



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA TÉCNICA

TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante un análisis comparativo entre la metodología planteada por la normativa ecuatoriana NEVI 2012 y la metodología planteada por la normativa AASHTO

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTOR: Curipoma Fernández, Carlos Enrique

DIRECTORA: Segarra Morales, María Soledad, M. Sc

LOJA ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

M. Sc.

María Soledad Segarra Morales.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante un análisis comparativo entre la metodología planteada por la normativa ecuatoriana NEVI 2012 y la metodología planteada por la normativa AASHTO** realizado por: **Curipoma Fernández Carlos Enrique**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Septiembre de 2016

f)

.....
M. Sc. María Soledad Segarra Morales.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo, **Curipoma Fernández Carlos Enrique**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible mediante un análisis comparativo entre la metodología planteada por la normativa ecuatoriana NEVI 2012 y la metodología planteada por la normativa AASHTO, de la Titulación de Ingeniería Civil, siendo M. Sc. María Soledad Segarra Morales directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f)

.....
Autor: Curipoma Fernández Carlos Enrique

Cédula: **1105642274**

DEDICATORIA

A mi familia, amigos y profesores por ser la principal fuente de inspiración y motivación en mi vida, a mi papá Luis Enrique por ser mi ejemplo a seguir, a mí mamá Narcisa por su inmenso cariño, a mi hermana Johanna por ser mi consejera, mejor amiga y por estar siempre a mi lado, a mis amigos, en especial a Pedro y Stalin, por haberme brindado siempre una verdadera amistad y enseñarme a mejorar como persona, finalmente a mis profesores por impartirme conocimientos muy importantes en mi vida como estudiante. Su cariño, sabios consejos y enseñanzas siempre quedaran presentes en mi mente y corazón.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios, a mis padres por su enorme esfuerzo y dedicación, a la Universidad Técnica Particular de Loja en especial a la M. Sc. María Soledad Segarra Morales por ser mi guía y haberme brindado su inmenso apoyo en el desarrollo del presente proyecto, a mis familiares, amigos y profesores, por formar parte de mi vida y dedicar tiempo valioso de su vida, quedo infinitamente agradecido.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I: Introducción.....	5
1.1 Objetivos.....	6
1.1.1 General.....	6
1.1.2 Específicos.....	6
1.2 Justificación.....	6
1.3 Ubicación de la zona de estudio.....	6
CAPÍTULO II: Estado del Arte.....	8
2.1 Pavimentos.....	9
2.1.1 Pavimentos Asfálticos.....	9
2.2 Daños.....	10
2.2.1 Importancia de los daños.....	10
2.2.2 Clasificación de los daños según PCI.....	11
2.2.3 Clasificación de los daños según VIZIR.....	12
2.3 PCI.....	15
2.3.1 ASTM D 5340.....	16
2.3.2 ASTM D 6433.....	16
2.4 VIZIR.....	16
2.4.1 Fallas importantes no contempladas por el método.....	17
2.5 Recopilación de información.....	17
2.5.1 Recopilación de datos.....	17
2.5.2 Tabulación de datos obtenidos y trabajo de oficina.....	17
CAPÍTULO III: Metodología	19
3.1 PCI.....	20

3.1.1	Unidades de Muestreo (UM).....	20
3.1.2	Longitud de la Unidad de Muestreo.	20
3.1.3	Número total de Unidades de Muestra (UM).	21
3.1.4	Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.	22
3.1.5	Selección de las unidades de muestreo a inspeccionar.	23
3.1.6	Cálculo del PCI en todo el trayecto.	24
3.1.7	Selección de unidades de muestra adicionales.	24
3.1.8	Cálculo del PCI en todo el trayecto con muestras adicionales.	24
3.2	VIZIR.	25
3.2.1	Clasificación y Cuantificación de los Daños.	25
3.2.2	Determinación del Índice de Deterioro Superficial “Is”.	26
CAPÍTULO IV: Análisis y discusión de resultados.....		29
4.1	Introducción.	30
4.2	Análisis del valor resultante del Índice de Condición Presente (PCI) en todo el trayecto.	30
4.3	Análisis del valor resultante del Índice de Deterioro Superficial (Is) en todo el trayecto.	36
4.4	Comparación entre los valores resultantes para ambas metodologías: PCI-VIZIR. 39	
4.5	Posibles causas y soluciones más frecuentes a los deterioros.	42
CONCLUSIONES.		45
RECOMENDACIONES.		45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.		47
ANEXO A. Valores deducidos de los diferentes tipos de deterioros PCI.....		49
Anexo A.1. Valores deducidos asfalto 1.		50
Anexo A.2. Valores deducidos asfalto 2.		50
Anexo A.3. Valores deducidos asfalto 3.		51
Anexo A.4. Valores deducidos asfalto 4.		51
Anexo A.5. Valores deducidos asfalto 5.		52
Anexo A.6. Valores deducidos asfalto 6.		52
Anexo A.7. Valores deducidos asfalto 7.		53
Anexo A.8. Valores deducidos asfalto 8.		53
Anexo A.9. Valores deducidos asfalto 9.		54
Anexo A.10. Valores deducidos asfalto 10.		54
Anexo A.11. Valores deducidos asfalto 11.		55

Anexo A.12. Valores deducidos asfalto 12.	55
Anexo A.13. Valores deducidos asfalto 13.	56
Anexo A.14. Valores deducidos asfalto 14.	56
Anexo A.15. Valores deducidos asfalto 15.	57
Anexo A.16. Corrección del valor deducido para pavimentos asfálticos.	57
ANEXO B. Formato de encuestas.....	58
Anexo B.1. Formato de encuestas PCI.....	59
Anexo B.2. Formato de encuestas VIZIR.....	60
ANEXO C. Encuestas PCI	61
Anexo C.1. Unidad de muestra 6 PCI.....	62
Anexo C.2. Unidad de muestra 71 PCI.....	63
Anexo C.3. Unidad de muestra 136 PCI.....	64
Anexo C.4. Unidad de muestra 201 PCI.....	65
Anexo C.5. Unidad de muestra 266 PCI.....	66
Anexo C.6. Unidad de muestra 331 PCI.....	67
Anexo C.7. Unidad de muestra 396 PCI.....	68
Anexo C.8. Unidad de muestra 461 PCI.....	69
Anexo C.9. Unidad de muestra 526 PCI.....	70
Anexo C.10. Unidad de muestra 591 PCI.....	71
Anexo C.11. Unidad de muestra 656 PCI.....	72
Anexo C.12. Unidad de muestra 721 PCI.....	73
Anexo C.13. Unidad de muestra 786 PCI.....	74
Anexo C.14. Unidad de muestra 851 PCI.....	75
Anexo C.15. Unidad de muestra 916 PCI.....	76
Anexo C.16. Unidad de muestra 981 PCI.....	77
Anexo C.17. Unidad de muestra 1046 PCI.....	78
ANEXO D. Encuestas VIZIR	79
Anexo D.1. Unidad de muestra 6 VIZIR.....	80
Anexo D.2. Unidad de muestra 71 VIZIR.....	81
Anexo D.3. Unidad de muestra 136 VIZIR.....	82
Anexo D.4. Unidad de muestra 201 VIZIR.....	83
Anexo D.5. Unidad de muestra 266 VIZIR.....	84
Anexo D.6. Unidad de muestra 331 VIZIR.....	85
Anexo D.7. Unidad de muestra 396 VIZIR.....	86

Anexo D.8. Unidad de muestra 461 VIZIR.....	87
Anexo D.9. Unidad de muestra 526 VIZIR.....	88
Anexo D.10. Unidad de muestra 591 VIZIR.....	89
Anexo D.11. Unidad de muestra 656 VIZIR.....	90
Anexo D.12. Unidad de muestra 721 VIZIR.....	91
Anexo D.13. Unidad de muestra 786 VIZIR.....	92
Anexo D.14. Unidad de muestra 851 VIZIR.....	93
Anexo D.15. Unidad de muestra 916 VIZIR.....	94
Anexo D.16. Unidad de muestra 981 VIZIR.....	95
Anexo D.17. Unidad de muestra 1046 VIZIR.....	96
ANEXO E. Manual de auscultación visual.....	97
Anexo E.A. PCI.	99
Anexo E.B. VIZIR.	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Glosario inglés – español de los tipos de daños.....	11
Tabla 2. Niveles de gravedad de los deterioros de tipo A.....	13
Tabla 3. Niveles de gravedad de los deterioros de tipo B.....	14
Tabla 4. Criterio de muestreo para una Red Vial.	21
Tabla 5. Longitud de las Unidades de Muestreo Asfálticas.	21
Tabla 6. Rangos de Calificación del VIZIR.	27
Tabla 7. Tramos analizados.....	31
Tabla 8. Rangos del PCI.	32
Tabla 9. Resultados PCI.	33
Tabla 10. Fallas más frecuentes PCI.	35
Tabla 11. Fallas que ocupan mayor densidad PCI.....	35
Tabla 12. Porcentajes de densidades PCI.	35
Tabla 13. Resultados VIZIR.	36
Tabla 14. Fallas más frecuentes VIZIR.	39
Tabla 15. Fallas que ocupan mayor densidad VIZIR.....	39
Tabla 16. Porcentajes de densidad VIZIR.....	39
Tabla 17. Equiparación de escalas PCI-VIZIR.	40

Tabla 18. Resultados del análisis comparativo PCI-VIZIR.	41
Tabla 19. Causas y soluciones a los daños más frecuentes.	43

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objeto conocer la condición superficial que presenta la capa de rodadura de la vía E35, tramo Loja-Catamayo, mediante un análisis comparativo entre las metodologías PCI y VIZIR. Se realizó una inspección visual sobre la superficie del pavimento asfáltico, con la ayuda de muestreos aleatorios dispuestos homogéneamente a lo largo del trayecto. Se recopiló la información referente al deterioro de la carretera para luego procesarla y determinar los valores: tanto del PCI como del Índice de deterioro superficial "Is"; estos valores estiman la condición actual de la vía de acuerdo a los desperfectos presentes en la capa de rodadura y el grado de severidad que presenten los mismos, de manera que se puedan brindar soluciones factibles que ofrezcan mejorías y una correcta funcionalidad de la carretera. Como resultado se obtuvo un pavimento asfáltico en estado "POBRE" el cual presenta un bajo grado de confortabilidad y puede llevar a ocasionar accidentes de tránsito.

PLABRAS CLAVES: Evaluación superficial, pavimentos flexibles, fallas superficiales, PCI, VIZIR.

ABSTRACT

The aim of this search was to know the surface condition that presents the layer of the road E35, stretch Loja-Catamayo, through a comparative analysis between the PCI and VIZIR methodologies. It was carried out a visual inspection on the surface of the asphalt pavement, with the help of random sampling arranged evenly along the journey. It was collected information concerning the deterioration of the road, in order to process and determine the values: both PCI and surface deterioration "Is" index; these values estimate the current condition of the track according to the defects present in the layer of tread and the degree of severity presenting them, so that, workable solutions that provide improvements and correct functionality of the road can be provide. As a result was obtained an asphalt pavement in a "Poor" condition which presents a low degree of comfort and can lead to traffic accidents.

