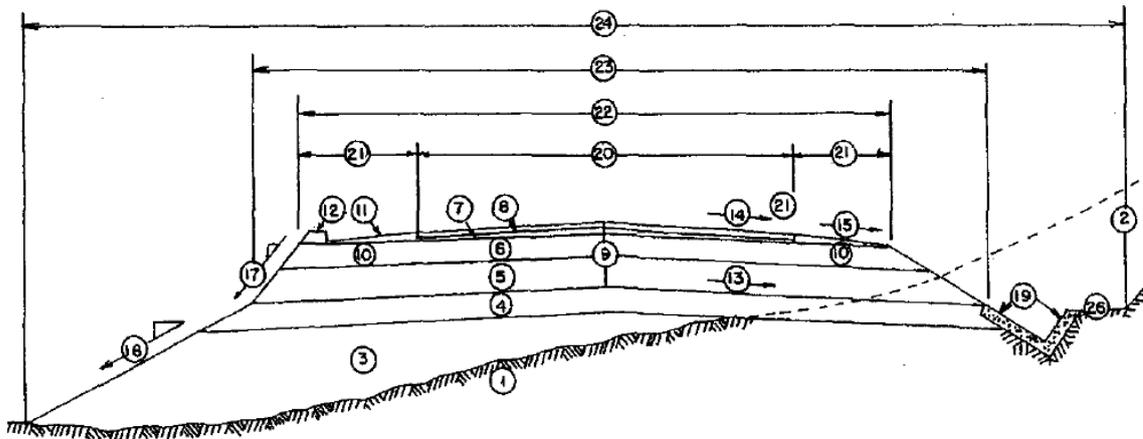


Fig. 1 Sección típica de un pavimento.

Fuente: Tomado de Montejo (2002).

1. Terreno natural 2. Excavación o corte 3. Terraplén 4. Sub rasante 5. Sub base 6. Base 7. Base asfáltica 8. Capa de rodadura 9. Estructura del pavimento 10. Berma 11. Capa de protección de la berma 12. Bordillo 13. Pendiente transversal (Sub rasante) 14. Pendiente transversal (Calzada). 15. Pendiente transversal (Berma) 16. Talud del terraplén 17. Talud del pavimento 18. Talud de corte 19. Taludes de cuneta 20. Ancho de calzada 21. Ancho de berma 22. Ancho de corona 23. Ancho de sub rasante 24. Ancho útil de explanación.

1.6.4. Ciclo de vida de los pavimentos

Según Martínez (2015), van tomando mucha importancia las tareas de conservación y rehabilitación de pavimentos, porque estos se deterioran con el paso del tiempo y con el tránsito. Una adecuada administración de pavimentos garantiza la preservación de la inversión inicial de manera de prolongar la vida del pavimento. Entonces es muy importante hacer permanente la conservación y el mejoramiento de la red vial para las

autoridades locales y también para la sociedad en general, para contribuir al crecimiento y desarrollo de las diferentes localidades del país, generando un ahorro en el costo de transporte y este a su vez debe ir unido a un Sistema de Gestión del Mantenimiento Vial se logra optimizar los recursos que se gastan para este tipo de proyectos e incrementar las vías pavimentadas (Martínez, 2015). A continuación se muestra un cuadro que describe el Ciclo de Vida del pavimento y la calidad de la superficie.

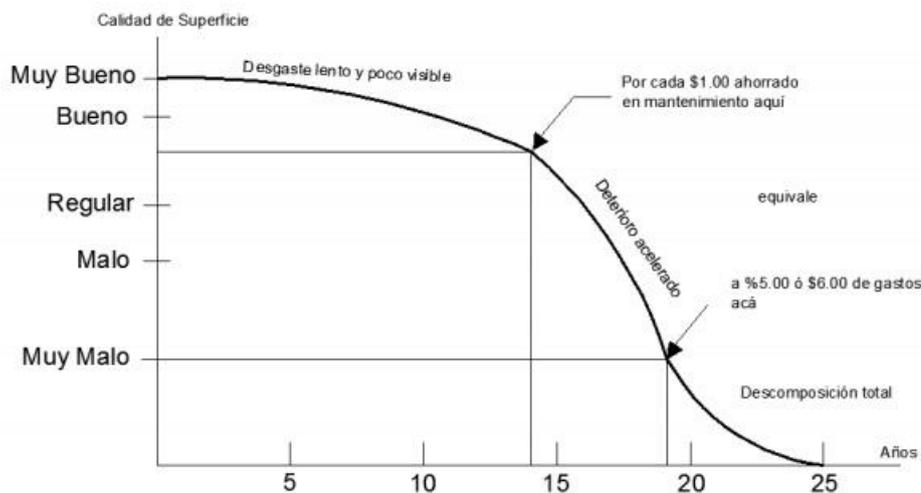


Figura 2. Ciclo de vida de los pavimentos

Fuente: Naciones Unidas.1994

1.6.5 Fallas en pavimentos

Rubio (2012) nos dice que durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodaje, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

- Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
- Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento

original.

- Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
- Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
- Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

1.6.6 Tipos de Fallas en Pavimentos

Las fallas en el pavimento se pueden clasificar según su origen de la siguiente manera:

- Fallas funcionales (superficiales): Cuando el defecto se presenta o circunscribe a la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural. (Rubio ,2012)
- Fallas estructurales: Cuando tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, las cuales están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo de fundación de pavimento lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible. En estos casos la corrección de las fallas va dirigida al refuerzo de la estructura existente mediante la colocación de una capa cuyo espesor debe ser calculado en función de los requerimientos de las cargas de tráfico previstas en el período de tiempo previsto para la rehabilitación. La falla estructural se produce cuando la capacidad de deformación-recuperación de los materiales que conforman la estructura de pavimento es “excedida más allá del valor que determinan las deformaciones recuperables por elasticidad instantánea y retardada, desarrollándose deformaciones permanentes (Ahuellamiento) en cada aplicación de las cargas, las que se acumulan modificando los perfiles de la calzada hasta valores que resultan intolerables para la comodidad seguridad y rapidez del tránsito y aún pueden provocar el colapso de la estructura. (Rubio

,2012)

1.6.7 Evaluación del Pavimento flexible

Este proceso tiene como objetivo la estimación del valor estructural, también debe facilitar la información necesaria sobre las causas que puedan originar las fallas en los pavimentos, aportando los elementos necesarios para diagnosticar las fallas observadas y así definir el mantenimiento según las fallas encontradas. (Cruz, 2019)

1.6.8.1 Evaluación Superficial: Condición en la que se encuentra el pavimento durante su análisis sin alterar su condición física. (Garcia, 2019). En esta etapa se consideran las fallas presentes, así como magnitud y severidad, así se puede obtener una referencia de la condición, para esto se dispone de la evaluación del pavimento mediante el método del PCI, la información obtenida se debe complementar con la medición de deflexiones, para establecer correlaciones entre la condición superficial y la deflexión del pavimento. (Cruz, 2019). Existen diversos métodos entre los que podemos mencionar: PCI (Pavement Condition Index –USA) y VIZIR (Francés).

1.6.8.2 Evaluación Estructural

Esta evaluación comprende a la toma de muestras que forman las diferentes capas del pavimento, se debe tomar en cuenta el patrón de fallas que se identifican en el momento del análisis, para asegurar las condiciones de las vías, así conocer cuál es la estructura característica a lo largo de la vía. (Cruz, 2019). Entre Métodos que existen podemos mencionar:

➤ **Viga Benkelman:**

Mediante este método se miden deflexiones a nivel de superficie a ciertas distancias, para estas mediciones se necesita una carga de 18000 lb, las cuales pueden ser de las llantas dobles traseras de un camión, esta se va midiendo conforme va avanzando el camión de esta manera se forma la curva de deflexiones. (Cruz, 2019)

➤ **Deflectómetro de Impacto:**

Se basa en la Norma ASTM D 4695, el cual se adaptó para poder realizar el ensayo no destructivo, el cual nos permite evaluar in situ el soporte de la sub-rasante de un pavimento a su vez su capacidad estructural. (Cruz, 2019)

1.6.9 Tipos de Falla en pavimentos flexibles Considerando el Método del PCI

Las fallas consideradas por "Pavement Condition Index" PCI son en total 19, y se evalúan en 3 niveles de severidad: Low (L), Medium (M) y High (H). (Cruz, 2019). A continuación nos referiremos a cada una de las fallas definidas por el PCI:

Fisura piel de cocodrilo

Son fallas que forman pequeños polígonos irregulares de ángulos agudos, estos generan diámetros con un promedio de 30 cm, esta falla tiene un inicio desde la parte inferior de la capa asfáltica donde las deformaciones y tensiones a tracción llegan al máximo valor, estas fisuras se extienden hasta la parte superior, al inicio se muestran como fisuras longitudinales y por el efecto de la repetición están se unen y forman mayas que se asemejan a una piel de cocodrilo (Sierra & Rivas , 2016). La posible causa que originan esta fisura es la falla por fatiga de la carpeta o estructura, en especial debido a:

- Deficiente compactación de las capas granulares.
- Estructura con un espesor insuficiente.
- Fallas en el drenaje.
- Deformaciones de la sub-rasante.
- Elaboración de mezclas Asfálticas deficientes.

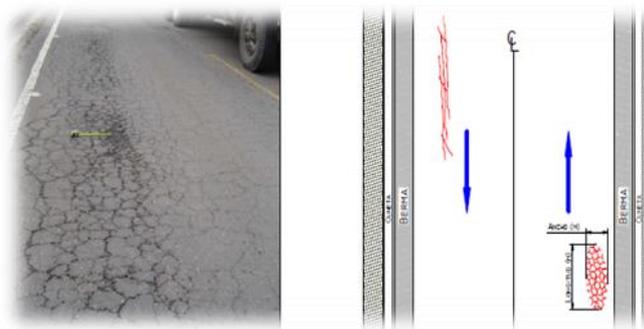


Figura 3.: Fisura Piel de Cocodrilo

Fuente: (Instituto Nacional de Vías, 2006)

Fisuras el Bloque

Esta falla es un grupo de fisuras unidas que forman piezas rectangulares de un diámetro promedio de 30 cm y un área de 0.10 a 9.0 m^2 , esta falla se presenta en una gran parte del pavimento, este defiere de la piel de cocodrilo que en la mayoría de casos las fisuras en bloque evolucionan en piel de cocodrilo (Sierra & Rivas , 2016). Esta falla es causada por la contracción del concreto Asfáltico debido a la temperatura, por el uso de asfaltos de baja penetración y/o por el endurecimiento por un asfalto inadecuado o envejecimiento.

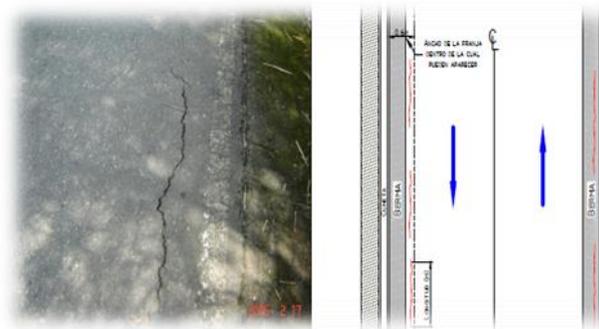


Figura 4: Fisuras en Bloque

Fuente: (Instituto Nacional de Vías, 2006)

Fisuras en Arco

Son fisuras en media luna, las cuales apuntan hacia la fuerza de tracción de las ruedas de los vehículos, pero no necesariamente apuntan en la dirección del sentido del tránsito, dependen en la dirección que viaja el vehículo y si frena cuesta abajo las fisuras aparecen cuesta arriba. (Sierra & Rivas , 2016). Estas fallas se producen generalmente por:

- Carpetas con espesores reducidos.
- El efecto del frenado o giro de las ruedas.
- Cuando se combina una mezcla asfáltica de baja intensidad con una deficiente adherencia.
- Alto contenido de arena en la mezcla.

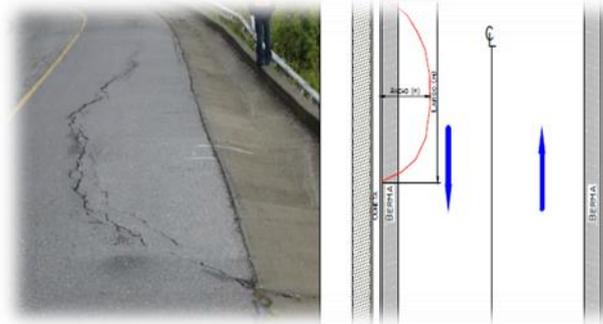


Figura 5: Fisuras en Arco

Fuente: (Instituto Nacional de Vías, 2006)

Fisura Longitudinal y Transversal

Las fisuras longitudinales van paralelamente al eje del pavimento, estas fallas se extienden a lo largo del pavimento formando ángulos rectos, estas comprenden a discontinuidades de la carpeta asfáltica a la dirección del tránsito, esto indica que la tensión ha superado a la resistencia del material (Sierra & Rivas , 2016). Las posibles causas son: Uso de ligantes muy duros, Contracción de mezcla Asfáltica y/o Inadecuados trabajos de construcción.

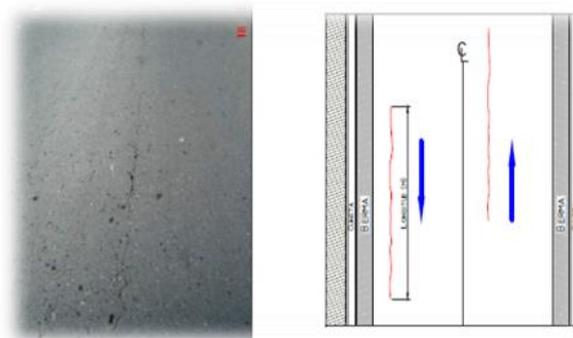


Figura 6: Fisura Longitudinal y Transversal

Fuente: (Instituto Nacional de Vías, 2006)

Fisura de Borde

Son fisuras que tienden a ser longitudinales, estas están localizadas en los bordes de la calzada, en la mayoría de casos su presencia es por una falta de berma o también por una diferencia de niveles entre la berma y carpeta asfáltica, generalmente se localizan cerca de la franja del borde, con un ancho de $0.6 m^2$. (Sierra & Rivas , 2016)

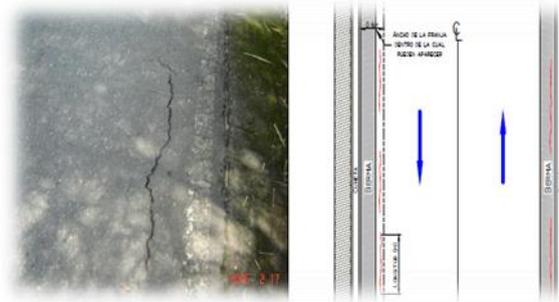


Figura 7: Fisuras de Borde

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Fisura por reflexión de juntas

Estas se presentan en pavimentos mixtos, por una carpeta de asfalto sobre una base de concreto con juntas, la propagación asciende hacia la superficie, por consecuencia de este efecto en la superficie se observan fisuras longitudinal y transversales (Sierra & Rivas , 2016). Como las Posibles causas podemos mencionar:

- . El movimiento de las losas de concreto.
- . Por la deflexión las grietas se extienden dentro de la carpeta asfáltica a consecuencia de las tensiones concentradas.
- . Por cargas de tránsito aplicadas las losas sufren por deflexiones verticales
- . La rotura es producida por el tránsito muy cerca de las fisuras reflejadas.