KEYWORDS: Surface evaluation, asphalt pavements, surface failures, PCI, VIZIR.

INTRODUCCIÓN

“El PCI es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor” (ASTM D5340, 1998, p.2), “fue desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de la armada de EE.UU, verificada y adoptada por el Departamento de Defensa de EE.UU y la APWA” (ASTM D6433, 2007, p.1).

El índice de deterioro superficial “Is” es un índice propuesto por la metodología francesa VIZIR, cuyo objeto es el de clasificar la condición actual de un pavimento, su rango varía entre 1-7, siendo 7 la peor condición posible y 1 la mejor. “Es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales” (Cruz y Palacios, 2012, p.17).

Actualmente en nuestro país se ha visto necesaria la implementación de una metodología específica, que permita evaluar mediante inspecciones visuales la condición superficial de un pavimento, de manera que el proyectista pueda basar su inspección en métodos establecidos o normas oficiales, que garanticen su veracidad. La norma ecuatoriana vial NEVI 2012, incluye en el volumen 6 de sus normas el uso de la metodología francesa VIZIR. Cabe recalcar que la aplicación de las metodologías dependerá del proyectista y esta puede ser la que el mismo crea conveniente.

La evaluación superficial de un pavimento consiste en realizar un análisis visual de varios tramos de la carretera, escogidos de manera homogénea a lo largo del trayecto de la misma y cuya finalidad es la de brindar un veredicto acorde a la condición actual en la que se encuentra la capa de rodadura de la vía y cuyo grado de confiabilidad sea del 95%.

El primer paso es el de tomar muestras de cada tramo seleccionado aleatoriamente tal como lo indica la norma ASTM D6433 (2011) de tal manera que se puedan interpretar los diferentes tipos de problemas o fallas que presenta la carretera, para luego determinar los valores del PCI y del VIZIR e interpretar ambos resultados mediante un análisis comparativo de manera que se brinde una solución adecuada para los diferentes tipos de problemas intrínsecos en la vía.

Las carreteras conforman un pilar importante en el desarrollo socio-económico del país. Para el usuario vial una carretera en mal estado genera malestar al momento de su movilidad. En este caso el tramo Loja-Catamayo es un trayecto sumamente importante dado que enlaza regiones tanto de la Sierra como de la Costa ecuatoriana.

Toda obra de Ingeniería Civil tiene su período de vida útil, en este caso las carreteras con el pasar del tiempo obtienen cierto desgaste en su calzada que generan diferentes tipos de fallas. Con la ayuda del “Manual de Deterioros” presente en el MAV (2012), se levantó la información correspondiente para ambas metodologías, de manera que la guía de reparación brindada, sea de beneficio para la entidad encargada del mantenimiento de las carreteras en Ecuador como lo es el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOB).

Se evaluó la condición actual de la capa de rodadura presente en el tramo Loja-Catamayo (E35) de tal manera que se obtuvieron los siguientes valores: 5 para el Índice de deterioro superficial “Is” y 35 como total del PCI. Una desviación estándar de 9.95, rango establecido dentro de los valores permitidos por la metodología AASHTO. De acuerdo al correspondiente análisis comparativo entre ambas metodologías, se obtuvo un aporte: “Correcto”, por lo que se concluye en un resultado de la condición de la carretera como: pavimento “POBRE”.

Se debe tener en cuenta que para la evaluación superficial, es importante la consideración de varios aspectos: el uso del correspondiente equipo de seguridad para la persona encargada de la auscultación y sus ayudantes; conocimiento e interpretación del manual de fallas; después de haber realizado los correspondientes trabajos de oficina, realizar el cálculo de la desviación estándar y comparar su valor dentro de los valores permitidos y finalmente comparar los resultados entre ambas metodologías, de manera que se pueda justificar el resultado final.

Las metodologías empleadas fueron las siguientes: ASTM D6433 y NEVI 2012 cuya información, basa gran parte de su criterio en la metodología francesa VIZIR. El objetivo de ambas metodologías es la de realizar un análisis visual de manera que se pueda levantar información de la carretera, indispensable para el cálculo de sus valores característicos, que describen la condición actual en la que se encuentra la vía.

CAPÍTULO I:
Introducción

1.1 Objetivos.

1.1.1 General.

- Evaluar la condición superficial actual de la capa de rodadura (Pavimento Flexible) presente en el tramo Loja-Catamayo de la E35.

1.1.2 Específicos.

- Obtener el valor del PCI para la carretera Loja-Catamayo (E35).
- Obtener el valor del Is para la carretera Loja-Catamayo (E35).
- Análisis Comparativo de las metodologías aplicadas en el caso de estudio.

1.2 Justificación.

Desde tiempos remotos y en la actualidad, las carreteras con el pasar de los años, han ido formando parte importante en el desarrollo socio-económico de un país, es por ello que se vio necesaria la evaluación de las condiciones superficiales del pavimento flexible en el tramo Loja-Catamayo (E35) basado en la normativa ecuatoriana NEVI 2012, como en la normativa estadounidense AASHTO.

Toda obra vial posee un determinado período de vida útil, este va disminuyendo conforme la cantidad de vehículos en el país va incrementando. “Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), entre los años 2003 y 2013, el parque automotor del Ecuador presentó una tasa anual de crecimiento de 7,8%”, por este motivo es necesario realizar una cuantificación de los daños, de manera que se puedan planificar obras de reparación que mejoren la funcionalidad de la carretera y brinden un grado de comodidad aceptable a los usuarios que transitan sobre la misma.

1.3 Ubicación de la zona de estudio.

El presente proyecto se realizó en la carretera Loja-Catamayo (E35) la cual es sumamente importante ya que enlaza diferentes cantones de la provincia de Loja y varios lugares de la costa ecuatoriana, gran parte del comercio se lo realiza con la ayuda de esta vía.

Según el INEC (2010), la ciudad de Loja tiene una población de 214.855 habitantes y comprende una superficie de 1.928 km², con una temperatura promedio de 16 °C, generalmente el clima es cálido en el día y a menudo frío-húmedo en la noche.

Según el INEC (2010), el cantón Catamayo posee una población de 30.638 habitantes y comprende una superficie de 649 km², con una temperatura promedio de 23,5 °C, por lo general el clima a lo largo del año se mantiene templado.

El tramo Loja-Catamayo (Figura 1) está conformado por una calzada de pavimento asfáltico, con ancho promedio de 9 m. y una longitud total de 33 km. desde la ciudad de Loja (Redondel) hasta el cantón Catamayo (Redondel) (MTOP, 2016).

La carretera Loja-Catamayo fue construida en el año de 1981 siendo una vía de pavimento asfáltico, el último trabajo de recapeo se lo realizó en el año 2007.

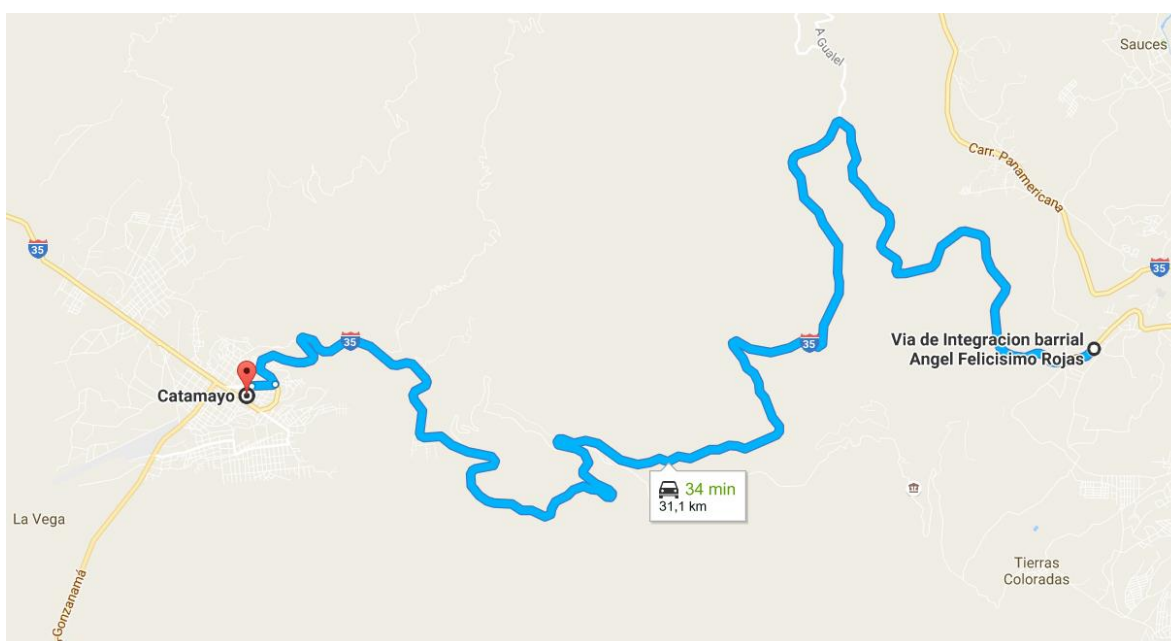


Figura 1. Vista en planta de la carretera Loja-Catamayo.

Fuente: Google Maps (2016).

Elaboración: El autor.

CAPÍTULO II:
Estado del Arte

2.1 Pavimentos.

Es el conjunto de capas superpuestas una sobre otra, estas pueden estar conformadas por diferentes materiales, según sea el requerimiento de diseño. “Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de un vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmite” (Montejo, 2002, p.1), las mismas deberán resistir estas cargas de acuerdo con el tiempo de vida útil con la que fue diseñada la carretera u obra civil (Montejo, 2002).

2.1.1 Pavimentos Asfálticos.

Están formados por una carpeta asfáltica o bituminosa, la misma que será apoyada por un conjunto de capas no rígidas, estas pueden ser: mejoramiento, subbase y base, el número de capas dependerá de la calidad del suelo de fundación. “No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra” (Montejo, 2002, p.2).

La distribución de tensiones y deformaciones sobre la estructura del pavimento son generadas por las cargas que genera el movimiento del tráfico, de manera que las diferentes capas que estructuran el mismo, amortiguarán las tensiones verticales de compresión de suelo de fundación por medio de la absorción de tensiones cortantes (Universidad Mayor de San Simón, 2004).

Con el paso de carga sobre el pavimento, existirán esfuerzos que generarán grietas y deformaciones en la fibra inferior del revestimiento asfáltico, que por efectos de presión y fatiga, deformaran según la magnitud y tiempo de carga, de manera temporal o permanente el pavimento. A su vez la repetición de estas tensiones y deformaciones de compresión producirán la formación de fallas estructurales como hundimientos, roderas, entre otras (Universidad Mayor de San Simón, 2004).

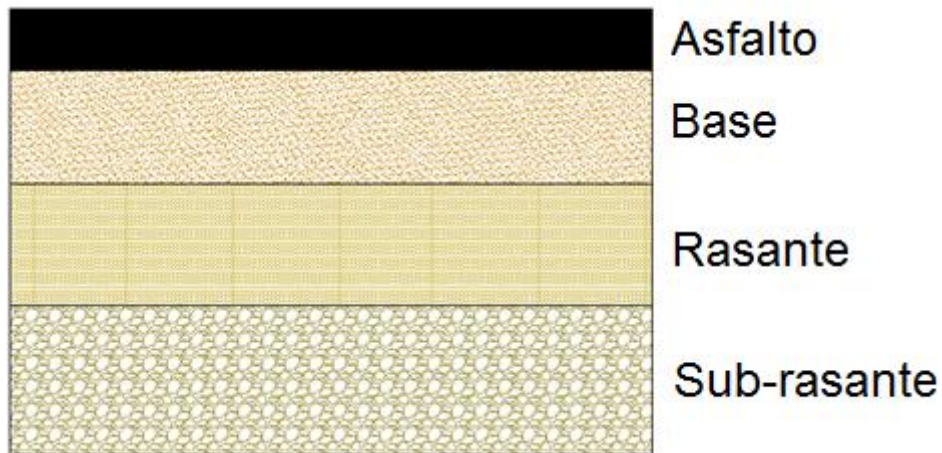


Figura 2. Estructura del pavimento asfáltico.

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

2.2 Daños.

Los daños, sirven para describir la condición en la que se encuentre un pavimento, las causas probables por la que se produjo la afectación, el inventario de los daños compone un proceso muy importante al momento de realizar la inspección visual. Existen diferentes tipos de manuales, que permiten establecer un diagnóstico sobre la patología del asfalto.

De acuerdo a la clasificación de los daños auscultados se puede determinar las razones por las cuales se produjeron estas fallas y cuáles podrían ser las mejores alternativas de reparación para cada una de ellas.

Se puede categorizar cada falla, dependiendo del grado de severidad que presente cada una de ellas, este puede ser: bajo, medio o alto. Cada deterioro poseerá su procedimiento de clasificación.

2.2.1 Importancia de los daños.

Los deterioros en las carreteras se forman por diversos factores, estos pueden ser por errores de cálculo, materiales de baja calidad, mano de obra, fallas geológicas, transcurso del tiempo de vida útil, entre otros.

El confort, la seguridad y el desarrollo de las poblaciones conectadas por las carreteras, jerarquizan las actividades de mantenimiento en una carretera, de manera que se devuelva a la vía el grado de servicio adecuado.

Dependiendo del tipo y severidad del deterioro, se deberá tomar en cuenta el procedimiento adecuado de reparación, que garantice una correcta funcionalidad en la vía y que está sea a corto o largo plazo, acorde a como se lo solicite.

Se debe tomar en cuenta que es muy difícil que se presente el caso, en el que solo actúe una causa y es más frecuente que ocurran varias de ellas, debido a diversos factores que pueden ser: tráfico, calidad de construcción y materiales, clima, etc. (Pinilla, 2007, p.9) por lo que deberá realizarse el correspondiente estudio en cuanto a mantenimiento y reparación de la carretera, estableciendo acciones a corto y largo plazo.

2.2.2 Clasificación de los daños según PCI.

La normativa ASTM D 6433 describe ciertos tipos de fallas en sus procedimientos de cálculos, es por eso que se ha implantado el uso del manual de deterioros propuesto por la universidad de Costa Rica (MAV, 2012, p.30-66) ya que delimita su catálogo de forma similar a la de la normativa antes mencionada, a continuación en la Tabla 1 se muestra una traducción al español de las fallas propuestas por la metodología del PCI:

Tabla 1. Glosario inglés – español de los tipos de daños en pavimentos flexibles (1/2).

Alligator Cracking	Piel de Cocodrilo
Bleeding	Exudación
Block Cracking	Agrietamiento en Bloque
Bumps and Sags	Abultamientos y Hundimientos
Corrugation	Corrugación
Depression	Depresión
Edge Cracking	Grieta de Borde
Joint Reflection Cracking	Grieta de Reflexión de Junta
Lane / Shoulder Drop Off	Desnivel Carril / Berma
Longitudinal & Transversal Cracking	Grietas Longitudinales y Transversales
Patching & Utility Patching	Parcheo y acometidas de servicio

Fuente: Vásquez Varela (2002).

Elaboración: El autor.

Tabla 2. Glosario inglés – español de los tipos de daños en pavimentos flexibles (2/2).

Polished Aggregates	Pulimento de Agregados
Potholes	Huecos
Railroad Crossing	Cruce de Vía Férrea
Rutting	Ahuellamiento
Shoving	Desplazamiento
Slippage Cracking	Grietas Parabólicas o por deslizamiento
Swell	Hinchamiento
Weathering / Raveling	Meteorización / Desprendimiento de Agregados

Fuente: Vásquez Varela (2002).

Elaboración: El autor.

2.2.3 Clasificación de los daños según VIZIR.

Las fallas contempladas por la metodología PCI, no son las mismas contempladas por la metodología VIZIR, ya que agrupa a los deterioros en dos tipos de fallas, las fallas de tipo estructural o “A” y las fallas de tipo funcional o “B”. Es importante recalcar que la metodología francesa en sus operaciones, toma en consideración las fallas estructurales, es por ello que su procedimiento de cálculo se ve simplificado en comparación con la del PCI.

“En el caso de los del tipo B, la solución de mantenimiento se derivará del simple reconocimiento de su existencia, no siendo necesario apelar a otros parámetros para realizar el diagnóstico” (NEVI, 2012, p.461).

Como ejemplo se puede tomar los huecos u ojos de pescado, estos deben ser bacheados y las áreas sangradas deben ser tratadas de manera que se brinde una capa de rodadura con superficie antideslizante, etc. (NEVI, 2012, p.461).

La solución de los problemas manifestados por medio de los deterioros del tipo A, dependerán de una gran variedad de factores, por lo cual, el diagnóstico deberá tomar en cuenta aspectos tales como: la capacidad de respuesta de la subrasante, calidad de materiales, tránsito futuro, etc. “Los deterioros de este tipo suelen generar trabajos importantes de rehabilitación del pavimento, los cuales traen implícito el paliativo para los defectos del tipo B” (NEVI, 2012, p.461).

A continuación en la Tabla 2 se muestra la clasificación de los deterioros del tipo A de acuerdo a su nivel de gravedad.

Tabla 3. Niveles de gravedad de los deterioros de tipo A.

Deterioro	Nivel de Gravedad		
	1	2	3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante. Flecha < 20 mm.	Deformaciones importantes. Hundimientos localizados o ahuellamientos. 20 mm ≤ Flecha ≤ 40 mm.	Deformaciones que afectan de manera importante la comodidad y la seguridad de los usuarios. Flecha > 40 mm.
Grietas longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda de rodamiento.	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas.	Fisuras muy ramificadas y / o muy abiertas (grietas).
Piel de cocodrilo	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes (menores a 500 mm) con fisuras finas, sin pérdida de materiales.	Mallas más densas (mayores a 500 mm), con pérdidas ocasionales de materiales, desprendimientos y ojos de pescado en formación.	Mallas con grietas muy abiertas y con fragmentos separados. Las mallas son muy densas (< 200 mm), con pérdida ocasional o generalizada de materiales.
Bacheos y parcheos	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B	Intervenciones ligadas a deterioros de tipo A	
		Comportamiento satisfactorio de la reparación	Ocurrencia de fallas en las zonas reparadas.

Fuente: INVÍAS (2002).

Elaboración: El autor.

A continuación en la Tabla 3 se muestra la clasificación de los deterioros del tipo B de acuerdo a su nivel de gravedad.

Tabla 4. Niveles de gravedad de los deterioros de tipo B (1/2).

Deterioro		Nivel de Gravedad				
		1		2		3
Grieta longitudinal de junta de construcción		Fina y única.		<ul style="list-style-type: none"> Ancha (10mm o más) sin desprendimiento. Fina ramificada. 		Ancha con desprendimientos o ramificada.
Grietas de contracción térmica		Fisuras finas.		Anchas sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas.		Anchas con desprendimientos.
Grietas parabólicas		Fisuras finas.		Anchas sin desprendimientos.		Anchas con desprendimientos.
Grietas de borde		Fisuras finas.		Anchas sin desprendimientos.		Anchas con desprendimientos.
Abultamientos		F < 20 mm.		20 mm ≤ F ≤ 40 mm.		F > 40 mm.
Ojos de pescado (por cada 100 m)	Cantidad	< 5	5 a 10	< 5	> 10	5 a 10
	Diámetro (mm)	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: <ul style="list-style-type: none"> Pérdida de la película ligante Pérdida de agregados 		Pérdidas aisladas		Pérdidas continuas		Pérdidas generalizadas y muy marcadas.

Fuente: INVÍAS (2002).

Elaboración: El autor.

Tabla 5. Niveles de gravedad de los deterioros de tipo B (2/2).

Descascaramiento	Prof. (mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25
	Área (m ²)	≤ 0,8	> 0,8	≤ 0,8	> 0,8
Pulimento de agregados		No se definen niveles de gravedad.			
Exudación		Puntual.	Continúa sobre la banda de rodamiento.	Continua y muy marcada.	
Afloramientos: • De mortero • De agua		Localizados y apenas perceptibles.	Intensos.	Muy Intensos.	
Desintegración de los bordes del pavimento.		Inicio de la desintegración.	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más.	Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico.	
Escalonamiento entre, calzada y berma.		Desnivel de 10 a 50 mm.	Desnivel entre 50 y 100 mm.	Desnivel superior a 100 mm.	
Erosión de las bermas.		Erosión incipiente.	Erosión pronunciada.	La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios.	

Fuente: INVÍAS (2002).

Elaboración: El autor.

2.3 PCI.

“Es una calificación numérica asociada a la condición del pavimento que varía entre 0 y 100, siendo 0 la peor condición posible y 100 la mejor” (ASTM D5340, 1998, p.2).

El PCI, también conocido como Present Condition Index (índice de condición del pavimento) por sus siglas en inglés. “Sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos, es altamente popular debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos” (Cruz y Palacios, 2012, p.17).

2.3.1 ASTM D 5340.

Permite evaluar la condición superficial del pavimento en aeropuertos, con la aplicación de inspecciones visuales en superficies de asfalto, incluyendo capas porosas de alto grado de fricción (Porous Friction Courses), y con hormigón, simple o reforzado, de cemento Portland con juntas, usando el Índice de Condición de Pavimentos (PCI) como método de cuantificación normalizado (ASTM D5340, 1998).

“El PCI para pavimentos de aeropuertos fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de EE.UU con fondos provistos por la Fuerza Aérea de EE.UU, posteriormente fue verificado y adoptado por la Administración Federal de Aviación y el Comando de Ingeniería y Equipamiento Naval de EE.UU” (ASTM D5340, 1998, p.2).

2.3.2 ASTM D 6433.

“Permite evaluar la determinación de la condición del pavimento en carreteras, lotes y estacionamientos, a través de encuestas visuales, usando el método del Índice de Condición de Pavimentos (PCI)” (ASTM D6433, 2007, p.1).