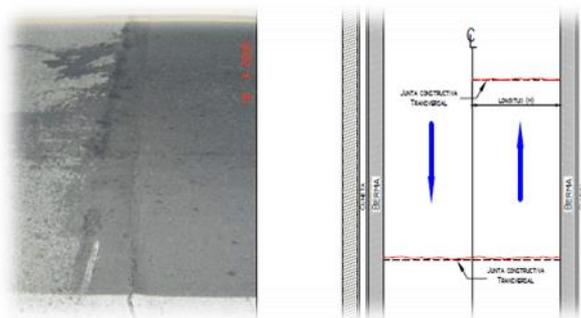


Figura 8: Fisuras por reflexión de Juntas

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Ahuellamiento

Es la porción longitudinal que se extiende a lo largo de la vía su longitud mínima es de 6 m. aparecen con frecuencia con capas levantadas en el pavimento en las áreas adyacentes. (Sierra & Rivas , 2016). Como las causa probables mencionaremos:

- . Capas estructurales mal compactadas.
- . Mezcla asfáltica inestable.
- . Inestabilidad generada por el agua para la base y sub base granular.
- . Bajo control de calidad en el proceso constructivo.
- . Vehículos pesados detenidos por mucho tiempo.
- . Espesores deficientes de las carpetas de los pavimentos.

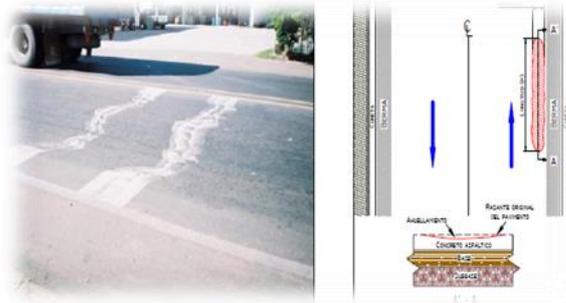


Figura 9: Ahuellamiento

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Corrugación

Es una serie de ondulaciones, formadas por crestas perpendiculares a la dirección del tránsito, estas suceden una cerca de la otra con un espacio de separación menor a 1 m. a lo largo del pavimento (Sierra & Rivas , 2016). Entre las posibles causas estan:

- . Baja calidad de asfalto.
- . Perdida de estabilidad del asfalto.
- . Compactación excesiva a la carpeta asfáltica.
- . Desplazamiento de la carpeta de rodadura sobre la base.

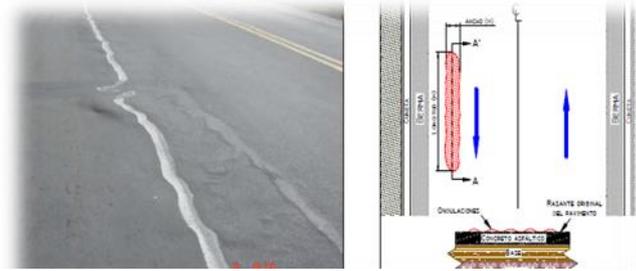


Figura 10: Corrugación

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Surcos

Son franjas o canales longitudinales a lo largo de la vía en el cual se perdido los agregados, esto se da por un defectuoso ligante bituminoso, lo cual genera el desprendimiento de los agregados. (Sierra & Rivas , 2016)

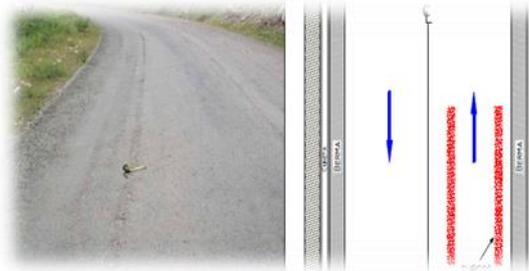


Figura 11: Surcos

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Hinchamiento

Erosión o levantamiento que está ubicado en la carpeta de rodadura del pavimento, este aparece como una onda que deforma el perfil de la vía, estas son causadas en su mayoría por suelos expansivos de la sub-rasante (Avila, 2016).

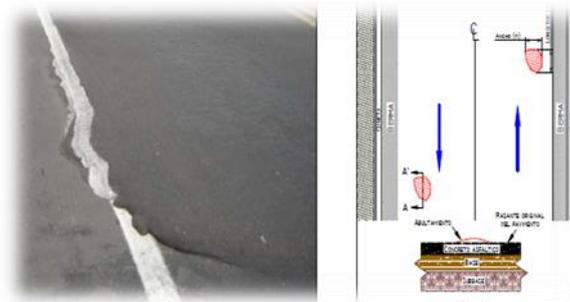


Figura 12: Hinchamiento

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Hundimiento

Caída o descenso de la carpeta asfáltica, el cual genera problema de seguridad a los vehículos en especial cuando lleva agua, pueden varias las causas que existan para que se produzca el hundimiento pero en su mayoría están unidos a problemas que incluyen a toda la estructura. (Sierra & Rivas , 2016). Entre las causas probables de esta falla tenemos:

- . Compactación deficiente.
- . Drenaje deficiente.
- . Tránsito de vehículos muy pesados.
- . Materiales deficientes en la sub-rasante.

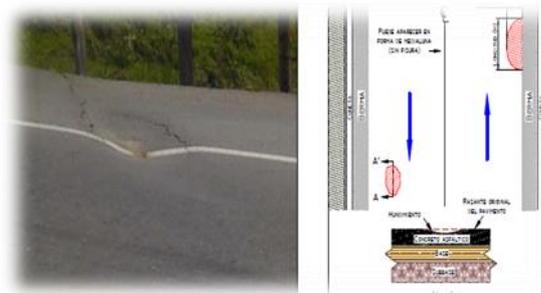


Figura 13: Hundimiento

Fuente: (Instituto Nacional de Vías, 2006)

Baches

Es la desintegración absoluta de la carpeta asfáltica el cual deja a los materiales granulares expuestos, esto conlleva al aumento del área afectada y la profundidad por consecuencia del tránsito vehicular. (Sierra & Rivas , 2016). Estos se producen por: Inestabilidad de capas

inferiores, Insuficiente cantidad de espesores y/o por agua retenida en agujeros.

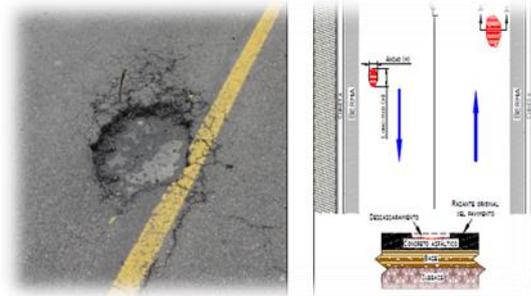


Figura 14: Baches

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Desgaste superficial

Pertenece al deterioro de la carpeta asfáltica por acción de la carga vehicular, este suele presentarse como una pérdida de ligante con erosiones, predomina más en las zonas donde existe bastante tránsito vehicular, en general es un deterioro natural, pero si este se presenta de manera media o alta poco tiempo después de la construcción de la vía, podría ser ocasionado por un endurecimiento del asfalto (Sierra & Rivas , 2016). Como las posibles causas mencionaremos: Poca adherencia del asfalto, Dosificación de mezcla deficiente. **y/o** Excesiva agua por la zona u otros factores.

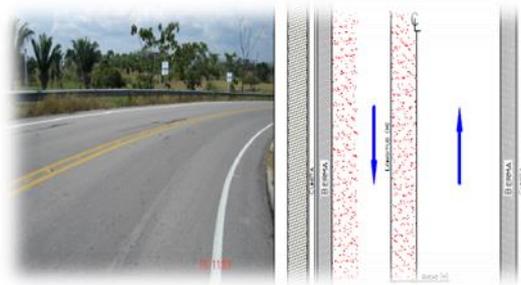


Figura 15: Desgaste Superficial

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Exudación

Esta falla concite en que agente bituminoso brota hacia la superficie del pavimento, formando superficies brillantes resbaladiza y pegajosa, es causado por una mezcla asfáltica excesiva, esto ocurre, durante las épocas calurosas puesto a que el ligante se dilata, llena los vacíos y escapa hacia la superficie. (Sierra & Rivas , 2016)

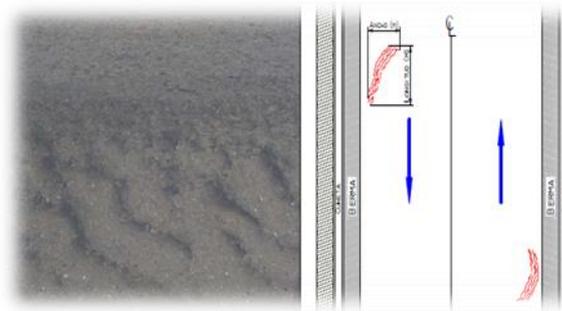


Figura 16: Exudación

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Separación de la Berma

Esta falla es en la cual berma se separa de la calzada permitiendo el ingreso de agua hacia las inferiores de la vía provocando su deterioro, este ocasionado por inestabilidades de los taludes aledaños o por falta de ligante entre carpeta asfáltica y berma. (Sierra & Rivas , 2016)



Figura 17: Separación de la Berma

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Afloramiento de Finos

Comprende a la salida de agua y materiales finos por las grietas, cuando las cargas de tránsito circulan por área, mancha o material amontonado en la vía cerca a los bordes indica la existencia de esta falla, en la mayor parte de los casos esta se presenta en los pavimentos semirígidos. (Sierra & Rivas , 2016)

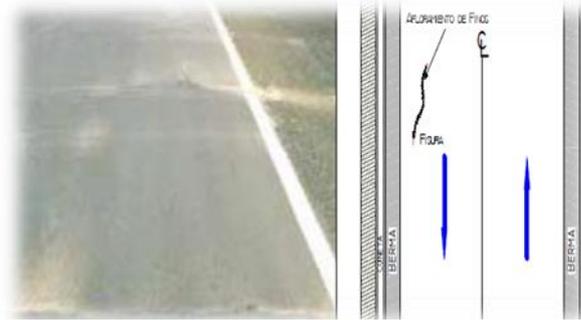


Figura 18: Afloramiento de Finos

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

Afloramiento de Agua

Cuando exista presencia de líquido en la carpeta asfáltica en momento donde no exista lluvia (Avila, 2016). Las posibles causas pueden ser:

- . Drenaje Deficiente.
- . Áreas mal compactadas.
- . Flujo de agua a través de grietas.
- . Porosidad en las capas.
- . Flujo capilar de líquido.
- . Saturación en las bases.
- . Presión por efecto del tránsito vehicular.

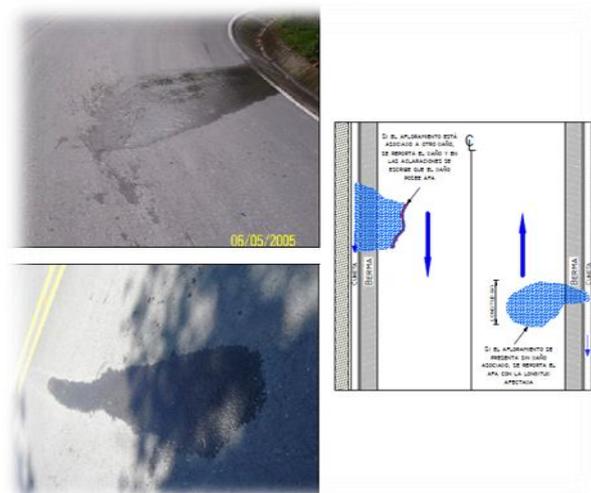


Figura 19: Afloramiento de Agua

Fuente: (Instituto Nacional de Vias, 2006)

1.6.10 Método Índice Condición el Pavimento (PCI)

PCI proviene del término "Pavement Condition Index" el cual en español significa Índice de Condición del Pavimento, este es un indicador numérico el cual da un valor y otorga una condición al pavimento a su vez proporciona una medida de condición del pavimento in situ basándose en las fallas que se observa en la superficie. (Rojas, 2016). El deterioro de la capa de rodadura está en función a 3 niveles

- El tipo de falla
- Severidad de la falla
- Densidad de la falla

El Método índice de condición es un índice numérico el cual varía de 0 a 100, donde (0) es un pavimento en pésimo estado y (100) un pavimento en perfecto estado, en la siguiente figura se muestra los rangos del PCI y su clasificación. (Cruz, 2019)

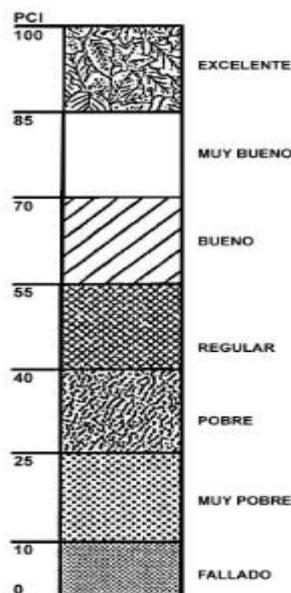


Figura 20: Niveles de Clasificación del Pavimento

Fuente: Método de Evaluación de Pavimentos PCI Revisión 2011

Tabla 1. *Fallas Consideradas en el PCI*

N	Descripción	Unidad
1	Grieta piel de Cocodrilo	m ²
2	Exudación de Asfalto	m ²
3	Grisetas de contracción (Bloque)	m ²
4	Elevaciones - Hundimiento	m ²
5	Corrugaciones	m ²
6	Depresiones	m ²
7	Grietas de Borde	m
8	Grietas de Reflexión de Juntas	m
9	Desnivel calzada	m
10	Grietas Long. Y Trans.	m
11	Baches y Zanjas	m ²
12	Reparadas Agregado Pulido	m ²
13	Huecos	m ²
14	Cruce de Rieles	m ²
15	Ahuellamiento	m ²
16	Deformación por Empuje	m ²
17	Grietas de Deslizamiento	m ²
18	Hinchamiento	m ²
19	Disgregación y Desintegración	m ²

Fuente: (Elaboración propia de los autores)

El PCI califica la condición “integral” del pavimento en base a una escala que varía desde 0 hasta 100. Además resume la acción a tener en cuenta de acuerdo al valor del PCI y el estado del pavimento asociado a este mismo valor (Tabla N° 2)

Tabla 2. *Significado del valor del PCI*

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

Fuente: (Elaboración propia de los autores)

Determinar Unidades de Muestra

Para determinar las unidades de muestra nos basamos en la siguiente tabla, la cual se basa en un ancho de vía mínimo de 7.30 m y su área para la unidad de muestra sería $230 \text{ m}^2 \pm 93,0 \text{ m}^2$. (Cruz, 2019)

Tabla 3. *Longitud de Unidades de Muestreo*

LONGITUDES DE UNIDADES DE MUESTREO ASFALTICAS	
Ancho de Calzada (m)	Longitud de la Unidad de Muestra (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Fuente: (Elaboración propia de los autores)