“El PCI para carreteras y aparcamientos fue desarrollado por el cuerpo de Ingenieros de la Armada de EE.UU, verificada y adoptada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y la APWA” (ASTM D6433, 2007, p.1).

2.4 VIZIR.

En el presente proyecto se optó como segunda metodología, la planteada por la norma ecuatoriana vial NEVI 2012, que en su volumen 6 se explica el procedimiento para realizar la evaluación de los deterioros en los pavimentos. Este capítulo es una adaptación del sistema francés VIZIR. “VIZIR es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación” (Cruz y Palacios, 2012, p.17).

“Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC” (Cruz y Palacios, 2012, p.17).

Es un sistema simplificado, cuya aplicación es muy sencilla, propone una diferencia clara entra fallas de tipo estructural y fallas de tipo funcional. Actualmente esta metodología es aplicada en el capítulo de conservación vial de la NEVI 2012 en el Ecuador.

2.4.1 Fallas importantes no contempladas por el método.

El sistema francés VIZIR divide la categoría de deterioros en dos: tipo A o fallas estructurales y tipo B o fallas funcionales.

Este sistema no considera, para efectos de diagnóstico, ciertas fallas en el pavimento, cuya importancia es considerable en la estimación del Índice de deterioro Superficial "Is", estas fallas son de tipo funcional o B, es por eso que en comparación con la metodología planteada por el PCI, VIZIR es más simplificada.

Las fallas de tipo B son muy frecuentes en carreteras de nuestra localidad, muchas de las veces este resultado no necesariamente es un valor efectivo que describa todas las condiciones existentes en una carretera, pero es muy importante su consideración si se desea realizar un análisis riguroso. Es conveniente un análisis comparativo de resultados entre varias metodologías, de manera que se pueda obtener un veredicto sensato de la condición real de un pavimento.

2.5 Recopilación de información.

De manera que se pueda obtener la información pertinente a cada unidad de muestra, es necesario realizar el levantamiento de los datos o muestreo en la vía, para ello es muy importante el uso de materiales de seguridad en la carretera como conos, casco, chaleco reflectivo, etc.

Cada metodología tendrá su correspondiente manual de deterioros, por lo que se deberá levantar la información por separado para cada método, es decir: primero PCI, luego VIZIR.

2.5.1 Recopilación de datos.

Una vez obtenido el número de muestras y áreas a evaluar, con su correspondiente abscisado, se deberá realizar el estudio de cada una de ellas. Ya que cada metodología tiene su clasificación de deterioros, se realizará cada encuesta por separado para cada método. Para la metodología PCI se deberá seguir la encuesta propuesta en el Anexo 1. Para la metodología VIZIR se deberá seguir la encuesta propuesta en el Anexo 2.

2.5.2 Tabulación de datos obtenidos y trabajo de oficina.

Una vez aplicadas las encuestas para cada metodología, se deberá tabular cada deterioro con su correspondiente nivel de severidad y porcentaje de densidad, de

manera que se pueda facilitar el procedimiento de cálculo de cada una de las metodologías.

Con los datos tabulados, se procederá a realizar los correspondientes cálculos para cada una de las metodologías propuestas. Es importante recalcar que para el presente proyecto, se deberá partir con el método PCI de manera que se calcule el coeficiente de desviación estándar y se garantice el 95% de confiabilidad en los datos, posterior a la obtención de este valor, se podrá realizar el cálculo del Índice de deterioro Superficial "Is", con la certeza de que los valores obtenidos en las encuestas, son confiables.

CAPÍTULO III:
Metodología

3.1 PCI.

Índice de condición del pavimento, el cual abarca los siguientes subtemas:

3.1.1 Unidades de Muestreo (UM).

Uno de los principales pasos para realizar la auscultación superficial de un pavimento es la selección de una unidad de muestra, las cuales pueden ser seccionadas o fraccionadas por tramos de carretera cuyo único propósito es la inspección del asfalto y que dependen de diferentes aspectos.

El tipo de evaluación, dependerá del tipo de proyecto que se pretenderá evaluar, estos pueden ser:

- Evaluación a Nivel de Red, en los cuales se pueden obtener número de unidades de muestra considerables, o bien el estudio consistirá en la auscultación de toda una red vial como puede ser una red estatal, provincial o cantonal. El tiempo empleado para la auscultación de este tipo de proyecto demandará una inversión notable de tiempo, por lo que el Manual de Auscultación Visual de la Universidad de Costa Rica MAV (2012) recomienda utilizar los valores expuestos en la Tabla 4.
- Evaluación de un tramo de Red o Proyecto, es recomendable utilizar todas las unidades de muestras, sin embargo en el caso de no ser posible, el número mínimo de unidades de muestreo que deben evaluarse se obtendrán con la Ecuación 2 (MAV, 2012).

3.1.2 Longitud de la Unidad de Muestreo.

Esta longitud dependerá del ancho de la calzada para pavimentos asfálticos, y para pavimentos rígidos, del tamaño de la losa. El rango de valores para pavimentos flexibles se define según indica la Tabla 5. Es recomendable seguir estos valores por que la metodología del PCI contempla estas relaciones dentro del cálculo de los valores deducidos. El área de la unidad de muestreo debe estar comprendida en el rango de $225 \pm 90 \text{ m}^2$.

Es recomendable utilizar la menor longitud de unidad de muestra, pero estos valores quedan a criterio del usuario. Si el ancho de la calzada es mayor que el mostrado en la

Tabla 5 deberá dividirse el ancho de calzada por la mitad, para que se cumpla con un área de $225 \pm 90 \text{ m}^2$ y la longitud mínima de 31,5 m, en cuyo caso, será necesario realizar dos análisis independientes (MAV, 2012).

Tabla 6. Criterio de muestreo para una Red Vial.

N° de unidades de muestra en la sección (N)	N° de unidades de muestra a ser inspeccionadas (n)
1 – 5	1% * N
6 – 10	2% * N
11 – 15	3% * N
16 – 40	4%* N
Más de 40	10% * N (Redondear a la siguiente unidad de muestra)

Fuente: Armijos Salinas (2009).

Elaboración: El autor.

Tabla 7. Longitud de las Unidades de Muestreo Asfálticas.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestra (m)
3,5 – 6,5	47
4,0 – 7,5	42
4,5 – 8,5	38
5,0 – 9,0	35
5,5 – 10 (máx.)	31,5

Fuente: MAV (2012).

Elaboración: El autor.

3.1.3 Número total de Unidades de Muestra (UM).

El cálculo del número total de UM presentes para el tramo de carretera a inspeccionar se obtiene con la siguiente expresión:

$$N = \frac{\text{Longitud del tramo}}{\text{Longitud de la unidad de muestra}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo a ser inspeccionadas en la sección del pavimento.

Longitud del tramo: La longitud total de la red o tramo de proyecto a ser evaluada (m).

Longitud de la unidad de muestra: La longitud de la unidad de muestra seleccionada en el rango propuesta anteriormente por la Tabla 5.

3.1.4 Número mínimo de unidades de muestra a evaluar.

Lo ideal sería evaluar toda la red, es decir, todas las unidades de muestra calculadas debido a que se obtendrá una confiabilidad del 100% en los resultados, sin embargo muchas de las veces no se pueden evaluar todas las muestras debido a las extensiones que presentan los proyectos, es por eso que se selecciona el número mínimo de unidades de muestra a inspeccionar como lo indica la Ecuación 2.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N - 1) + \sigma^2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestra a inspeccionar.

N: Número total de unidades de muestreo a ser inspeccionadas en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimado del PCI de la sección, (*e* = 5%).

σ: Coeficiente de desviación estándar del PCI, valor inicial (*σ* = 10).

MAV (2012) recomienda:

Durante la inspección inicial asumir una desviación estándar (*σ*) del PCI de 10 para pavimento flexible y de 15 para pavimento rígido. En inspecciones subsecuentes se usará la desviación estándar real (o el rango PCI) de la inspección previa en la determinación del número mínimo de unidades que deben evaluarse, para asegurar el 95% de confiabilidad en los datos (p.6).

El cálculo del coeficiente de desviación estándar real viene dado por la siguiente ecuación:

$$\sigma = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_s)^2}{m} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

PCI i: Valor del PCI individual de cada unidad de muestra.

PCI s: Valor del PCI promedio del proyecto.

m: Número total de unidades de muestra analizadas.

σ : Coeficiente de Desviación Estándar del PCI, para el proyecto analizado.

3.1.5 Selección de las unidades de muestreo a inspeccionar.

Es recomendable repartir uniformemente las unidades muestra, en todo lo largo del tramo, de manera que se puedan tomar datos de todas las secciones de la carretera, es por eso que el intervalo de muestreo como se muestra en la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo a ser inspeccionadas en la sección del pavimento.

n: Número mínimo de unidades de muestra a inspeccionar.

i: Intervalo de muestreo, redondeado al número inferior.

Es importante saber que la primera unidad de muestra tiene ser escogida de una manera aleatoria sistemática. "Así, si $i=3$, la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede ser

1, 2 o 3 y se denominará S, las unidades de muestreo para evaluación se identifican como (S), (S + i), (S + 2i), y así sucesivamente” (MAV, 2012, p.7).

En caso que se vaya a realizar un proyecto de rehabilitación y se requieran cantidades de daño exactas para pliegos de licitación, se deberá evaluar todas las unidades de muestreo (MAV, 2012).

3.1.6 Cálculo del PCI en todo el trayecto.

El cálculo del PCI en todo el trayecto se verá reflejado en la siguiente ecuación:

$$PCI = \frac{\sum_{i=1}^n PCI_i}{N} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

PCI: Es el índice de condición del pavimento en todo el tramo estudiado.

PCI i: Es el índice de condición del pavimento de cada tramo analizado.

N: Es el número total de muestras analizadas.

3.1.7 Selección de unidades de muestra adicionales.

Se puede considerar obtener unidades de muestra adicionales a las calculadas, si se requiere conseguir mayor confiabilidad en los resultados y si la carretera posee tramos muy irregulares, se tomará unidades con fallas muy importantes que incomoden el transporte de los usuarios viales, con estos ejemplares adicionales se verá alterado de una manera mínima el resultado del PCI, si no son muy considerables las muestras tomadas.

3.1.8 Cálculo del PCI en todo el trayecto con muestras adicionales.

El cálculo del PCI en todo el trayecto, tomando en cuenta muestras adicionales, se verá reflejado por la siguiente ecuación:

$$PCI = \frac{[PCI_R*(N-A)]+(PCI_A*A)}{N} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

PCI: Es el índice de condición del pavimento en todo el tramo estudiado.

PCI r: PCI promedio de las unidades de muestra aleatorias o representativas.

PCI a: PCI promedio de las muestras adicionales.

N: Es el número total de muestras analizadas.

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

3.2 VIZIR.

Es un sistema muy simple, cuyo objetivo es establecer una referencia diáfana entre fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos importantes categorías, A y B (Pinilla, 2007).