Calculo para determinar el número de unidades de muestras

Con la siguiente ecuación se obtiene un número mínimo de muestras, la cual se acerca a un PCI ± 5 otorgándonos un grado de confiabilidad del 95%. (Cruz, 2019)

$$n = \frac{N\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(N-1)+\sigma^2} \text{ [Ecuación 1.]}$$

n: Unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo

e: Error Admisible, estimación del PCI (e = 5%)

σ : Desviación estándar

El método mencionado nos indica que si las unidades de muestra a evaluar es menor que 5, todas las unidades deberán de ser inspeccionadas. (Cruz, 2019). Las unidades de muestra elegidas tienen que estar espaciadas a lo largo del pavimento, aplicando el método del sistema aleatorio el cual se obtiene con la siguiente formula. (Cruz, 2019)

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

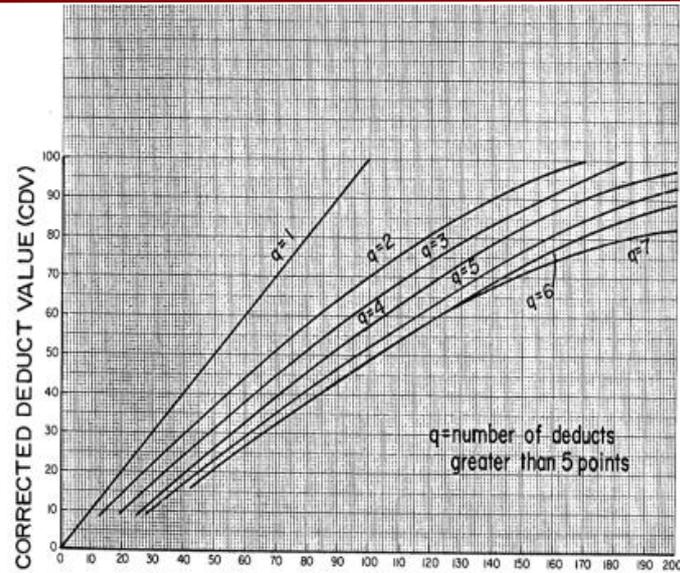
N: Número total de unidades de muestreo

n: Unidades de muestreo para la evaluación

i: Intervalo de muestreo

Calculo de los valores deducidos

Identificar los defectos según el PCI, otorgando los niveles de severidad, de esta manera calcular el valor deducido de forma separada (Cruz, 2019). A su vez se obtendrá la densidad, la cual se sustrae al ejecutar la cantidad total del daño entre el área total de la unidad de muestra (Cruz, 2019). Consecutivamente se sustraerá el valor deducido de cada falla, también el nivel de severidad de la misma, a través de las curvas "Valor deducido de daño". (Cruz, 2019)



Calcular máximo admisible de valores deducidos

Según (Cruz, 2019), existen 2 casos:

Figura 21: Curvas para determinar el valor deducido corregido
Fuente: Procedimiento estándar PCI según ASTM D 6433 -03

Cuando en la unidad de muestreo no hay valor deducido > a 2 o solamente 1

$$PCI=100 - VDT \text{ [Fórmula 2.]}$$

Cuando en la toma de datos hay valores deducidos > a 2

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i) \text{ [Ecuación 3.]}$$

Donde:

m_i = Número máximo admisible de valores deducidos

HDV_i = Mayor valor deducido individual (i)

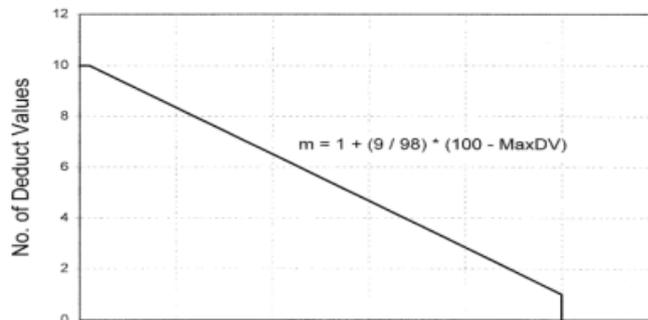


Figura 22: Relación del número máximo admisible de valores deducidos

Para obtener el valor deducido corregido VCD es recomendable realizar lo siguiente

No.	Valores Deducidos								Total	q	CDV
1											
2											
3											
4											

- 1.- Ordenar de mayor a menos los valores deducidos.
- 2.- Establecer el valor deducido total.
- 3.- Establecer los valores deducidos mayores a 2.
- 4.- establecer el VDC de acuerdo al valor q y el valor deducido total VDT.
- 5.- Reducir a 2.0 al menor valor deducido individual que sea mayor a 2.0, este proceso se repite hasta que q sea 1.
- 6.-despues de realizar los pasos se obtendrá el máximo valor deducido con la siguiente ecuación

$$PCI = 100 - VDC_{m\acute{a}x} \quad [\text{Ecuaci3n 4.}]$$

Calculo del pci de una secci3n del pavimento

Seg3n (Cruz, 2019), se identifican los siguientes casos:

- 1.- Si est3n consideradas todas las unidades de muestreo para determinar el PCI, el PCI total se obtiene el promedio de los PCI estimados, con la siguiente ecuaci3n. (Cruz, 2019)

$$PCI = \frac{\sum_i^n PCI_i}{n} \quad [\text{Ecuaci3n 5.}]$$

- 2.- Si se aplic3 el m3todo aleatorio para obtener las muestras, y no se han tomado en cuenta muestras adicionales, el PCI se obtendr3 del promedio de todos los PCI estimados.
- 3.- Si en la investigaci3n se tomaron muestreos adicionales, el valor del PCI se obtendr3 con la siguiente ecuaci3n: (Cruz, 2019)

$$PCI_s = \frac{[(N-A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N} \quad [\text{Ecuaci3n 6.}]$$

Donde:

PCIs: PCI sección del pavimento

PCIr: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorio

PCla: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales

N: Numero adicional de unidades de muestreo

Calculo del PCI de la unidad restante de 100 el máximo CDV obtenido

El CDV nos permite hallar el PCI utilizando la siguiente formula:

$$PCI = 100 - VDC_{\text{máx.}}$$

1.6.11 Mantenimiento y rehabilitación del pavimento

Según el Ministerio de Vivienda (2010), en la Norma CE 010 sobre pavimentos urbanos, adicionalmente a la Rehabilitación que es el refuerzo estructural del pavimento cuando ha cumplido su Vida de Servicio, hay cuatro actividades de mantenimiento, se clasifican en términos de su frecuencia:

- a. Mantenimiento urgente, necesario para hacer frente a emergencias y problemas que requieren acción inmediata, cuando bloquean una vía. Por ejemplo: remoción de obstáculos, colocación de señales de peligro y trabajos diversos (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010).
- b. Mantenimiento periódico, requerido a intervalos de algunos años. Por ejemplo: sellado de toda la superficie, recapeos, reposición de losas aisladas, reparación de bermas y señalización horizontal (pintado) y vertical (señales de tránsito), reemplazo de pavimento asfáltico en áreas pequeñas, resellado de juntas.
- c. Mantenimiento rutinario, requerido de manera continua en todas las vías, independientemente de sus características o volumen del tráfico. Por ejemplo: barrido, corte de gras, mantenimiento de alcantarillas, limpieza de drenes y cunetas, y mantenimiento de la señalización.

- d. Mantenimiento recurrente, requerido a intervalos pre establecidos durante el año, con una frecuencia que depende del volumen del tráfico. Por ejemplo: reparación de baches y bordes, sellado de grietas. (Ministerio de Vivienda y Construcción, 2010)

Rehabilitar es hacer que una obra civil vuelva a tener las mismas o mejores condiciones de servicio que las que tenía cuando comenzó su vida útil. Hay varias formas de rehabilitación de pavimentos o corrección de deficiencias en un determinado tramo del mismo, que incluye el uso del revestimiento, sellado de grietas, uso de capa de sellos y reparación de baches. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2014),

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2014), el mantenimiento son todas aquellas de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida el buen estado de la infraestructura urbana, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.:

Mantenimiento periódico.

Son todas las obras de conservación vial que se realizan en períodos programados, generalmente de más de un año de intervalo, para elevar la vía a un nivel de servicio bueno o muy bueno, esto con el fin de conservar los niveles de servicio.

Estas actividades pueden ser manuales o mecánicas y están referidas principalmente a:

- Reposición de capas de rodadura, colocación de capas nivelantes y sello,
- Reparación o reconstrucción puntual de capas inferiores del pavimento,
- Reparación o reconstrucción puntual de túneles, muros, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y señalización,
- Reparación o reconstrucción puntual de la plataforma de carretera y tanto de la superestructura como de la subestructura.
- Reparación o reconstrucción puntual de los componentes de los puentes tanto de la superestructura como de la subestructura,

Mantenimiento rutinario.

Conjunto de actividades que se realizan en las vías con carácter permanente para conservar sus niveles de servicio, es decir, se repiten una o varias veces al año. Estas actividades

pueden ser manuales o mecánicas con el fin de recuperar ciertos elementos con daños menores y están referidas principalmente a labores de limpieza, bacheo, perfilado, roce, eliminación de derrumbes de pequeña magnitud; así como, limpieza o reparación de juntas de dilatación, elementos de apoyo, pintura y drenaje en la superestructura y subestructura de los puentes. También el sellado de fisuras y grietas en calzada, parchado superficial y/o profundo de calzada. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014)

1.7 Definición de Términos Básicos

Pavimento:

Es una estructura compuesta por varias capas: la capa de la base, sub base y capa de rodadura, es una estructura de varias capas levantada sobre la subrasante del camino para soportar y repartir las cargas producidas por los vehículos y mejorar el bienestar, confort para el tránsito y aumentar la seguridad. (MTC, 2013)

Evaluación de pavimentos:

La evaluación de un pavimento se aplica a un tramo específico de una carretera y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio, de capacidad estructural y de calidad de materiales, mediante equipo especializado y diversos procedimientos, a fin de determinar su estado de servicio o de funcionamiento (SCT, 2014)

Metodología Pavement Condition Index (PCI)

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. El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo (Sierra & Rivas, 2016). El Procedimiento estándar

para la inspección del índice de condición de pavimentos en caminos y estacionamientos esta normado con la Norma ASTM D6433-03

1.8 Formulación de la hipótesis.

La evaluación del pavimento de la avenida Honorio Delgado será de estado Regular aplicando el método del Índice de Condición del pavimento PCI, de esta manera será factible determinar qué tipo de mantenimiento podremos otorgarle a la avenida en estudio.

II. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1 Material

Se utilizaran los siguientes materiales en la investigación:

- 01 cinta larga Stanley, de fibra de vidrio con sistema de rebobinado con alcance de 60m.
- 01 cinta métrica Stanley, metálica con alcance de 8m
- 01 Regla metálica de 1 metro.
- Conos de seguridad
- Cascos de seguridad
- Chalecos

- 01 laptop Corei7.
- AutoCAD, S10, Microsoft Excel y Word.
- Papelería.

2.2 Material de estudio.

2.2.1. Población

El siguiente trabajo de investigación tiene como población infinita:

En un longitud aproximada de 1.1 Kms, el pavimento de la Avenida HOnorio Delgado entre las Avenidas Ricardo Palma y la Avenida Villareal.,



Figura 24: Av. HOnorio Delgado entre la Av. Ricardo Palma y la Av. Villareal.

2.2.2. Muestra

La presente investigación utilizará la técnica de muestreo No probabilístico por conveniencia debido a que las muestras no se escogieron siguiendo un sistema aleatorio, fueron escogidas intencionalmente

Respecto al Tamaño de muestra, la muestra que usaremos será para anchos de calzada menores a 7.30 m. El ancho de la calzada de la avenida HONorio Delgado es de 6 m. Por lo tanto, de acuerdo a la tabla recomendada por el PCI de longitud de unidad de muestreo, nos corresponde $L = 38.3$ m. Con estos valores obtenemos el área de unidad de muestras igual $A = 229.80$ m². Luego calculamos el Número total de muestras para la Avenida en estudio en ambas calzadas.

$$N = 1110 / 38.3 \qquad N = 55.22 \text{ UM} \quad N = 28 \text{ UM} \text{ carril derecho}$$

$$N = 1110 / 38.3 \qquad N = 55.30 \text{ UM} \quad N = 28 \text{ UM} \text{ carril izquierdo}$$

Luego, para hallar el número mínimo de unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección dada, con una confiabilidad de 95%, error $e = 5\%$ y una desviación estándar $\sigma = 10$,

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2}$$
$$n = \frac{56 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (56 - 1) + 10^2}$$

Teniendo como resultado $n = 12.61 \approx 13$, entonces de las 56 unidades de muestra se evaluará 13 unidades de muestras en forma aleatoria, donde el intervalo de muestreo se calcula de la siguiente manera:

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

$$i = \frac{56}{13} = 4.3 \approx 4.00$$

Por lo tanto, el intervalo de muestreo será a cada 4 unidades, En todo el tramo con intervalos aleatorios $i=4$

Carril derecho

UM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	13	...	23
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	----	-----	----

Carril izquierdo

UM	24	25	26	27	28	29	30	31	32	...	33	...	56
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	----

Las secciones de color amarillo son las unidades de muestra a evaluar por el método aleatorio

2.3 Técnicas, procedimientos e instrumentos.

2.3.1. Para recolectar datos.

El diseño de la investigación es No experimental descriptiva, porque se describe el problema de las fallas en el pavimento tal y como está sin manipular variables.

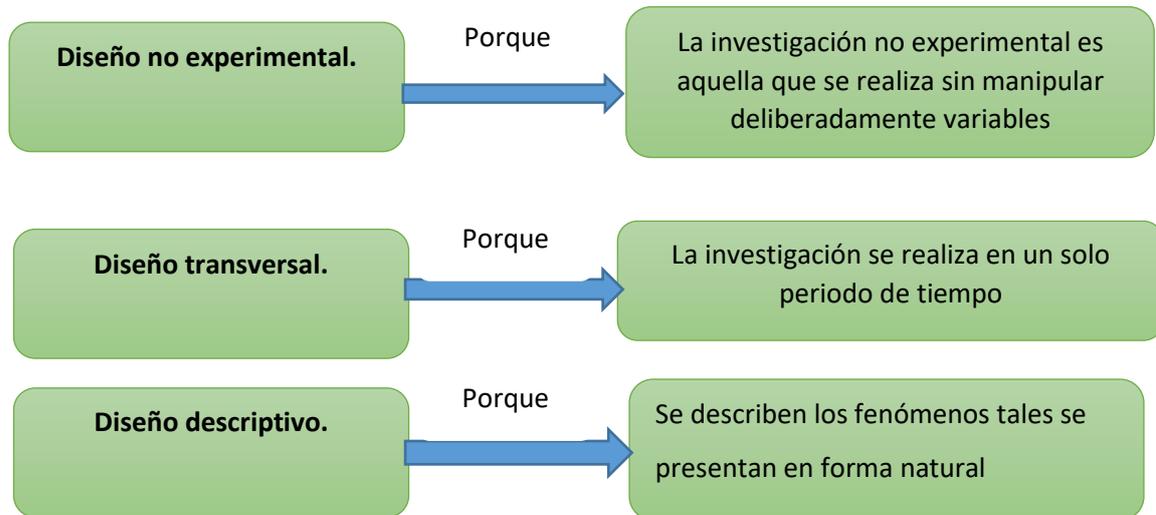


Figura 25. Diseño de la investigación.