Los daños de tipo A se refieren a una afección estructural del pavimento. Son daños provocados por la carencia de capacidad estructural dentro de la calzada de la vía, y sus efectos comprenden a la derivación de agrietamientos y deformaciones combinados a la fatiga del pavimento.

Las fallas de tipo B, básicamente se deben a una carencia de tipo funcional, sus reparaciones colectivamente no están referenciadas a la capacidad estructural de la calzada. Básicamente se encuentra en fallas o errores constructivos y contextos de tránsito.

3.2.1 Clasificación y Cuantificación de los Daños.

Los daños del tipo A por lo general suelen describir una carencia en el estado estructural del pavimento, implicando una combinación de las condiciones de las diversas capas y el suelo de la capa subrasante, o básicamente en la capa de rodadura. Estos daños generalmente ocurren debido a la escasez de la resistencia estructural de la calzada cuyos trabajos de reparación requieren del conocimiento de varios criterios de estimación, entre ellos diferentes ensayos como de resistencia, a la deflexión, entre otros. En resumen estos daños abarcan a las deformaciones y las grietas referentes a la fatiga del pavimento asfáltico.

En cuanto a los daños del tipo B, la gran mayoría son de tipo funcional cuyos orígenes se encuentran en las diferentes carencias constructivas y a variaciones locales como puede ser el tránsito, climas muy variados, entre otros. Las fallas de tipo B son agrietamientos producidos por asuntos distintos a la fatiga en el pavimento, estas fallas dan lugar a reparaciones que por lo general no tienen nada que ver con la falta en la capacidad estructural de la calzada.

Algunos de los daños del tipo A y B, con su respectivo grado de severidad se pueden observar, representados en la Tabla 2 y Tabla 3, respectivamente, el color de fondo (blanco, gris y negro) diferencian el tipo de gravedad, de menor a mayor respectivamente, para clasificar cada gravedad en las fallas se debe tener en cuenta algunos aspectos claramente especificados en la misma.

3.2.2 Determinación del Índice de Deterioro Superficial “Is”.

Los daños de tipo A y B se afrontan de diversas maneras, debido a efectos de corrección. Para las fallas o daños de tipo B, la reparación se deriva conforme se detecta su existencia.

En cambio, la solución de los problemas que se manifiestan por medio de daños del tipo A depende de diversos factores, por lo tanto, el diagnóstico exigirá la consideración de aspectos tales como la capacidad portante, la calidad de los materiales existentes, el tránsito futuro, entre otros. Los daños de este tipo suelen generar trabajos importantes de rehabilitación del pavimento, los cuales traen implícito el paliativo para los defectos del tipo B. Así, por ejemplo, el sellado de las grietas para impedir la entrada del agua, no es necesario si se acoge una operación de reciclado para rectificar defectos de mayor importancia. De manera general, los daños del tipo B intervienen en la solución en ausencia de las del tipo A. Por lo tanto, el índice visual global que califica el estado del pavimento, tiene en cuenta los daños del tipo A (Pinilla, 2007).

Para empezar con el procedimiento de cálculo del Índice de Deterioro Superficial “Is”, primeramente se deberá encontrar el índice de fisuración (I_f), este coeficiente depende de la severidad y extensión de las grietas o fisuras de tipo estructural en cada unidad de muestra o tramo evaluado, este índice es calculado a partir de las fallas o daños del tipo A.

Luego se calcula el índice de deformación (Id), el cual depende de la severidad y extensión de las deformaciones de origen estructural, este índice es calculado a partir de las fallas o daño de tipo A.

La combinación de estos dos resultados “If” e “Id” da lugar a un primer índice de calificación de la calzada, el cual debe ser corregido en función de la extensión y calidad de los trabajos de bacheo o parcheo. En este punto, es importante considerar que si bien algunos métodos de calificación de la condición del pavimento no incluyen las áreas con parches y bacheos, el VIZIR considera que ellas deben formar parte integrante de la evaluación, con el argumento que mientras una reparación localizada reciente enmascara un problema, las reparaciones frecuentes lo confirman NEVI (2012).

Efectuada esta corrección, cuando corresponda, se obtiene el “Índice de Deterioro Superficial, (Is)”, el cual califica la calzada en la longitud escogida para el cálculo. Los valores resultantes del Is y su procedimiento de cálculo se muestran en la Tabla 6 y Figura 5, respectivamente (Pinilla, 2007).

Tabla 8. Rangos de Calificación del VIZIR.

Valor del Is	Estado
1	Excelente
2	Muy Bueno
3	Bueno
4	Regular
5	Pobre
6	Muy Pobre
7	Deficiente

Fuente: MAV (2012).

Elaboración: El autor.

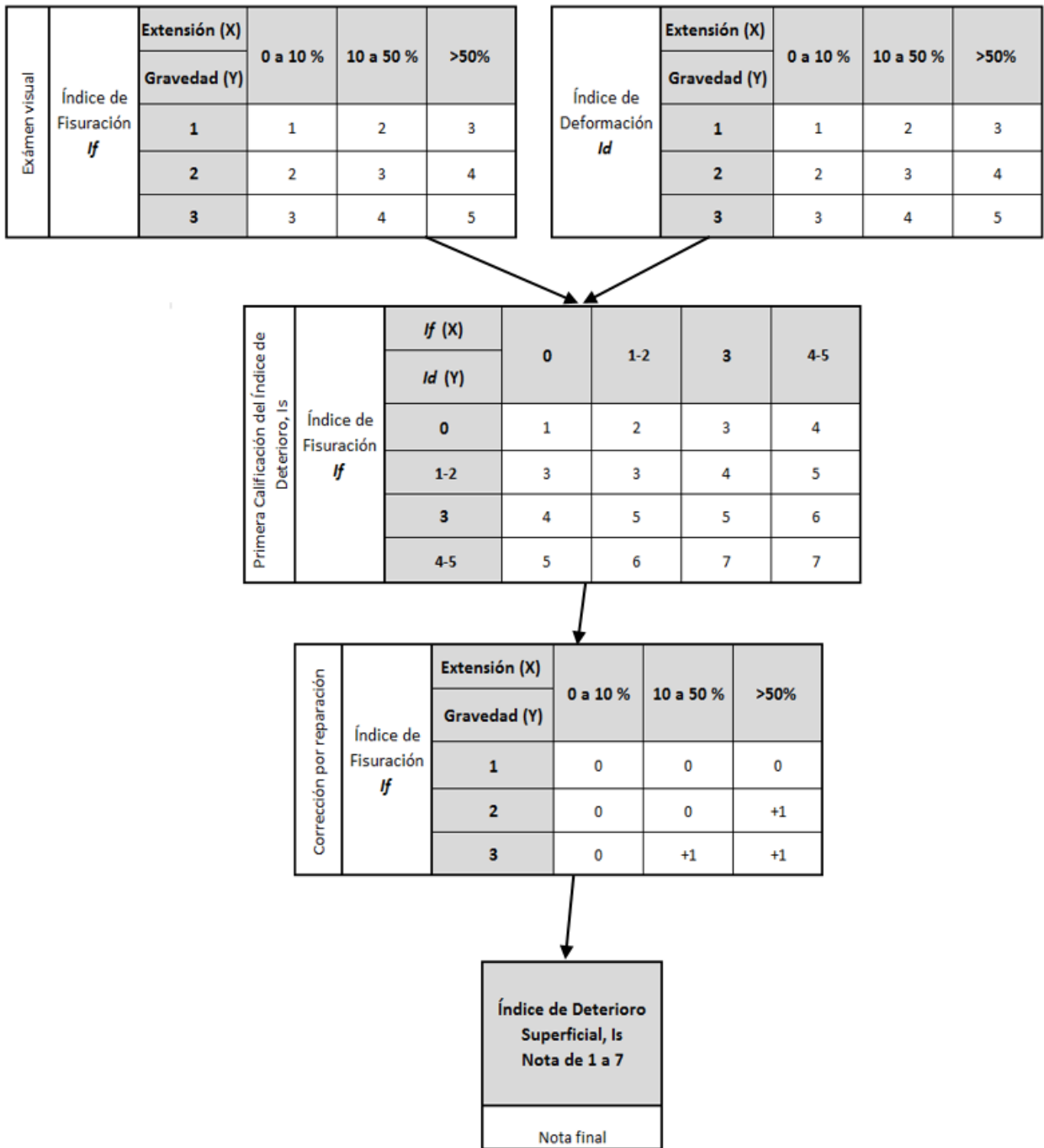


Figura 3. Procedimiento de cálculo del índice de deterioro superficial “*I_s*”

Fuente: NEVI (2012).

Elaboración: El autor.

CAPÍTULO IV:

Análisis y discusión de resultados.

4.1 Introducción.

De manera que se puedan brindar soluciones factibles a la problemática planteada en el presente proyecto, se ha visto necesario el análisis de los valores obtenidos al realizar el procedimiento de auscultación visual del pavimento en la carretera Loja-Catamayo, cabe recalcar que todas las operaciones de obtención de datos, cálculos y comparaciones se realizaron con la guía de las normativas planteadas para los principales temas, en este caso PCI y VIZIR. Es de suma importancia que se brinde un análisis lógico de la situación, casos críticos y problemática en el desarrollo del proyecto, con el objeto de brindar las correspondientes conclusiones y recomendaciones pertinentes al asunto.

4.2 Análisis del valor resultante del Índice de Condición Presente (PCI) en todo el trayecto.

De acuerdo a lo expuesto en la norma ASTM D-6433, para pavimentos flexibles con ancho de calzada menor de 10 m, el rango del área de la unidad de muestreo debe estar entre $225 \pm 90 \text{ m}^2$.

La carretera Loja-Catamayo (E35) presenta las siguientes características:

Capa de rodadura: Pavimento Asfáltico.

Número de carriles: 2, uno por cada sentido.

Ancho de calzada: 9 m.

Longitud del tramo (Loja-Catamayo): 33.000 m.

Según MAV (2012) es recomendable para un ancho de calzada entre 5,5 y 10 m, utilizar una longitud de la unidad de muestreo de 31,5 m. como máximo, esta longitud puede ser variable, si el personal a cargo de la evaluación lo cree pertinente.

Se obtuvo el número de unidades de muestra con la Ecuación 1:

$$N = \frac{33000 \text{ m.}}{31,5 \text{ m.}}$$

$$N = 1048.$$

Este número de unidades de muestra pertenecen al total de la longitud de la carretera. En el presente proyecto se realizó un análisis aleatorio de la vía.

El número de unidades de muestra que se evaluaron en el presente proyecto se obtuvieron con la Ecuación 2.

Durante la inspección inicial se asumió un valor del coeficiente de desviación estándar del PCI equivalente a 10. En trayectos con tramos que tengan demasiadas longitudes rectas (por ejemplo carreteras de la costa) o cuya ruta sea importante para el desarrollo socio-económico de la ciudad o ciudades influyentes a la zona de estudio, se recomienda realizar el análisis inicial y posterior a ello con los resultados obtenidos, determinar el valor real de la desviación estándar.

Se obtuvo un valor de unidades de muestra a ser inspeccionadas de:

$$n = \frac{1048 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (1048 - 1) + 10^2}$$

$$n = 16.$$

Con el objeto de asegurar una inspección homogénea en todo el trayecto de la carretera, se calculó el correspondiente valor de separación entre unidades de muestra con la Ecuación 4:

$$i = \frac{1048}{16} = 65,5.$$

Se debe tomar un valor cerrado, este puede ser 65 o 66, la norma ASTM D6433 (2011) recomienda tomar el valor mínimo redondeado, por ello se eligió una separación de 65 entre unidades de muestras. Es decir la primera unidad de muestra puede ser la 1 o la 65, para el presente proyecto se tomó como unidad de muestra inicial S1 la UM 6.

Una vez obtenida la separación y tomando como unidad de muestra inicial la UM 6, se analizaron los siguientes tramos (Tabla 7):

Tabla 9. Detalles de tramos analizados en la carretera Loja-Catamayo (1/2).

Muestra	UM	Abscisa Inicio	Abscisa Fin
S1	6	0+157,50	0+189
S2	71	2+205,00	2+236,5

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 10. Detalles de tramos analizados en la carretera Loja-Catamayo (2/2).

S3	136	4+252,50	4+284
S4	201	6+300,00	6+331,5
S5	266	8+347,50	8+379,00
S6	331	10+395,00	10+426,50
S7	396	12+442,50	12+474,00
S8	461	14+490,00	14+521,50
S9	526	16+537,50	16+569,00
S10	591	18+585,00	18+616,50
S11	656	20+632,50	20+664,00
S12	721	22+680,00	22+711,50
S13	786	24+727,50	24+759,00
S14	851	26+775,00	26+806,50
S15	916	28+822,50	28+854,00
S16	981	30+870,00	30+901,50
S17	1046	32+917,50	32+949,00

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Con los tramos seleccionados en la Tabla 7 se realizó la auscultación visual, tomando en cuenta los procedimientos establecidos por la norma ASTM D-6433 y guiándose por el manual de deterioros propuesto por el MAV (2012, p. 30-66).

El rango de la condición del PCI se expone en la Tabla 8:

Tabla 11. Rangos del PCI.

Valor del PCI	Estado
100-86	Excelente
85-71	Muy Bueno
70-56	Bueno
55-41	Regular
40-26	Pobre
25-11	Muy Pobre
10-0	Fallado

Fuente: ASTM D6433 (2007).

Elaboración: El autor.

Luego de haber realizado la inspección visual se tabularon los datos obtenidos y se obtuvieron los resultados para el índice de condición del pavimento (PCI) correspondientes a cada tramo analizado, los cuales se muestran en la Tabla 9:

Tabla 12. Resultados PCI.

Muestra	U.M.	PCI	Estado
1	6	27	Pobre
2	71	50	Regular
3	136	40	Pobre
4	201	44	Regular
5	266	44	Regular
6	331	39	Pobre
7	396	49	Regular
8	461	25	Muy Pobre
9	526	46	Regular
10	591	23	Muy Pobre
11	656	21	Muy Pobre
12	721	26	Pobre
13	786	24	Muy Pobre
14	851	30	Pobre
15	916	42	Regular
16	981	41	Regular
17	1046	24	Muy Pobre

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tomando los valores obtenidos, se realizó el cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) de todo el trayecto con la Ecuación 5:

$$PCI = \frac{595}{17}$$

$$PCI = 35.$$

De manera que se asegure el 95% de confiabilidad en los resultados obtenidos se procedió a realizar el cálculo del coeficiente de desviación estándar real presente en el tramo estudiado, con la Ecuación 3 expuesta en el capítulo anterior:

$$\sigma = 9,95.$$

Se obtuvo un valor de 9,95, valor que se encuentra dentro de los rangos recomendados por el MAV (2012), entre 9,5 y 12.

Con el coeficiente de desviación estándar calculado, es cierto que los valores obtenidos en la presente auscultación poseen un 95% de confiabilidad. No fue necesaria la adición de UM, ya que el valor de σ obtenido es muy cercano a 10, por lo que no modificó ningún cálculo en las unidades de muestra.

A continuación se presenta en la Figura 6, una representación de todas las muestras tabuladas y su correspondiente valor del PCI:

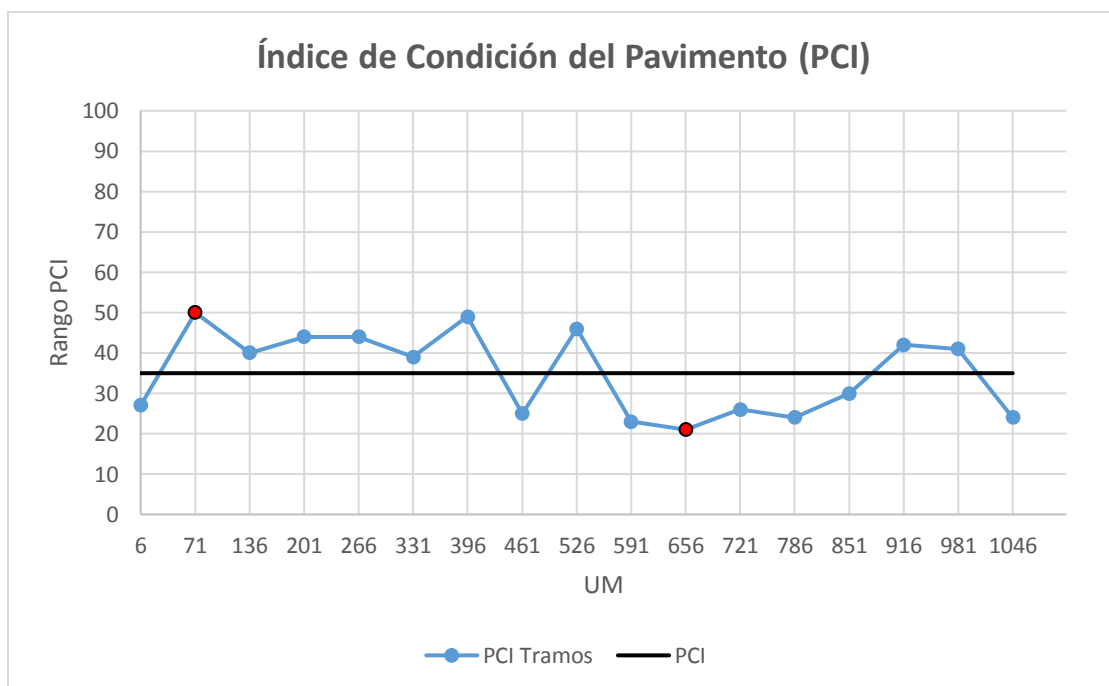


Figura 6. Resultados PCI.

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

El tramo con menor PCI fue la UM 656, cuya abscisa de inicio es: K20+632.50 con coordenadas (9557686; 688214); el valor obtenido fue de “21”, el estado actual de la capa de rodadura en esta área evaluada se encuentra en un estado “MUY POBRE”.

El tramo con mayor PCI fue la UM 71, cuya abscisa de inicio es: K2+205 con coordenadas (9560517; 694657); el valor obtenido fue de “50”, es decir que el estado actual de la capa de rodadura en esta área evaluada se encuentra en un estado “REGULAR”.

En todo el tramo de la carretera Loja-Catamayo, como fallas más representativas o redundantes del PCI se obtuvo:

Tabla 13. Fallas más frecuentes PCI.

Puesto	Deterioro Auscultado	# Veces
1	Longitudinal y transversal (ml)	28
2	Cuero de lagarto (m ²)	17
3	Bloque (m ²)	17

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 14. Fallas que ocupan mayor densidad PCI.

Puesto	Deterioro Auscultado	Densidad
1	Rodera (m ²)	232,56
2	Bloque (m ²)	192,99
3	Hundimiento (m ²)	171,81

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 15. Porcentajes de densidades PCI.

Puesto	Deterioro Auscultado	Densidad	Porcentaje
944,78 Densidad Total de Fallas			100%
1	Rodera (m ²)	232,56	24,62%
2	Bloque (m ²)	192,99	20,43%
3	Hundimiento (m ²)	171,81	18,19%

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

4.3 Análisis del valor resultante del Índice de Deterioro Superficial (Is) en todo el trayecto.

De manera que se garantice una evaluación homogénea en toda la longitud de la carretera, se optó, la misma área de estudio para cada unidad de muestra, se tomó cada UM aleatoriamente al igual que se seleccionó en el procedimiento de cálculo del índice de condición del pavimento (PCI).

Para el índice de deterioro superficial (Is) se tomó como referencia la normativa ecuatoriana NEVI 2012, que basa el capítulo de evaluación superficial de pavimentos asfálticos en la normativa francesa VIZIR. Cabe recalcar que esta metodología, en comparación con la ASTM D 64-33, es más resumida, también las fallas contempladas por la metodología VIZIR son diferentes a las adoptadas por las de la normativa AASHTO.

Para el presente análisis se tomó como referencia el catálogo de deterioros y causas probables propuesto por la normativa ecuatoriana vial (NEVI, 2012, p.461-467). A su vez que para el cálculo del índice de deterioro superficial (Is) se tomo el esquema presentado por la norma (NEVI, 2012, p.462).

Los rangos de la calificación de VIZIR van de acuerdo a como se especifica en la Tabla 6.

Por consiguiente se obtuvieron los siguientes resultados para la presente evaluación:

Tabla 16. Resultados VIZIR (1/2).

Muestra	U.M.	VIZIR	Estado
1	6	5	Pobre
2	71	4	Regular
3	136	4	Regular
4	201	3	Bueno
5	266	4	Regular
6	331	4	Regular
7	396	4	Regular
8	461	5	Pobre
9	526	4	Regular

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 17. Resultados VIZIR (2/2).

10	591	5	Pobre
11	656	5	Pobre
12	721	6	Muy Pobre
13	786	6	Muy Pobre
14	851	5	Pobre
15	916	4	Regular
16	981	4	Regular
17	1046	5	Pobre

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Para el cálculo del índice de deterioro superficial de toda la carretera, se realiza el promedio del resultado de todas las UM estudiadas.

$$I_s = \frac{\sum_{i=1}^n I_{s_i}}{N} \quad (\text{Ecuación 7})$$

$$I_s = \frac{77}{17}$$

$$I_s = 5$$

Por lo tanto se concluyó con un valor del índice de deterioro superficial "Is" de la carretera igual a "5", lo que indica que la condición actual de la superficie de rodadura se encuentra en un estado "POBRE".