La presente investigación utilizó la técnica de la Observación experimental, debido a que se registró visualmente el estado del pavimento utilizándose la guía de observación validada por expertos entre ellos el asesor de la tesis (ver Anexo 1).

2.3.2. Para procesar datos

La presente investigación utiliza el método de Estadística Descriptiva, por ser de tipo No Experimental. Por lo que se usa gráficos estadísticos para mostrar los resultados obtenidos luego del análisis y desarrollo de la investigación. El programa usado para procesar datos es el Excel. El Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición de pavimentos en caminos y estacionamientos esta normado con la Norma ASTM D6433-03. Como procedimiento seguido en la presente investigación podemos mencionar

- Conocer en su totalidad la Avenida en estudio:

El reconocimiento de la vía nos permitirá saber cuál es el cambio que ha sufrido en toda su servicialidad hasta la actualidad, así también conocer cuán importante es para la población el estado de conservación de esta vía por la cantidad de medios de transporte que transitan sobre esta.

- Procesar los datos obtenidos:

Todos los datos obtenidos en campo serán procesados mediante la aplicación de sus reglas del método del PCI.

- Aplicación del método del PCI:

Estos datos serán evaluados por el criterio del PCI el cual nos ayudara a determinar con exactitud el grado de severidad que pueda tener el pavimento de la avenida en estudio.

- Diagramas:

La presente investigación usará gráficos estadísticos por tener una variable cualitativa de este proyecto a desarrollar nos da diagramas como el de barras y sectores (diagrama de pastel), para un adecuado gráfico de sus resultados obtenidos.

- Resultados:

Los resultados obtenidos nos ayudaran a conocer cuan deteriorada y falta de mantenimiento tiene la vía en estudio, para después buscar las

mejores alternativas de solución de mantenimiento a bajos costos.

2.4 Operacionalización de las Variables

Evaluación Superficial del Pavimento: La evaluación de un pavimento se aplica a un tramo específico de una carretera y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio. (SCT, 2014), para nuestro caso mediante la técnica estandarizada de evaluación superficial del Índice de condición del Pavimento PCI, a fin de determinar su estado de servicio o de funcionamiento.

Tabla N° 4. Operacionalización de variable

Operacionalizacion de variable				
VARIABLE	DEFINICION OPERACIONALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM
EVALUACION DEL PAVIMENTO POR EL METODO DEL PCI	Determinar las fallas existentes en la via en la actualidad para dar su adecuado mantnimiento generando una superficie de rodadura adecuada oara transividad	Aplicación del Metodo PCI, para la evaluacion del pavimento flexible	1 Grieta Piel de Cocodrilo	a) Nivel de Severidad Bajo (L) b) Nivel de severidad medio (M) c) Nivel de severidad alyto (H)
			2 Exudacion de Asfalto	
			3 Grietas de Contraccion (bloque)	
			4 Elevacion - hundimiento	
			5 Corrugaciones	
			6 Depresiones	
			7 Grietas de Borde	
			8 Grietas de Reflexion de juntas	
			9 Desnivel Carril / Berma	
			10 Grietas Longitudianles y Transvers	
			11 Parches y Zanjas Reparadas	
			12 Pulimentos De Agregados	
			13 Huecos	
			14 Crece de Vias Férreas	
			15 Ahuellamiento	
			16 Desplazamiento	
			17 Grietas Parabolicas	
			18 Hinchamiento	
			19 Desprendimiento de Agregados	
				Rango de indice de condicion de calificacion según el PCI

III. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

3.1. Descripción preliminar del estado del pavimento

Con la finalidad de obtener información sobre la transitabilidad de la zona en estudio se revisó información primaria del estudio de tráfico así tenemos que se ha logrado identificar el tráfico actual para el diseño del pavimento flexible en avenida HOnorio Delgado, Distrito y provincia de Trujillo, región La libertad equivalente a un IMDA de 16,056 vehículos diarios. (Roque & Roque, 2020).

Asimismo, se identificó los diversos tipos de vehículos que circulan por la vía en estudio, siendo los vehículos tipo Auto, Station Wagon, pickup, que representan el 83% del volumen total, y las combis y otros vehículos de transporte representan el 14 %. (Roque & Roque, 2020).

De una inspección visual como se muestra en el panel fotográfico del Anexo 2, el estado del pavimento está en estado Bueno a Regular, asimismo se definió que el ancho del pavimento es de seis mts.

3.2. Resultados de la Evaluación Superficial del estado actual de la Avenida

El estado actual de la carretera, la zona de estudio, se muestra a continuación, Unidad de muestra por Unidad de Muestra.

Sin embargo, se muestra en la Tabla 05 , la cual indica la cantidad de fallas encontradas en el pavimento flexible estudiado. Tenemos que la mayor falla encontrada es agrietamiento en bloque, grietas de borde, desnivel de carril / berma y grietas longitudinales y transversales, también podemos ver que la falla con menor cantidad es exudación, erosión superficial, elevación y hundimiento , parches, huecos, ahuellamiento, piel de cocodrilo, grietas parabólicas, y desprendimiento de agregados.

Tabla 05. Número de fallas según su tipo

NUMERO DE FALLAS SEGÚN SU TIPO			
Nº	TIPO DE FALLA	TOTAL	%
01	GRIETA PIEL DE COCODRILO	66	15%
02	EXUDACION	0	0%
03	GRIETAS DE CONTRACCION (BLOQUE)	0	0%
04	ELEVACIONES-HUNDIMIENTOS	0	0%
05	CORRUGACIONES	6	1%
06	DEPRESIONES	7	2%
07	GRIETAS DE BORDE	44	10%
08	GRIETAS DE REFLEXIÓN DE JUNTAS	0	0%
09	DESNIVEL CARRAL / BERMA	6	1%
10	GRIETAS LUNGITUDINALES Y TRANSVERSALES	78	18%
11	PARCHES	11	3%
12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	0	0%
13	HUECOS	37	9%
14	CRUECE DE VIAS FERREAS	0	0%
15	AHUELLAMIENTO	67	16%
16	DESPLAZAMIENTO	2	0%
17	GRIETAS PARABOLICAS	6	1%
18	HINCHAMIENTO (SPLIPAGE)	3	1%
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	98	23%
TOTAL		431	100%

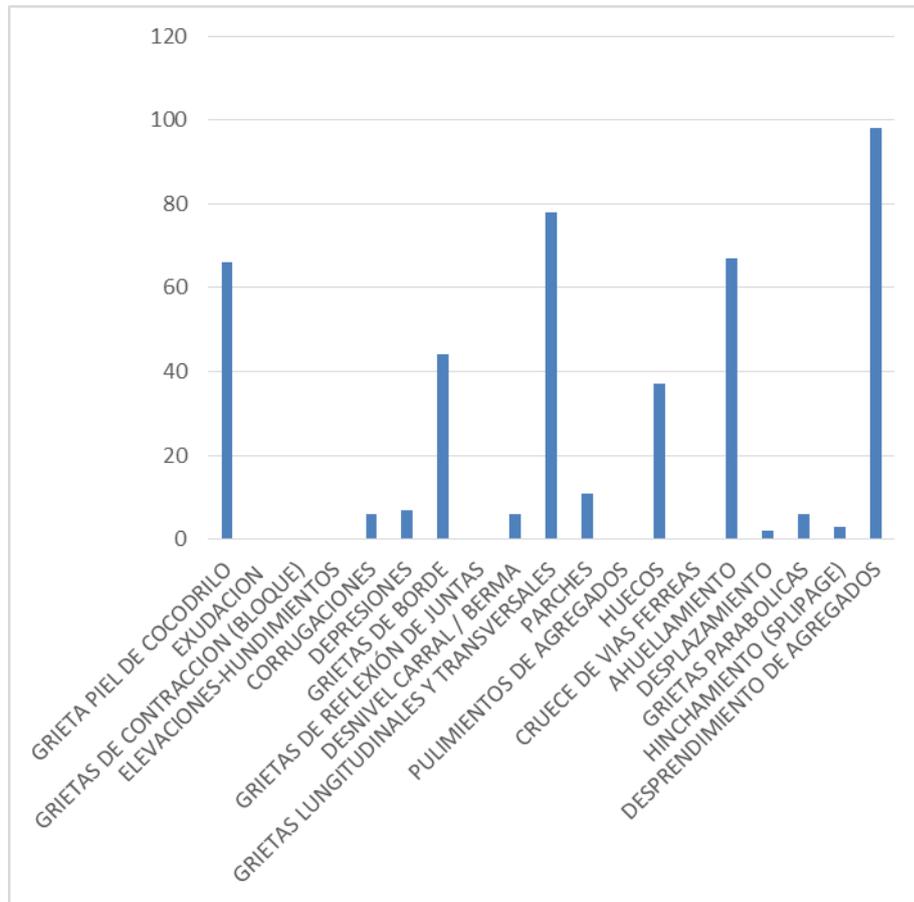


Figura 26. Numero de fallas encontradas según su tipo

3.3. Resultados de la Condición del pavimento según PCI

A. Unidad de muestreo U-1

La unidad de muestreo U-1 tiene un área de 235.50 m² pertenece a la Avenida HOnorio Delgado.

Las fallas encontradas con mayor influencia en el pavimento son desnivel carril / berma y grietas de borde. Las fallas encontradas de baja severidad son grietas longitudinales y transversales, elevación y hundimiento, agrietamiento en bloque, y corrugación. Ver Tabla 05.

En la Tabla 06.01 se muestra los 6 los valores deducidos: 30.30, 7, 5, 4, 2.5, 2. obtenidos de los ábacos que se muestran en Anexos, siguiendo el procedimiento del PCI. Luego se obtiene el máximo valor deducido corregido 40, dando como resultado un índice de 60 que corresponde a un pavimento **REGULAR**.

Tabla 06. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-1

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA	AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA	U-1	AREA	235.5m		
EVALUADOR	ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA	05 DE DICIEMBRE 2020				
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	L	1.50	0.80	3.00		5.30	2.25%	30.30
4	L	1.00				1.00	0.42%	2.00
9	M	5.00	3.00	6.00		14.00	5.94%	5.00
7	L	1.50	1.50			3.00	1.27%	2.50
7	M	5.25				5.25	2.23%	7.00
3	L	12.00	5.00			17.00	7.22%	4.00
5	L	0.90				0.90	0.38%	0.00
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO							50.80	
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO							46.00	
PCI							54.00	

Cálculo del índice PCI de la unidad de muestra U-1

Nº	VALORES DEDUCIDOS	TOTAL	a	CDV
----	-------------------	-------	---	-----

1	46.2	18.35	15	2				81.55	4	46
2	46.2	18.35	15	2				81.55	3	42
3	46.2	18.35	2	2				68.55	2	40
4	46.2	2	2	2				52.2	1	42

MAX CDV	=	46	
PCI	=	54	REGULAR

B. Unidad de muestreo U-2

La unidad de muestreo U-2 tiene un área de 235.500 m², pertenece a la Avenida HOnorio Delgado.

Las fallas encontradas con mayor influencia en el pavimento son grietas de borde, ahuellamiento y corrugación. Las fallas encontradas de baja severidad es piel de cocodrilo. También se encontró grietas longitudinales y transversales, ahuellamiento y corrugación de mediana severidad. Así como grietas de borde y agrietamiento en bloque de alta severidad. . Ver Tabla N° 07.

Tabla 07 .Hoja de Registro de la unidad de muestra U-2

METODO DE PCI						<u>NIVEL DE SEVERIDAD</u>			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO			
						M = MEDIO			
						H = ALTO			
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-2	AREA	235.5m	
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020			
FALLAS									
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO		
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)		
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS				
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	H	0.50					0.50	0.21%	0.00
7	H	1.60	6.30	0.60			8.50	3.61%	12.00
10	M	2.10	1.00				3.10	1.32%	34.40
15	M	4.00	1.60				5.60	2.38%	28.00
5	M	1.40	2.10	1.60			5.10	2.17%	22.10
1	L	2.40					2.40	1.02%	11.00
							0.00	0.00%	0.00
							VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO		107.50
							VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO		59.00
							PCI		41.00

En la Tabla N° 7.1, se muestra la obtención de 5 los valores deducidos: 56, 34.4, 28, 22.1, 11. Siguiendo el procedimiento del PCI se obtiene el máximo valor deducido corregido 56, dando como resultado un índice de 44 que corresponde a un pavimento REGULAR

Tabla 07.1.Calculo del PCI de la unidad de muestra U-2

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	q	CDV
1	34,4	28	22,1	12	11		107,5	5	74
2	34,4	28	22,1	12	2		98,5	4	56



3	34,4	28	22,1	2	2			88,5	3	55
4	34,4	28	2	2	2			68,4	2	5so
5	34,4	2	2	2	2			42,4	1	42

C. Unidad de muestreo U-3

Tabla 8. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-3

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
						L = BAJO		
						M = MEDIO		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO						H = ALTO		
HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION								
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-3	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASACA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	L	0.40	0.50			0.90	0.38%	9.00
15	L	0.90				0.90	0.38%	3.00
3	L	1.16				1.16	0.49%	0.00
9	M	2.00	3.85	2.53	4.00	12.38	5.26%	5.00
9	L	3.10	1.55			4.65	1.97%	2.50
						0.00	0.00%	0.00
						0.00	0.00%	0.00
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO	19.50	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO	52.00	
						PCI	48.00	

D. Unidad de muestreo U-4

Tabla 9. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-4

METODO DE PCI

**INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO AS
HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION**

NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		

FALLAS

1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15

FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				
10	M	1.80	2.00			1.00
7	L	10.00	5.00		6.00	6.00
3	M	3.00	19.76		11.50	12.00
1	L	1.60	2.40			4.00

E. Unidad de muestreo U-5

Tabla 10. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-5

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-5	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASACA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	M	5.70			5.70	2.42%	51.75	
7	L	0.50	1.00		1.50	0.64%	3.00	
3	M	1.20			1.20	0.51%	17.00	
1	L	15.00	8.40		23.40	9.94%	5.85	
		0.75			0.75	0.32%	4.00	
		60.00	2.50	0.90	63.40	26.92%	43.00	
		0.90	1.00		1.90	0.81%	28.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO							152.60	
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO							56.00	
PCI							44.00	

F. Unidad de muestreo U-6

Tabla 11. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-6

<p style="text-align: center;">x</p> <p style="text-align: center;">INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO</p> <p style="text-align: center;">HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION</p>						NIVEL DE SEVERIDAD		
						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-6	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
10	M	0.50	0.95			1.45	0.62%	24.00
10	L	0.34				0.34	0.14%	4.00
13	M	1.00				1.00	0.42%	19.00
11	M	2.00				2.00	0.85%	8.00
11	H	5.25				5.25	2.23%	25.00
3	L	1.20				1.20	0.51%	0.00
7	M	1.60	0.36		3.00	4.96	2.11%	7.00
7	H	2.85				2.85	1.21%	10.00
9	L	3.00	2.00	1.80	4.00	10.80	4.59%	4.00
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO	101.00	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO	22.00	
						PCI	78.00	

G. Unidad de muestreo U-7

Tabla 12. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-7

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO						L = BAJO		
HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-7	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	L	0.70	0.30		1.00	0.42%	10.00	
15	L	8.00	4.50		12.50	5.31%	21.90	
13	H	1.00			1.00	0.42%	19.00	
18	L	2.10			2.10	0.89%	0.00	
7	M	0.75	1.15	1.14	3.04	1.29%	22.00	
7	H	0.80	1.55		2.35	1.00%	30.00	
3	L	8.00	6.00	6.30	20.30	8.62%	7.00	
9	M	15.00	8.00		23.00	9.77%	8.00	
					0.00	0.00%	0.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						117.90		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						35.00		
PCI						65.00		

H. Unidad de muestreo U-8.

Tabla 13. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-8

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-8	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL/ BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
11	H	5.95			5.95	2.53%	16.00	
10	L	1.50	0.50		2.00	0.85%	18.00	
15	L	3.50	2.40		5.90	2.51%	19.00	
3	L	1.20	4.20		5.40	2.29%	3.90	
7	H	3.00	0.66		3.66	1.55%	23.00	
7	M	0.62	0.38	0.99	1.99	0.85%	21.00	
9	M	2.00	3.00		5.00	2.12%	4.00	
					0.00	0.00%	0.00	
					0.00	0.00%	0.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						104.90		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						56.00		
PCI						44.00		

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-8

Nº	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	a	CDV
1	23	26	21	19	18	4	3	124	7	51	
2	23	26	21	19	18	4	2	123	6	50	
3	23	26	21	19	18	2	2	121	5	54	
4	23	26	21	19	2	2	2	105	4	40	
5	23	26	21	2	2	2	2	88	3	56	
6	23	26	2	2	2	2	2	69	2	54	
7	23	2	2	2	2	2	2	45	1	45	

MAX CDV = 56

PCI = 44

REGULAR

I. Unidad de muestreo U-9

Tabla 14. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-9

METODO DE PCI						<u>NIVEL DE SEVERIDAD</u>		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-9	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESprendimiento de agregados	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	M	0.67	0.35		1.02	0.43%	18.00	
17	L	0.40			0.40	0.17%	0.00	
3	L	1.60			1.60	0.68%	1.00	
5	L	3.50			3.50	1.49%	3.00	
7	L	0.80	2.59		3.39	1.44%	14.00	
9	L	1.30	1.95	0.98	4.23	1.80%	2.20	
					0.00	0.00%	0.00	
					0.00	0.00%	0.00	
					0.00	0.00%	0.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						38.20		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						34.00		
PCI						66.00		

J. Unidad de muestreo U-10

Tabla 15. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-10

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-10	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	1.45	1.86			3.31	1.41%	0.00
3	L	3.12	2.43	3.15	2.08	10.78	4.58%	4.00
19	L	5.60	4.48			10.08	4.28%	3.95
10	L	2.10				2.10	0.89%	18.00
9	L	3.50	1.20			4.70	2.00%	2.00
11	M	6.30	5.37			11.67	4.96%	17.00
						0.00	0.00%	0.00
						0.00	0.00%	0.00
						0.00	0.00%	0.00
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO	44.95	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO	60.00	
						PCI	40.00	

K. Unidad de muestreo U-11

Tabla 16. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-11

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD					
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO					
						M = MEDIO					
						H = ALTO					
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-11	AREA	235.5m			
EVALUADOR		ROQUE SUCASACA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020					
FALLAS											
1	PIEL DE COCODRILO		6	DEPRESION		11	PARCHES		16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION		7	GRIETA DE BORDE		12	PULMIENTOS DE AGREGADOS		17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA		13	HUECOS		18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO		9	DESNIVEL CARRIL / BERMA		14	CRUCE DE VIAS FERREAS		19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION		10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES		15	AHUELLAMIENTOS				
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO				
10	L	3.20	3.80		7.00	2.97%	36.10				
7	H	6.65	7.00		13.65	5.80%	19.00				
13	L	1.00			1.00	0.42%	10.00				
13	M	1.00	1.00	1.00	3.00	1.27%	37.00				
9	H	3.00	4.80		7.80	3.31%	6.80				
3	L	4.20			4.20	1.78%	1.75				
2	L	2.39	1.10		3.49	1.48%	0.00				
					0.00	0.00%	0.00				
					0.00	0.00%	0.00				
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						110.65					
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						65.00					
PCI						35.00					

L. Unidad de muestreo U-12

Tabla 17. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-12

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO						L = BAJO		
HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-12	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
2	L	4.00	1.55	2.40	7.95	3.38%	0.00	
3	L	1.60	3.60		5.20	2.21%	2.40	
10	L	2.76			2.76	1.17%	19.00	
9	H	4.20	5.80	2.40	12.40	5.27%	9.00	
7	H	3.30	2.00	3.70	9.00	3.82%	15.40	
7	M	3.60			3.60	1.53%	26.90	
11	M	6.82			6.82	2.90%	27.00	
4	M	1.53			1.53	0.65%	10.00	
					0.00	0.00%	0.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						109.70		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						71.00		
PCI						29.00		

M. Unidad de muestreo U-13

Tabla 18. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-13

METODO DE PCI						<u>NIVEL DE SEVERIDAD</u>		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-13	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	L	3.67			3.67	1.56%	6.10	
11	H	0.12			0.12	0.05%	0.00	
16	M	2.00	0.75		2.75	1.17%	11.00	
13	M	1.00			1.00	0.42%	19.00	
7	H	4.00	2.70		2.50	9.20	3.91%	49.00
7	M	1.50	0.40			1.90	0.81%	20.50
9	H	5.00	10.20	2.00	8.35	4.00	29.55	12.55%
4	H	9.45				9.45	4.01%	56.30
						0.00	0.00%	0.00
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO		177.70
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO		52.00
						PCI		48.00

N. Unidad de muestreo U-14

Tabla 19. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-14

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-14	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASACA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
7	M	2.50	3.50	##	1.90	10.35	4.39%	8.00
3	M	6.00	1.80	##		13.47	5.72%	12.00
9	M	15.00	8.90	##		27.40	11.63%	15.00
4	L	2.40	2.00			4.40	1.87%	5.00
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO	40.00	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO	34.00	
						PCI	66.00	

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-14

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	a	CDV
1	19,2	11,85	11	2			44,05	4	28
2	19,2	11,85	11	2			44,05	3	34
3	19,2	11,85	2	2			35,05	2	27
4	19,2	2	2	2			25,2	1	25

MAX CDV = 34

PCI = 66 BUENO

O. Uni

Tabla 20. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-15

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO			
						M = MEDIO			
						H = ALTO			
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-15	AREA	235.5m	
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020			
FALLAS									
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO		
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)		
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS				
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
7	M	2.50	3.50	##		1.90	10.35	4.39%	8.00
3	M	6.00	1.80	##			13.47	5.72%	12.00
9	M	15.00	8.90	##			27.40	11.63%	15.00
4	L	2.40	2.00				4.40	1.87%	5.00
							0.00	0.00%	
							0.00	0.00%	
							0.00	0.00%	
							0.00	0.00%	
							0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO								40.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO								82.00	
PCI								18.00	

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-15

Nº	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	a	CDV
1	56,2	55	15,5	15	8	2		151,7	6	74
2	56,2	55	15,5	15	8	2		151,7	5	78
3	56,2	55	15,5	15	2	2		145,7	4	82
4	56,2	55	15,5	2	2	2		132,7	3	82
5	56,2	55	2	2	2	2		119,2	2	82
6	56,2	2	2	2	2	2		66,2	1	66

MAX CDV = 82

PCI = 18 MUY MALO

P. Uni

Tabla 21. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-16

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD			
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO						L = BAJO			
HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						M = MEDIO			
						H = ALTO			
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-16	AREA	235.5m	
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020			
FALLAS									
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO		
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)		
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL/ BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS				
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
7	H	7.00	2.00			1.90	13.70	5.82%	55.00
7	M	1.20	0.40				1.60	0.68%	17.80
9	H	20.00	15.50				35.50	15.07%	19.90
13	M	1.00	1.00				2.00	0.85%	30.00
4	L	1.04					1.04	0.44%	2.00
3	L	17.60	12.00			4.20	33.80	14.35%	6.00
15	L	4.00					4.00	1.70%	2.00
10	L	1.30	1.98				3.28	1.39%	25.90
							0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO									158.60
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO									79.00
PCI									21.00

Calculo del PCI de la unidad de muestra U-16

Nº	VALORES DEDUCIDOS								TOTAL	a	CDV
1	55	30	25,9	19,9	17,8	6	2	156,6	7	74	
2	55	30	25,9	19,9	17,8	6	2	156,6	6	77	
3	55	30	25,9	19,9	17,8	2	2	152,6	5	79	
4	55	30	25,9	19,9	2	2	2	136,8	4	76	
5	55	30	25,9	2	2	2	2	118,9	3	74	
6	55	30	2	2	2	2	2	95	2	68	
7	55	2	2	2	2	2	2	67	1	67	

MAX CDV = 79

PCI = 21 MUY MALO

Q. Uni

Tabla 22. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-17

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-17	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
2	L	6.00	1.50	1.20	0.60	9.30	3.95%	0.00
7	H	6.80	7.00			13.80	5.86%	19.20
7	M	0.36	0.28			0.64	0.27%	11.00
3	M	11.00	3.30			14.30	6.07%	11.85
9	L	2.50	1.20		0.80	4.50	1.91%	2.00
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						44.05		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						73.00		
PCI						27.00		

R. Unidad de muestreo U-18

Tabla 23. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-18

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-18	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
9	L	3.45	2.34	##	1.90	12.25	5.20%	10.00
3	L	1.20	1.85			3.05	1.30%	4.00
17	L	2.28				2.28	0.97%	20.00
7	M	2.00	0.90	##		3.44	1.46%	45.00
7	L	0.13	0.30	##		2.12	0.90%	28.00
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO								107.00
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO								61.00
PCI								39.00

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-18

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	a	CDV
1	45	28	20	10	4		107	5	56
2	45	28	20	10	2		105	4	60
3	45	28	20	2	2		97	3	61
4	45	28	2	2	2		79	2	57
5	45	2	2	2	2		53	1	53

S. Uni	MAX CDV = 61	
	PCI = 39	MALO

Tabla 24. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-19

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-19	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	L	2.10	3.10		1.90	7.10	3.01%	32.00
7	H	1.60	2.00	##		6.60	2.80%	44.50
17	L	1.17				1.17	0.50%	2.00
9	H	2.00	4.80	##	4.20	17.60	7.47%	12.00
9	M	4.20	12.20			16.40	6.96%	7.00
3	L	0.96	10.54	##		12.60	5.35%	4.00
7	M	1.40	0.56			1.96	0.83%	20.30
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO								121.80
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO								54.00
PCI								46.00

T. Unidad de muestreo U-20

Tabla 25. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-20

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-20	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	L	10.88	4.94			15.82	6.72%	4.00
3	H	1.26				1.26	0.54%	8.00
7	M	4.00	1.40	2.34		7.74	3.29%	8.50
7	L	1.23	1.80			3.03	1.29%	2.00
4	L	0.80				0.80	0.34%	0.00
9	M	4.00	5.50	12.50		22.00	9.34%	7.00
10	L	3.65				3.65	1.55%	24.10
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						53.60		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						44.00		
PCI						56.00		

U. Unidad de muestreo U-21

Tabla 26. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-21

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-21	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUES., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL/ BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
7	H	6.30	5.60		0.66	12.56	5.33%	17.00
10	L	1.20	0.80			2.00	0.85%	18.00
11	M	0.10	0.12	0.20	0.40	0.82	0.35%	5.00
11	H	5.67				5.67	2.41%	25.60
4	L	1.08				1.08	0.46%	3.00
3	L	0.54	4.00			4.54	1.93%	3.70
9	L	3.40	4.18			7.58	3.22%	2.00
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO		74.30
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO		34.00
						PCI		66.00

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-21

Nº	VALORES DEDUCIDOS							TOTAL	a	CDV
1	25,6	18	17	5	3,7	3	2	74,3	7	34
2	25,6	18	17	5	3,7	3	2	64	6	29
3	25,6	18	17	5	3,7	2	2	63	5	31
4	25,6	18	17	5	2	2	2	61,3	4	34
5	25,6	18	17	2	2	2	2	58,3	3	27
6	25,6	18	2	2	2	2	2	53,6	2	30

MAX CDV	=	34	
PCI	=	66	BUENO

V. Unidad de muestreo U-22

Tabla 27. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-22

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-22	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
3	L	2.40	2.52		16.00	20.92	8.88%	4.50
7	L	0.45	4.55		1.50	6.50	2.76%	4.00
3	M	0.84	2.80		7.60	11.24	4.77%	10.00
11	H	5.58				5.58	2.37%	25.40
10	L	1.14	0.70			1.84	0.78%	17.00
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO	60.90	
						VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO	49.00	
						PCI	51.00	

W. Unidad de muestreo U-23

Tabla 28. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-23

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-23	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
7	H	1.32	7.00	5.25	13.57	5.76%	18.90	
7	M	1.20	0.80	1.50	3.50	1.49%	9.00	
19	L	0.80	2.16		2.96	1.26%	2.10	
2	M	6.00			6.00	2.55%	5.00	
3	L	2.40			2.40	1.02%	10.00	
13	M	1.00	1.00		2.00	0.85%	30.00	
10	L	0.80	0.75		1.55	0.66%	14.00	
					0.00	0.00%		
					0.00	0.00%		
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO							89.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO							34.00	
PCI							66.00	

Cálculo del PCI de la unidad de muestra U-23

Nº	VALORES DEDUCIDOS						TOTAL	a	CDV
1	25,4	15	8,7	6	3,9		59	5	30
2	25,4	15	8,7	6	2		57,1	4	31
3	25,4	15	8,7	2	2		53,1	3	33
4	25,4	15	2	2	2		46,4	2	34
5	25,4	2	2	2	2		33,4	1	33

MAX CDV = 34

PCI = 66 BUENO

X. Unidad de muestreo U-24

Tabla 31. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-24

HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						H = ALTO			
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-24	AREA	235.5m	
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020			
FALLAS									
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO		
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)		
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS				
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
7	H	10.00	2.75			1.16	13.91	5.91%	55.00
7	M	0.50	0.56				1.06	0.45%	15.00
9	H	15.70	8.30			4.60	28.60	12.14%	15.50
15	L	12.00	1.26				13.26	5.63%	2.00
10	M	2.80	1.24	0.90	1.50	0.80	7.24	3.07%	56.20
3	M	5.83					5.83	2.48%	8.00
							0.00	0.00%	
							0.00	0.00%	
							0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO							151.70		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO							56.00		
PCI							44.00		

A. Unidad de muestreo U-25

Tabla 31. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-25

METODO DE PCI						NIVEL DE SEVERIDAD		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-25	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		05 DE DICIEMBRE 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
3	L	21.25	2.70	3.80	27.75	11.78%	5.00	
7	H	1.00	3.15	1.80	5.95	2.53%	12.00	
3	M	5.60			5.60	2.38%	7.00	
9	L	0.80	0.56		1.36	0.58%	0.00	
15	L	7.20			7.20	3.06%	17.90	
					0.00	0.00%		
					0.00	0.00%		
					0.00	0.00%		
					0.00	0.00%		
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO						41.90		
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO						56.00		
PCI						44.00		