A continuación se presenta en la Figura 7, una representación de todas las muestras tabuladas y su correspondiente valor del Is:

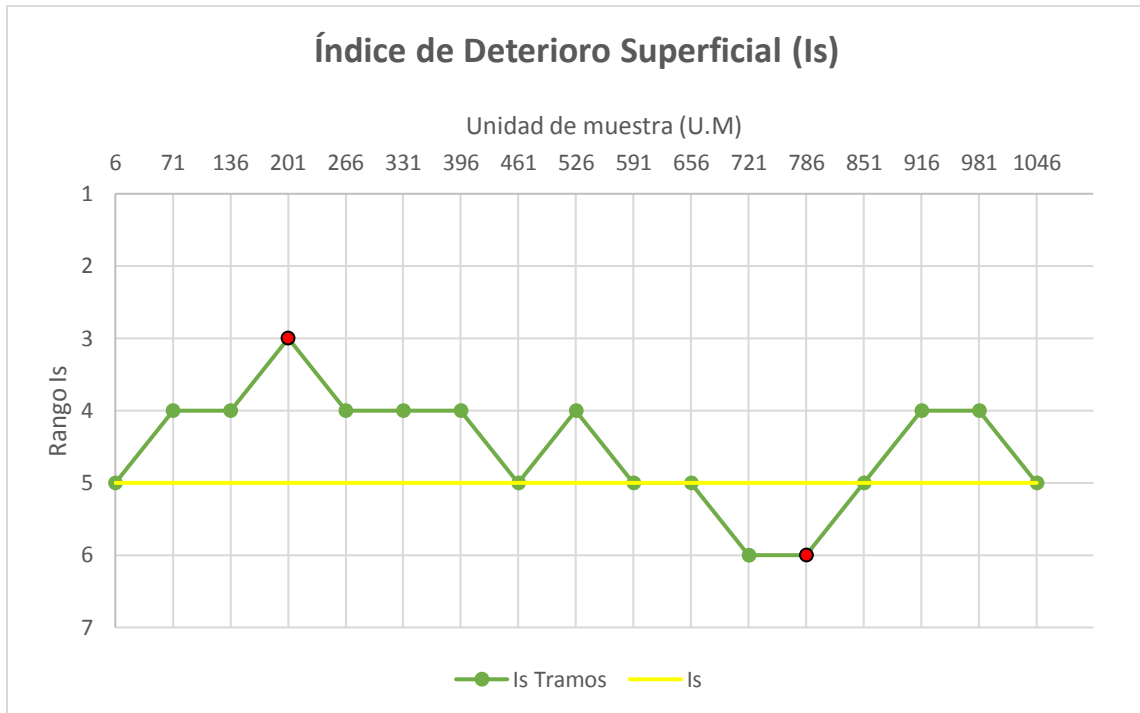


Figura 7. Resultados VIZIR.

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

El tramo con menor Is fue la UM 786, cuya abscisa de inicio es: K24+727.50 con coordenadas (9558113; 686698); el valor obtenido fue de “6”, lo que indica que el estado actual de la capa de rodadura en esta área evaluada se encuentra en un estado “MUY POBRE”.

El tramo con mayor Is fue la UM 201, cuya abscisa de inicio es: K6+300 con coordenadas (9562044; 692640); el valor obtenido fue de “3”, que nos indica que el estado actual de la capa de rodadura en esta área evaluada se encuentra en un estado “BUENO”.

Se puede observar en las Tablas 14, 15 y 16, las fallas más representativas a lo largo de la carretera Loja-Catamayo para la metodología VIZIR:

Tabla 18. Fallas más frecuentes VIZIR.

Puesto	Deterioro Auscultado	# Veces
1	Grietas longitudinales por fatiga.	36
2	Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	20
3	Piel de cocodrilo.	17

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 19. Fallas que ocupan mayor densidad VIZIR.

Puesto	Deterioro Auscultado	Densidad
1	Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	443,52
2	Grietas longitudinales por fatiga.	268,33
3	Piel de cocodrilo.	87,29

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 20. Porcentajes de densidad VIZIR.

Puesto	Deterioro Auscultado	Densidad	Porcentaje
804,22			100%
Densidad Total de Fallas			
1	Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	443,52	55,15%
2	Grietas longitudinales por fatiga.	268,33	33,37%
3	Piel de cocodrilo.	87,29	10,85%

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

4.4 Comparación entre los valores resultantes para ambas metodologías: PCI-VIZIR.

El análisis comparativo entre ambas metodologías es un procedimiento muy importante, ya que se podrá comparar ambos resultados obtenidos, tanto para la metodología PCI, como para la metodología VIZIR, de modo que se pueda asegurar el resultado de los mismos.

Se tomó como referencia la equiparación de escalas de resultados, propuesta por el manual de auscultación visual de pavimentos de la Universidad de Costa Rica.

Se puede decir que esta igualdad en las escalas se debe a la similitud en las metodologías, pero se debe tomar en cuenta que el índice de deterioro superficial “Is” toma como datos principales en sus procedimientos de cálculo a las fallas de tipo A que son deterioros producidos por falta en la capacidad estructural del pavimento, los desperfectos de tipo B son de tipo funcional, su cuantificación entra en vigencia en fases posteriores del método, o en mediaciones más específicas, pero estas no afectan la determinación de la condición de la superficie de la capa de rodadura. VIZIR toma la siguiente hipótesis: los daños de tipo B solo van a intervenir en la definición de una solución en ausencia de daños de tipo A y que en presencia de los mismos, la intervención requerida va a mitigar aquellos defectos de tipo B que puedan existir (MAV, 2012).

Considerando las diferencias existentes entre ambos métodos, la equiparación de escalas debe darse con precaución, ya que un pavimento calificado por el método VIZIR como en perfectas condiciones (valor de 1) por ausencia de deterioros de tipo estructural no necesariamente corresponde a un valor de PCI de (86-100), ya que podría darse el caso de que exista presencia de deterioros de tipo B, que el PCI si cuantifique, obteniendo valores de PCI inferiores al rango equiparado de VIZIR (MAV, 2012, p.121).

Por lo tanto se puede afirmar que la metodología PCI contempla más detalles al momento de calcular la condición actual en la que se encuentra el pavimento de una carretera, a continuación se presenta la siguiente propuesta de equiparación de rangos:

Las escalas empleadas para ambas metodologías se pueden observar en la Tabla 17.

Tabla 21. Equiparación de escalas PCI-VIZIR.

PCI	Estado	VIZIR
100-86	Excelente	1
85-71	Muy Bueno	2
70-56	Bueno	3
55-41	Regular	4
40-26	Pobre	5
25-11	Muy Pobre	6
10-0	Fallado	7

Fuente: MAV (2012).

Elaboración: El autor.

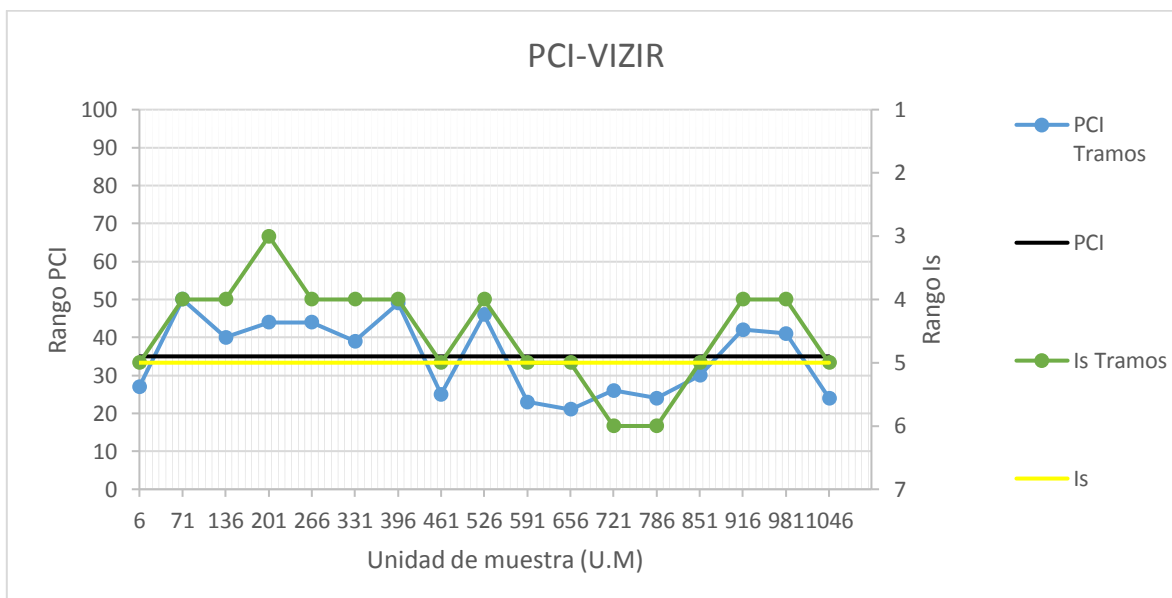


Figura 8. Resultados comparación PCI-VIZIR.

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Los resultados del análisis comparativo entre la metodología PCI y VIZIR se pueden ver reflejados en la Figura 8 y sus valores en la Tabla 18.

Tabla 22. Resultados del análisis comparativo PCI-VIZIR (1/2).

Muestra	U.M.	PCI	Estado	VIZIR	Estado	Comparativa
1	6	27	Pobre	5	Pobre	OK
2	71	50	Regular	4	Regular	OK
3	136	40	Pobre	4	Regular	NO
4	201	44	Regular	3	Bueno	NO
5	266	44	Regular	4	Regular	OK
6	331	39	Pobre	4	Regular	NO
7	396	49	Regular	4	Regular	OK
8	461	25	Muy Pobre	5	Pobre	NO
9	526	46	Regular	4	Regular	OK

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Tabla 23. Resultados del análisis comparativo PCI-VIZIR (2/2).

10	591	23	Muy Pobre	5	Pobre	NO
11	656	21	Muy Pobre	5	Pobre	NO
12	721	26	Pobre	6	Muy Pobre	NO
13	786	24	Muy Pobre	6	Muy Pobre	OK
14	851	30	Pobre	5	Pobre	OK
15	916	42	Regular	4	Regular	OK
16	981	41	Regular	4	Regular	OK
17	1046	24	Muy Pobre	5	Pobre	NO
		35	Pobre	5	Pobre	OK
Pavimento "POBRE"						

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Como se puede observar en la Tabla 18, existen unidades de muestra cuyos resultados no coinciden en ambas metodologías, esto debido a lo explicado anteriormente, ambas metodologías toman diferentes tipos de deterioros para sus cálculos. Esto no quiere decir que exista un error en el cálculo de cada UM, la variabilidad de información es la que difiere los resultados.

La mayoría de las unidades de muestra concuerdan estados de condición superficial, el resultado más importante es el total de la carretera en cada metodología, cuyos valores coinciden con los rangos propuestos: PCI =35; Is= 5.

4.5 Posibles causas y soluciones más frecuentes a los deterioros.

En la Tabla 19 se muestra una alternativa de las posibles causas más comunes por las que se generan deterioros frecuentes en carreteras de nuestra localidad y su metodología de reparación; con el objeto de facilitar el trabajo de mantenimiento, procurar un trabajo eficaz y económico sobre las mismas.

Tabla 24. Causas y soluciones a los daños más frecuentes (1/2).