A. Unidad de muestreo U-26

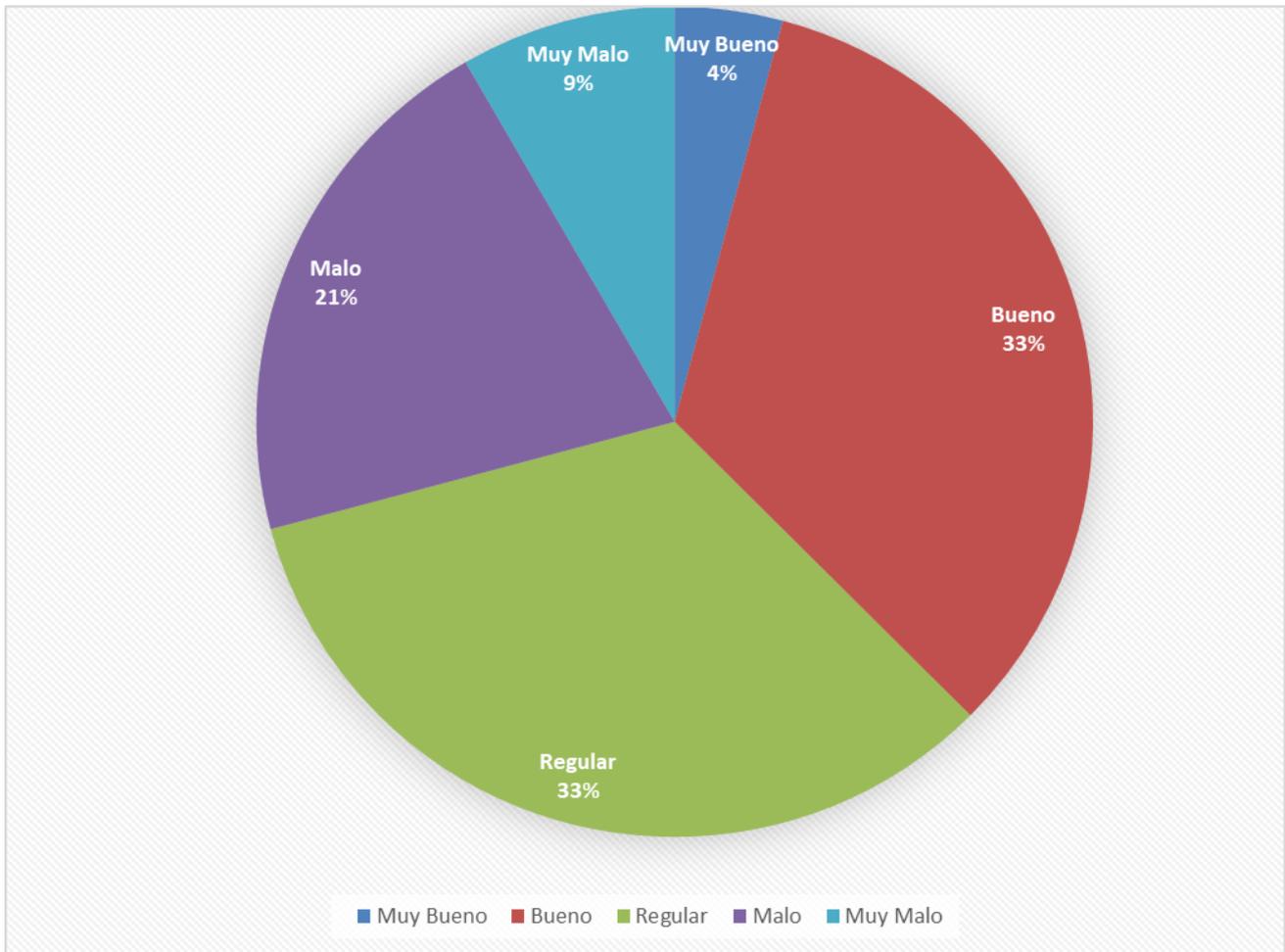
Tabla 31. Hoja de Registro de la unidad de muestra U-26

METODO DE PCI						<u>NIVEL DE SEVERIDAD</u>		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE REGISTRO / GUIA DE OBSERVACION						L = BAJO		
						M = MEDIO		
						H = ALTO		
NOMBRE DE LA VIA		AVENIDA HONORIO DELGADO		UNIDAD DE MUESTRA		U-26	AREA	235.5m
EVALUADOR		ROQUE SUCASUCA E./ ROQUE.S., R.		FECHA		04 DE MARZO 2020		
FALLAS								
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO	
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS	
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)	
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS			
FALLAS	N.SEVER.	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
9	L	3.45	2.34	##	1.90	12.25	5.20%	10.00
3	L	1.20	1.85			3.05	1.30%	4.00
17	L	2.28				2.28	0.97%	20.00
7	M	2.00	0.90	##		3.44	1.46%	45.00
7	L	0.13	0.30	##		2.12	0.90%	28.00
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
						0.00	0.00%	
VALOR DEDUCIDO TOTAL U. MUESTREO							107.00	
VALOR DEDUCIDO TOTAL CORREGIDO							75.00	
PCI							25.00	

Como RESUMEN DE RESULTADOS DEL PCI EN LA AVENIDA HONORIO Delgado, tenemos la tabla siguiente

Tabla 37 Calificación del PCI en Av. HOnorio Delgado por unidad de estudio

RESULTADOS					
UNIDAD DE MUESTRA	AREA	PCI	CALIFICACIÓN	PCI PONDERADO	CALIFICACIÓN
U-1	235.5	54	Regular	47	BUENO
U-2	235.5	41	Regular		
U-3	235.5	48	Regular		
U-4	235.5	58	Bueno		
U-5	235.5	44	Regular		
U-6	235.5	78	Muy Bueno		
U-7	235.5	65	Bueno		
U-8	235.5	44	Regular		
U-9	235.5	66	Bueno		
U-10	235.5	40	Malo		
U-11	235.5	35	Malo		
U-12	235.5	29	Malo		
U-13	235.5	48	Regular		
U-14	235.5	66	Bueno		
U-15	235.5	18	Muy Malo		
U-16	235.5	21	Muy Malo		
U-17	235.5	27	Malo		
U-18	235.5	39	Malo		
U-19	235.5	46	Regular		
U-20	235.5	56	Bueno		
U-21	235.5	66	Bueno		
U-22	235.5	51	Regular		
U-23	235.5	66	Bueno		
U-24	235.5	44	Regular		
U-26	235.5	25	Muy Malo		



El 33 % de las unidades de muestreo estudiadas tienen un estado de pavimento bueno (PCI entre 55 Y 70), sin embargo solo el 4 % del pavimento se encuentra en un estado muy bueno (PCI entre 70 y 85) , le sigue es el 21 % del pavimento que está en un estado malo (PCI entre 25 y 40), en cambio el 33 % del pavimento tiene un estado regular (PCI entre 40 y 55), el 9% del pavimento está en un estado muy malo (PCI entre 10 y 25), así mismo no se encontró un pavimento fallado (PCI entre 0 y 10) y tampoco pavimento excelente (PCI entre 85 y 1000).

3.4. Plan de Mantenimiento propuesto

Al obtener un resultado de Índice de Condición de Pavimento Bueno, según la Tabla de correlación del PCI presentada a continuación se recomienda realizar un mantenimiento correctivo en la vía de estudio,

Tabla 1
Correlación de Categoría de Acción con un rango de PCI

Rango del PCI	Categoría de Acción
100 a 85	Mantenimiento Preventivo o mínimo
85 a 60	Mantenimiento Preventivo rutinario y/o periódico
60 a 40	Mantenimiento Correctivo
40 a 25	Rehabilitación - Refuerzo Estructural
Menor a 25	Rehabilitación Reconstrucción

Fuente: (Elaboración propia de los autores)

Un plan de mantenimiento correctivo que conste de las siguientes actividades:

- Sellos de grietas en 235 m y 248 m² aproximadamente.
- Bacheos en 44 m y 72 m² aproximadamente.
- Limpieza en 951 m y 1614 m² aproximadamente.
- Tratamiento de arena o agregado compactado precalentado aproximadamente en 345 m² aproximadamente.

IV. CONCLUSIONES

- a) Se determinó que la Avenida Honorio Delgado de pavimento asfáltico del Distrito y Provincia de Trujillo en el año 2020, según la evaluación del método de índice de condición de pavimento (PCI) tiene un valor de $PCI = 47$ que de acuerdo con las escalas que nos brinda el PCI para su evaluación podemos indicar que el pavimento se encuentra en un estado BUENO.
- b) Se identificó que las fallas más comunes en el pavimento estudiado son piel de cocodrilo, desprendimiento superficial de agregados, grietas de borde, grietas longitudinales y transversales.
- c) Se determinó que el pavimento de la Avenida HOnorio Delgado tiene la presencia del nivel de severidad del 33 % de las unidades de muestreo estudiadas tienen un estado de pavimento bueno (PCI entre 55 Y 70), sin embargo únicamente el 4 % del pavimento se encuentra en un estado muy bueno (PCI entre 70 y 85) , le sigue es el 21 % del pavimento que está en un estado malo (PCI entre 25 y 40), en cambio el 33 % del pavimento tiene un estado regular (PCI entre 40 y 55), y también el 9 % del pavimento está en un estado muy malo (PCI entre 10 y 25).
- d) Se definió es necesario un mantenimiento correctivo que incluya: sello de grietas, bacheos, limpieza, tratamiento superficial de arena o agregado precalentado

V. RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda a los futuros tesisistas, evaluar adecuadamente la problemática de la zona de estudio, para así plasmar adecuadamente los objetivos del proyecto, y prever así continuar la investigación realizando ensayos en campo adecuados para la zona.

- b) Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Trujillo, realizar los estudios del proyecto y ejecución del mantenimiento de la vía, el mismo que se deben realizar en épocas en donde las disponibilidades climáticas sean favorables, además se recomienda hacer un estudio de suelos correcto y completo a lo largo de toda la avenida.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AASHTO. (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Alfaro, L. (2018). *Evaluación del deterioro del Pavimento con el Método del Índice de condición del Pavimento en la AV. La Cultura, Distrito de Laredo*. (Tesis Para Obtener el título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Privada de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Avila, N. (2016). *Análisis del estado de conservación del Pavimento flexible de la Avenida Julián Arce Cuadras 1 - 4 y Avenida la Merced Cuadra 2 - 7 del Distrito de Laredo Utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento*. (Tesis Para Obtener el título Profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Cantuarias, L & Watanabe, J. (2017) *Aplicación Del Método Pci Para La Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible De La Avenida Camino Real De La Urbanización La Rinconada Del Distrito De Trujillo*(Tesis Para Obtener el título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Choque, J. (2019). *Estudio comparativo del metodo PCI y el manual de conservacion vial MTC en la evaluacion superficial de pavimento flexible, tramo EMP.PE-3S*. Universidad Nacional del Altiplano, PUNO.
- Conza, D. (2016). *Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca*. (Tesis Para Obtener el título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú.
- Córdova, W. (2017). *Diagnóstico situacional del estado de conservación de la pavimentación flexible de la Prolongación Santa tramo canal Mochica y Avenida América utilizando el método Índice de Condición del Pavimento*. (Tesis Para Obtener el título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Privada de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Cruz, W. (2019). *Diagnóstico de las fallas en el pavimento flexible de la Avenida Ricardo Palma mediante el método de Índice de Condición del Pavimento*. (Tesis Para Obtener el título Profesional de Ingeniería Civil). Universidad Privada de Trujillo, Trujillo.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Estudio de Tráfico Vehicular*. Perú.

- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2019). *Día Mundial de la Población 2019*. Lima: INEI.
- Instituto Nacional de Vías. (2006). *Estudio e Investigación del estado de carreteras*. En F. Toledo, *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles* (Vol. 1, pág. 56). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia
- Macías, M. (2010). *Diseño de pavimento rígido para la vía Baba - La Estrella*. Guayaquil, Ecuador.
- Martínez, D. (2015). Tesis de pregrado. *Impacto del control de pesos por eje de vehículos pesados sobre la estructura de los pavimentos*. Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carretera Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras mantenimiento o conservación vial*, Perú: El ministerio
- Montejo, F. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (Segunda ed.). (A. Editores, Ed.) Bogotá, Colombia.
- Roque, E. & Roque, R. (2020). *ESTUDIO DE TRAFICO para el diseño del pavimento DE LA AVENIDA Honorio Delgado DISTRITO DE TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2020 (trabajo de investigación de grado bachiller)*. Universidad Privada de Trujillo. Trujillo. Perú.
- Rubio, C. (2012). *Principales fallas y causas en pavimentos flexibles*. Serie en línea disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/95010163/Fallas-en-Pavimentos-Flexibles>
- SCT (2014). *GUIA DE PROCEDIMIENTOS Y TECNICAS PARA LA CONSERVACION DE CARRETERAS*. Secretaria de comunicaciones y transporte. Colombia.
- Sierra, C & Rivas, A. (2016). *Aplicación y Comparación de las Diferentes Metodologías De Diagnostico Para La Conservación y Mantenimiento Del Tramo Pr 00+000 – Pr 01+020 De La Vía Al Llano (Dg 78 Bis Sur – Calle 84 Sur) en La Upz Yomasa*. (Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad Católica de Colombia. Bogotá. Colombia

[Escriba aquí]

Anexo 01

GUIA DE OBSERVACION – LEVANTAMIENTO DE DATOS DE CAMPO

METODO DE PCI INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO EN VIAS DE PAVIMENTO ASFALTICO HOJA DE RESGITRO						NIVEL DE SEVERIDAD			
						L = BAJO			
						M = MEDIO			
						H = ALTO			
NOMBRE DE LA VIA			UNIDAD DE MUESTRA			AREA			
EJECUTOR			FECHA						
1	PIEL DE COCODRILO	6	DEPRESION	11	PARCHES	16	DESPLAZAMIENTO		
2	EXUDACION	7	GRIETA DE BORDE	12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	17	GRIETAS PARABOLICAS		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	8	GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	13	HUECOS	18	HINCHAMIENTO (SYPPAGE)		
4	ELEVACION Y HUNDIMIENTO	9	DESNIVEL CARRIL / BERMA	14	CRUCE DE VIAS FERREAS	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
5	CORRUGACION	10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	15	AHUELLAMIENTOS				
FALLAS	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)		VALOR REDUCIDO

Fuente: Manual ASTM - D6433 Método de pci

Anexo 02

PANEL FOTOGRAFICO

2020



Fotografía 01 : fuente propia





2020



Fotografía 02 : fuente propia



Fotografía 03: fuente propia

2020



Fotografía 04: fuente propia

Anexo 3

Ábacos de cálculos del PCI

1.- Piel de Cocodrilo

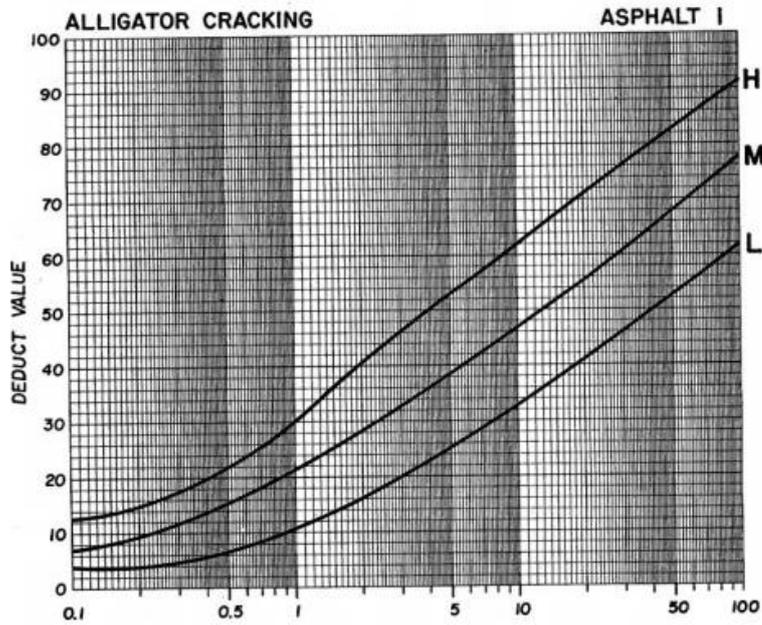


Figure C-1. Deduct value curves for alligator cracking.

2.- Exudación

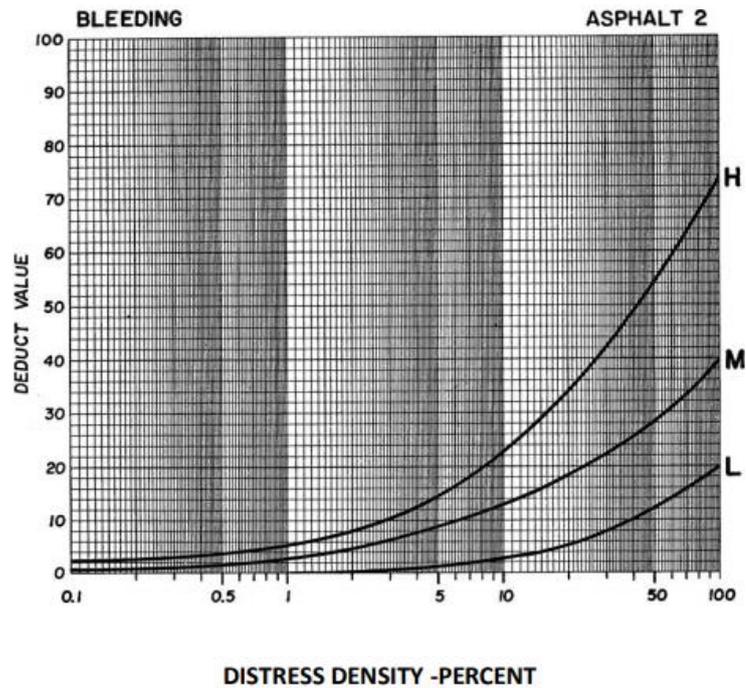
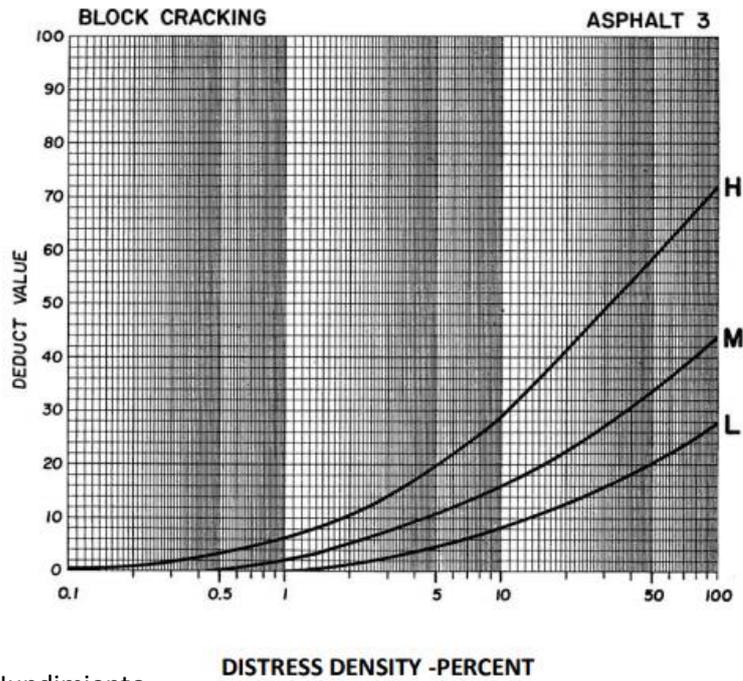


Figure C-2. Deduct value curves for bleeding.

2020

3.- Agrietamiento en Bloque



4.- Abultamiento y Hundimiento

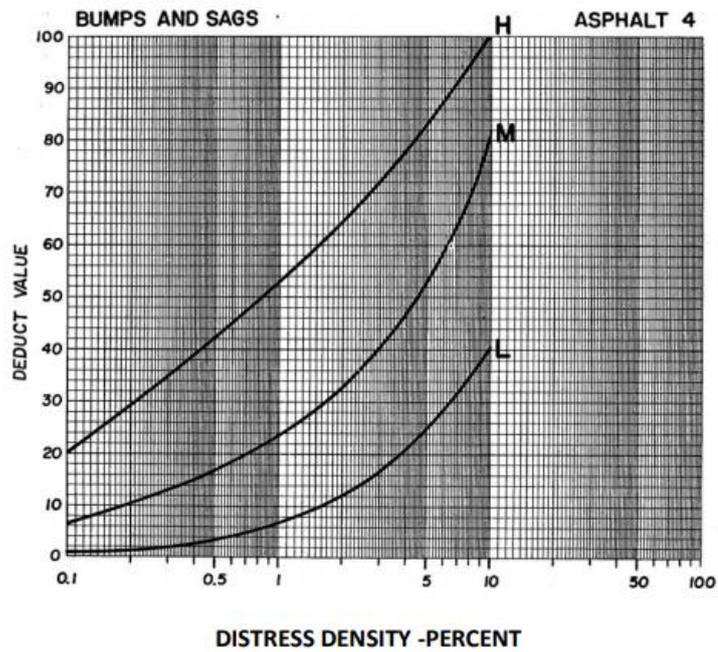
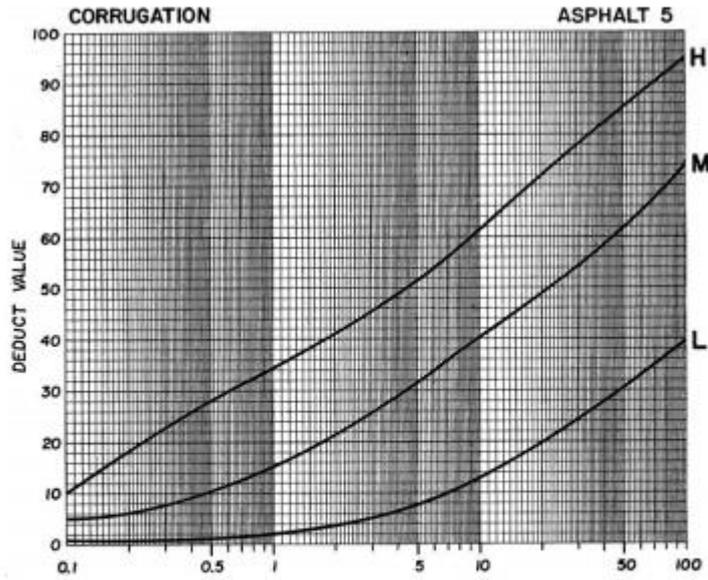


Figure C-4. Deduct value curves for bumps and sags.

2020

5.- Corrugaciones



6.- Depresiones

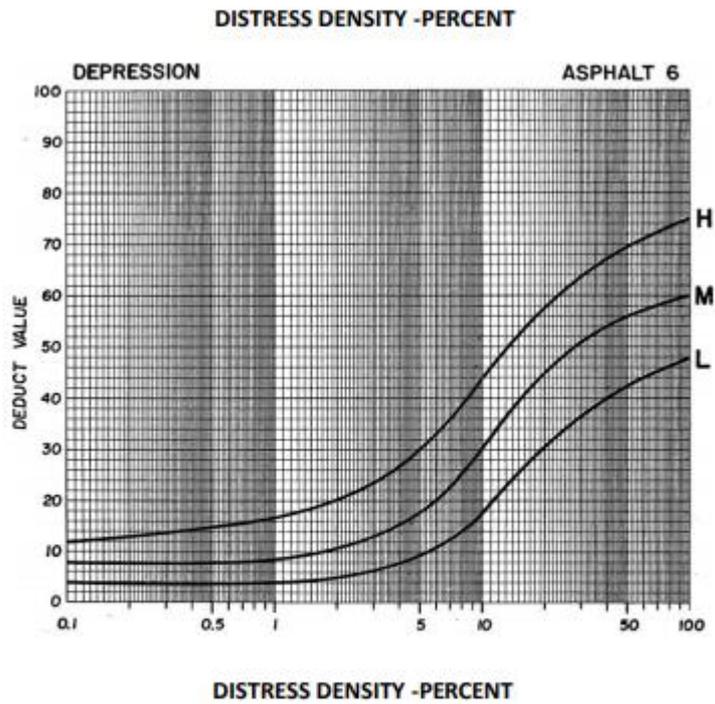


Figure C-6. Deduct value curves for depression.

2020

7.- Grietas de Borde

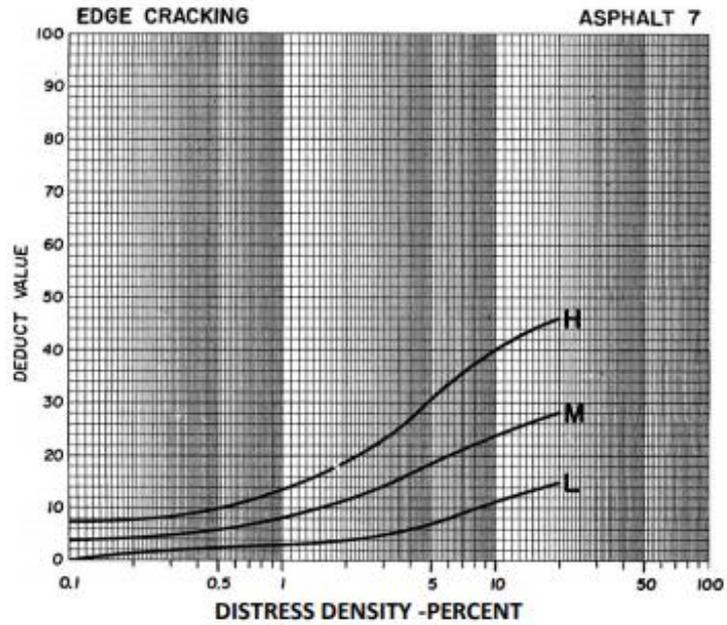


Figure C-7. Deduct value curves for edge cracking.

8.- Grietas de Reflexión de Juntas

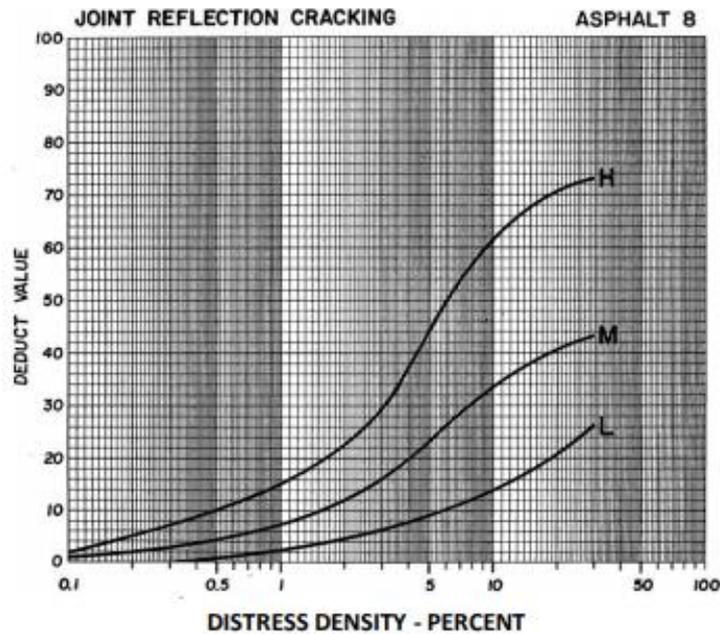


Figure C-8. Deduct value curves for joint reflection cracking.

2020

9.- Desnivel Carril/Berma

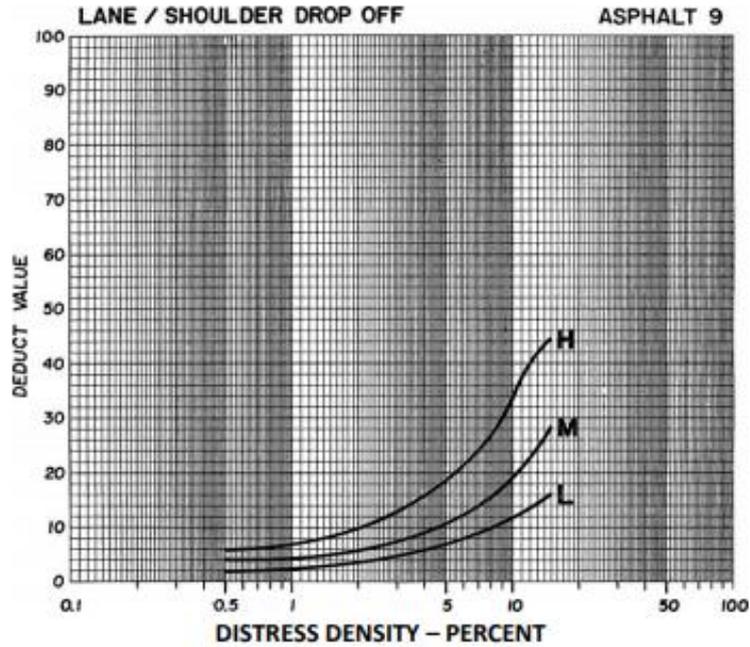


Figure C-9. Deduct value curves for lane/shoulder drop off

10.- Grietas Longitudinales y Transversales

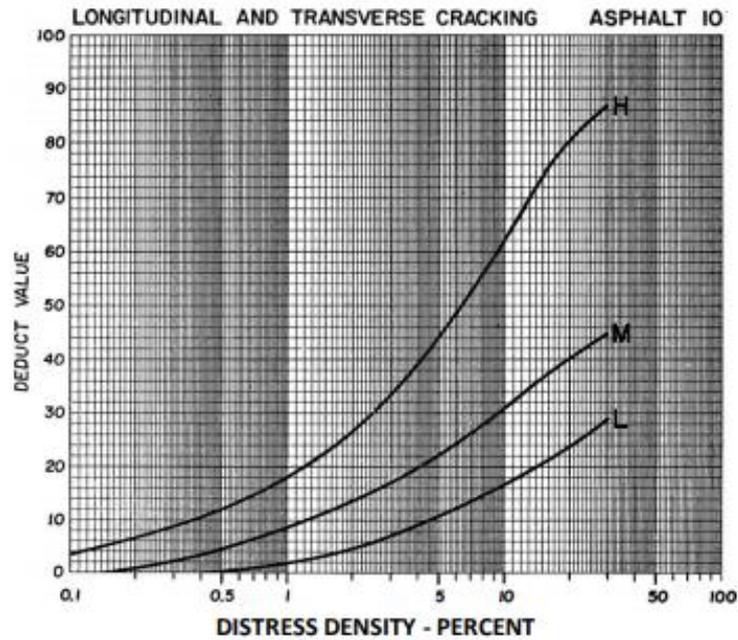


Figure C-10. Deduct value curves for longitudinal and transverse cracking.

2020

11.- Parcheo

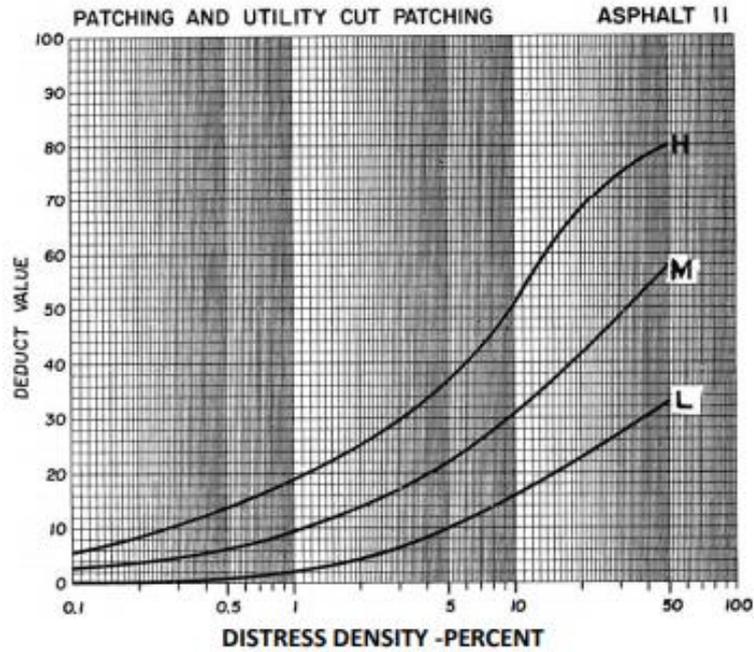


Figure C-11. Deduct value curves for patching and utility cut patching.

12.- Pulimiento de Agregados

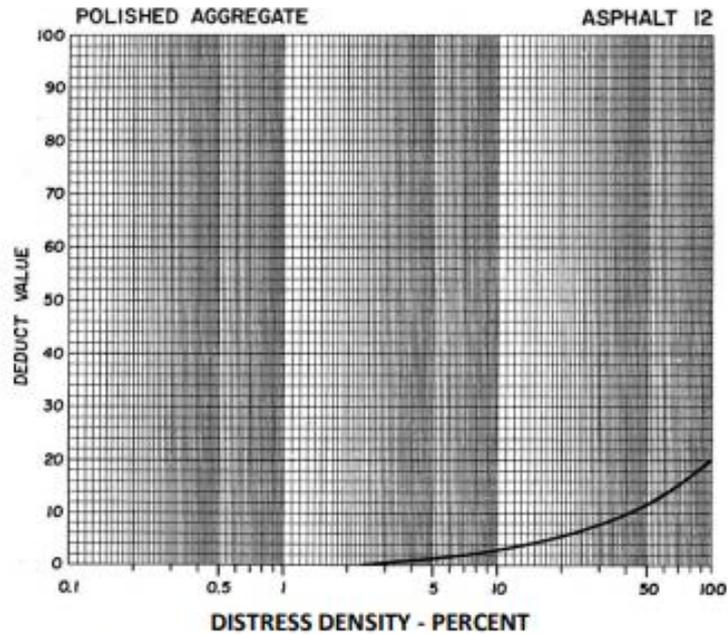


Figure C-12. Deduct value curves for polished aggregate.

2020

13. Huecos

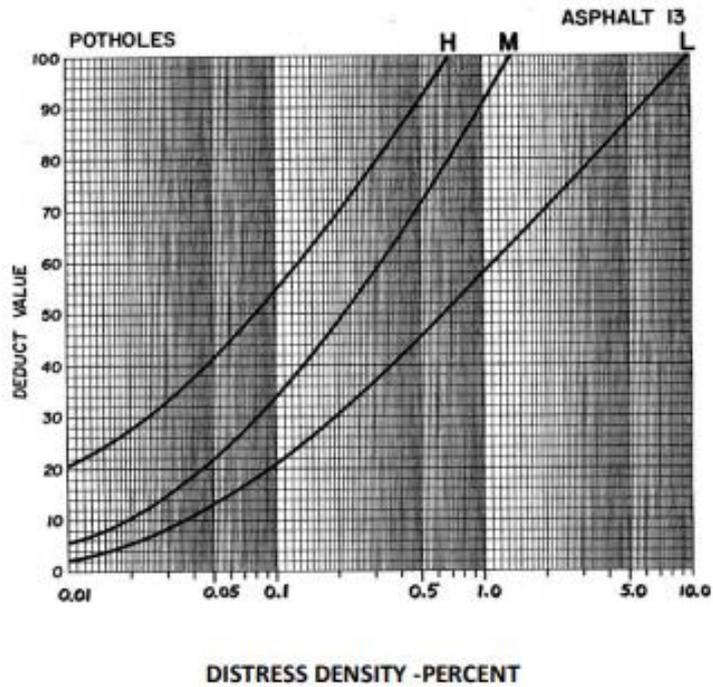


Figure C-13. Deduct value curves for potholes.

14.- Grietas Cruce de Vía Férrea

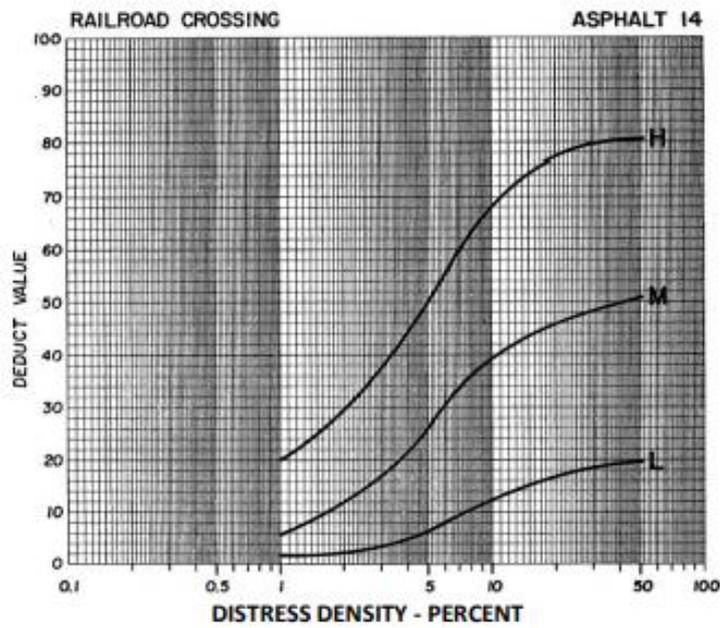


Figure C-14. Deduct value curves for railroad crossing.

2020

15. Ahuellamiento

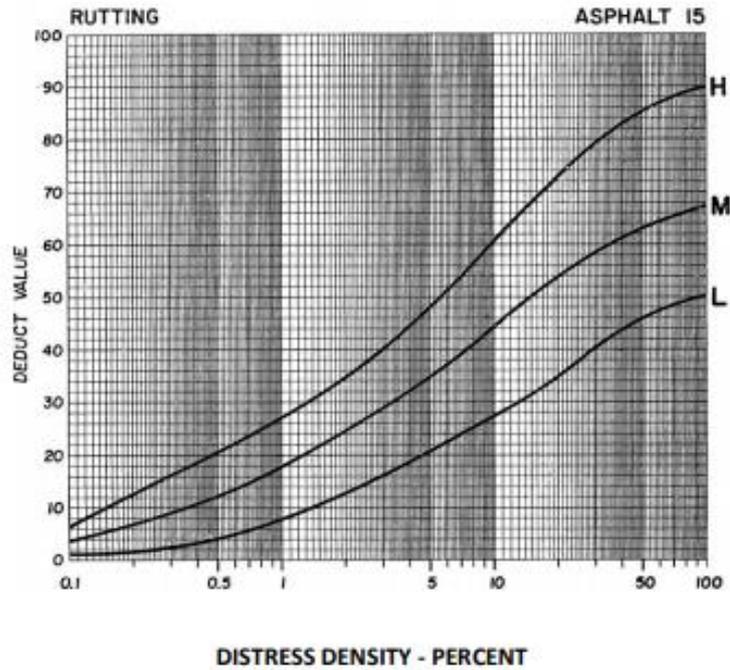


Figure C-15. Deduct value curves for rutting.

16.-Desplazamiento

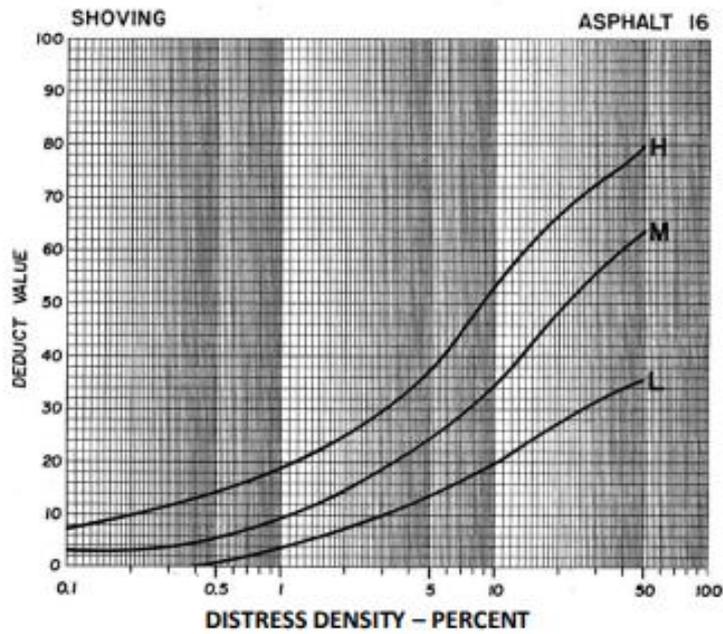


Figure C-16. Deduct value curves for shoving.

2020

17.- Grietas de Deslizamiento

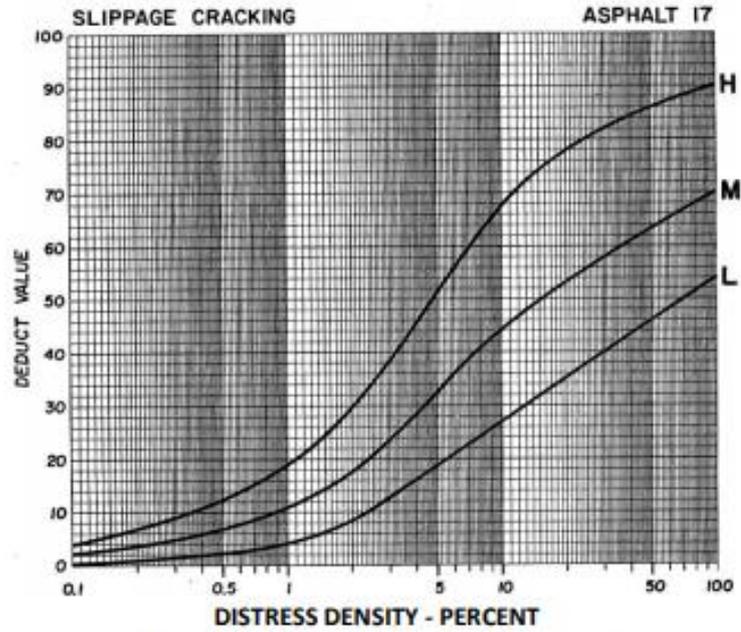


Figure C-17. Deduct value curves for slippage.

18.- Hinchamiento

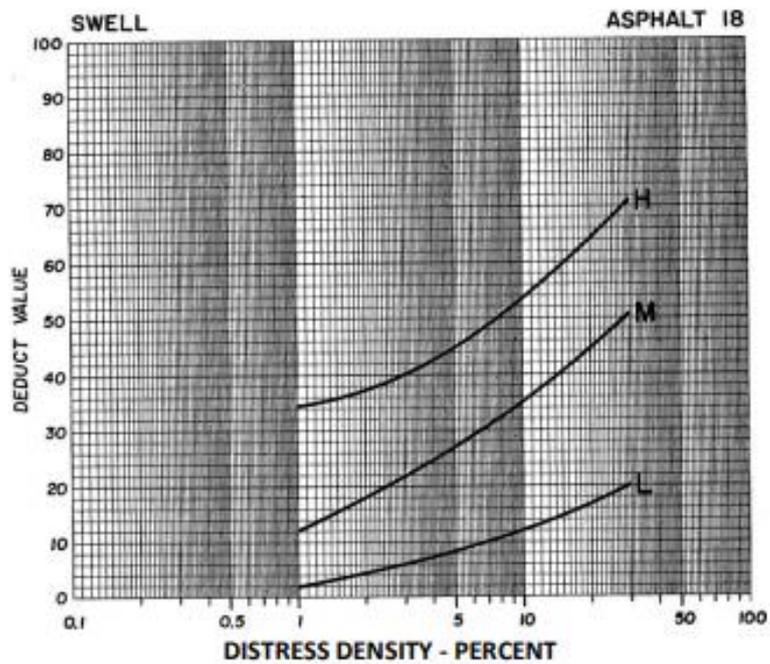


Figure C-18. Deduct value curves for swell.

2020

19.- Disgregación y Desintegración

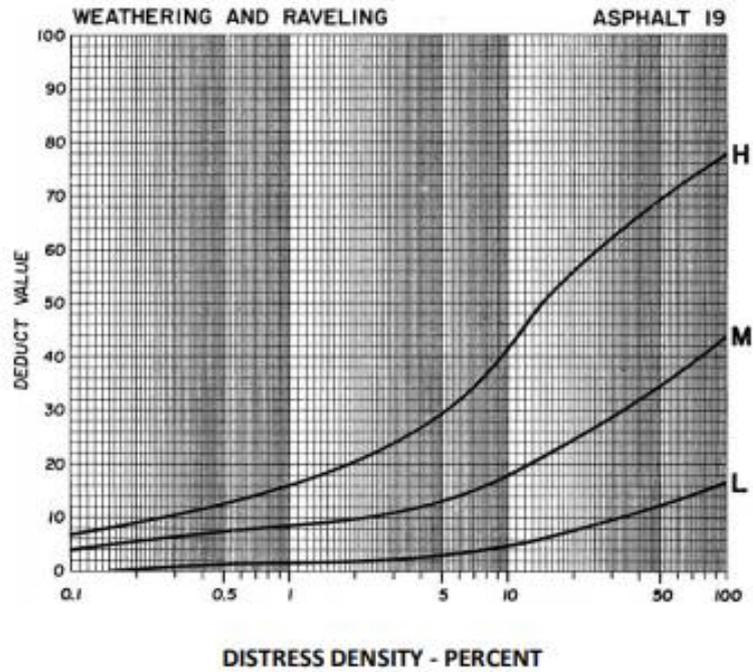


Figure C-19. Deduct value curves for weathering and raveling.