CLASE DE DAÑO	CAUSAS POSIBLES	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
Desprendimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo contenido de asfalto. • Excesivos vacíos de aire en la mezcla. • Endurecimiento del asfalto. • Susceptibilidad al agua (stripping). • Características de los agregados. • Dureza y durabilidad de los agregados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emulsión diluida (pobre) o sello "negro" rejuvenecedor. • Riego de sello con agregados. • Lechada asfáltica (slurry seal). • Sobrecarpeta delgada.
Exudación	<ul style="list-style-type: none"> • Alto contenido de asfalto. • Densificación excesiva de la mezcla por el tránsito. • Bajo contenido de vacíos de aire en la mezcla. • Susceptibilidad térmica del asfalto (asfalto blando en altas temperaturas). • Aplicación en exceso de "sello negro" o de rejuvenecedores. • Susceptibilidad al agua de las capas subyacentes estabilizadas con asfalto, unida a la migración de asfalto a la superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarpeta de gradación abierta. • Riego de sello (bien diseñado, con buen control de calidad durante la construcción). • Fresado en frío con o sin riego de sello o sobrecarpeta delgada. • Escarificación en caliente con riego de sello o sobrecarpeta delgada. • Calentamiento superficial y cilindrado con aplicación de agregado grueso.
Grietas Transversales	<ul style="list-style-type: none"> • Endurecimiento del cemento asfáltico. • Rigidez (stiffness) de la mezcla. • Cambios volumétricos en la base y/o la sub-base. • Propiedades inusuales de la sub-rasante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sello de grietas. • Riego de sello. • Sobrecarpeta con tratamiento especial para el sello de las grietas y minimizar la reflexión de las mismas. • Aplicación de película de asfalto-caucho con sello con agregados o sobrecarpeta delgada. • Escarificación en caliente con sobrecarpeta delgada.

Fuente: Vásquez Varela L. C. (2002).

Elaboración: El autor.

Tabla 25. Causas y soluciones a los daños más frecuentes (2/2).

Rugosidad	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de daños físicos (agrietamiento, ahuellamiento, corrugaciones, parches, huecos, etc.) • Cambios volumétricos en los terraplenes o en las sub-rasantes. • Construcción no uniforme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarpeta. • Reciclado en frío con o sin sobrecarpeta. • Escarificación en caliente con sobrecarpeta especial para áreas con corrugaciones. • Reciclado (planta central o in situ).
Grietas de Piel de Cocodrilo	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia estructural. • Excesivos vacíos de aire en la mezcla asfáltica. • Propiedades del cemento asfáltico. • Desprendimiento del asfalto de los agregados. • Deficiencias de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Riego de sello, reciclado o reconstrucción. • Sustitución (excavación y reemplazo en toda la profundidad con mezcla asfáltica en las áreas falladas). • Sobre carpetas con espesor variable con o sin tratamiento para control de reflexión de grietas.
Grietas Longitudinales	<p>Asociadas a cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia estructural. • Vacíos excesivos en la mezcla asfáltica. • Propiedades del cemento asfáltico. • Desprendimiento del asfalto de los agregados. • Deficiencia de construcción. <p>No asociados a las cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cambios volumétricos potenciales de los suelos de la sub-rasante. • Estabilidad de los taludes. • Asentamientos de los terraplenes o de los materiales in situ como consecuencia del incremento de las cargas. • Segregación debida al equipo de compactación. • Mala construcción de la junta. • Otras deficiencias constructivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sello de grietas. • Riego de sello (aplicado a las áreas con grietas). • Sustitución (excavación y reemplazo de las áreas dañadas). • Sobrecarpeta delgada con tratamiento especial para sellar y minimizar la reflexión de grietas. • Aplicación de película de asfalto-caucho con sello con agregados o sobrecarpeta delgada. • Escarificación en caliente y sobrecarpeta delgada.
Ahuellamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Deficiencia estructural. • Diseño de la mezcla asfáltica. • Propiedades del cemento asfáltico. • Estabilidad de las capas asfálticas. • Compactación de las capas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fresado en frío incluyendo perfilado, con o sin sobrecarpeta. • Escarificación en caliente con tratamiento superficial o sobrecarpeta delgada. • Sustitución (corrugaciones en áreas localizadas).

Fuente: Vásquez Varela L. C. (2002).

Elaboración: El autor.

CONCLUSIONES.

- Se evaluaron las condiciones superficiales actuales de la capa de rodadura de la carretera E35, tramo Loja-Catamayo aplicando las normativas NEVI 2012 y AASHTO, de manera que se obtuvo como resultado para ambas metodologías un estado del pavimento “POBRE”.
- La carretera Loja-Catamayo fue construida en el año de 1981, la primera colocación de pavimento asfáltico fue en el mismo año de construcción, la última obra de recapeo fue realizada en el año 2007.
- Realizando el correspondiente análisis comparativo entre ambas metodologías aplicadas, se obtuvo un resultado “Congruente” en la escala del rango propuesto por el manual de auscultación visual de Costa Rica (MAV, 2012).
- Las fallas que ocuparon mayor densidad en el muestreo del PCI fueron: roderas, con un porcentaje del 24,62%; grietas en bloque con un porcentaje del 20,43% y finalmente hundimientos con un porcentaje del 18,19% de toda la densidad analizada.
- Las fallas que ocuparon mayor densidad en el muestreo del Is fueron: ahuellamiento y otras deformaciones estructurales, con un porcentaje del 55,15%; grietas longitudinales por fatiga con un porcentaje del 20,43% y finalmente piel de cocodrilo con un porcentaje del 18,19% de toda la densidad analizada.

RECOMENDACIONES.

- Es de mucha importancia el correcto uso de la implementaría de seguridad (conos, casco, chaleco reflectivo, botas de punta de acero, etc.) al momento de realizar el levantamiento de los datos de cada unidad de muestra en la carretera, de manera que se asegure la integridad de la o las personas a cargo de la inspección.
- Conocimiento y uso correcto del manual de deterioros (MAV, 2012, p.30-66), con el objeto de realizar un adecuado levantamiento de la información correspondiente a los deterioros y grados de severidad de cada uno, presentes en las unidades de muestra seleccionadas.
- En ambas metodologías, tanto para PCI como para VIZIR, no se toman en cuenta fallas en las que se ve afectada por completo la superficie del pavimento, es decir que no existe en estos tramos la correspondiente capa de rodadura asfáltica, o a su vez existen fallas de tipo geológicas, que impiden la correcta circulación en la

misma, por lo que se recomienda tomar las medidas pertinentes a cada caso, un estudio del por qué se producen estos desperfectos y la reparación inmediata de cada uno de estos tramos, sea está a corto o largo plazo.

- De manera que se brinde comodidad y seguridad al usuario vial, se recomienda realizar con la brevedad posible la reparación del pavimento, con los correspondientes procedimientos presentados en la norma ecuatoriana vial (NEVI, 2012, p.109-144).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Armijos Salinas, C. R. (2009). *Evaluación Superficial de Algunas Calles de la Ciudad de Loja*. UTPL. Loja: UTPL.
- ASTM D5340. (1998). Índice de condición de pavimentos en aeropuertos. 21.
- ASTM D6433. (2007). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index. 48.
- ASTM D6433. (2007). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index. 48.
- ASTM D6433. (2011). Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index. 47.
- Carpio Reyes, S. I. (2015). Evaluación georeferenciada de la superficie del pavimento de la vía Loja-Zamora, tramo 29+000 - 57+000. *Trabajo De Titulación*, 5.
- Cruz Arias, M. C., & Palacios Ramírez, E. E. (2012). Implementación de un modelo de gestión vial en algunos tramos de vía para el mantenimiento y recuperación de la malla vial en casco urbano del municipio de la estrella. 57.
- Google Maps. (2016, 04 07). *Google.com*. Retrieved from <https://www.google.com.ec/maps/@-3.9927528,-79.2056359,15z>
- INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INVIAS. (2002). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá: Instituto Nacional de Vías.
- INVIAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.
- MAV. (2012). *Manual de Auscultación Visual de Pavimentos*. (I. T. Esquivel, Ed.) San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras* (Segunda reimpresión de la segunda edición ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- MTOP. (2016). *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. Loja.
- NEVI. (2012). *Norma Ecuatoriana Vial* (Vol. 6). Quito, Ecuador.
- Pinilla, J. (2007). Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de la Libertad-Maltería. 212. Manizales, Colombia.
- Taringa. (2016, 04 11). *www.taringa.net*. Recuperado de <http://www.taringa.net/post/ecologia/13268079/Pavimentos-flexibles.html>
- Universidad Mayor de San Simón. (2004). *Pavimentos (Texto Guía)*. Cochabamba, Bolivia: Facultad de Ciencias y Tecnología.
- Vásquez Varela, L. C. (2002). Los daños y los índices de condiciones.

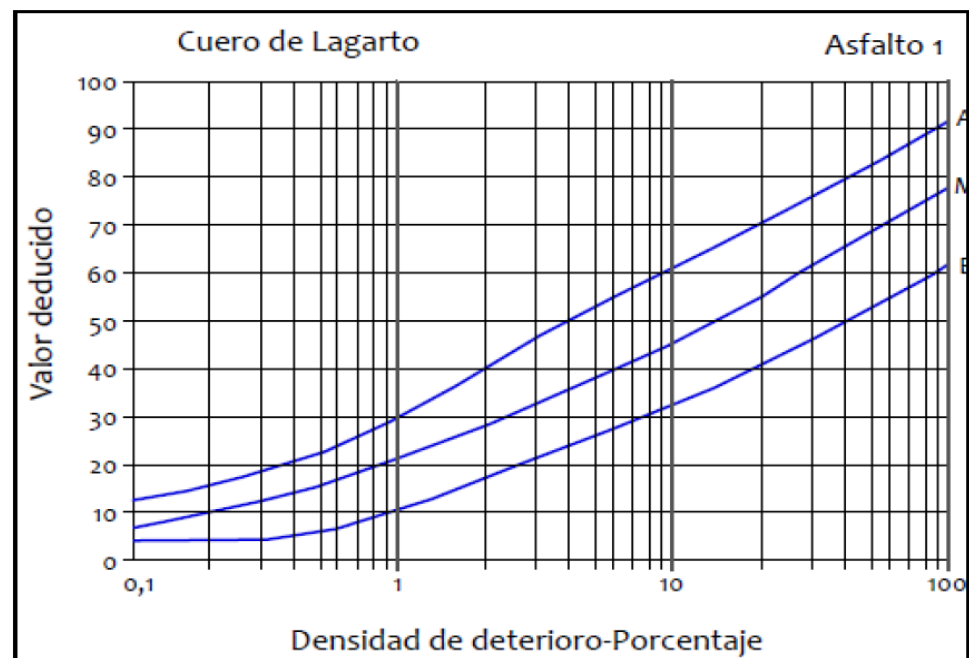
Vásquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras. *Ingepav*, 90.

Wikipedia. (2016, 03 28). *Wikipedia.com*. Retrieved from <https://es.wikipedia.org>

ANEXO A.

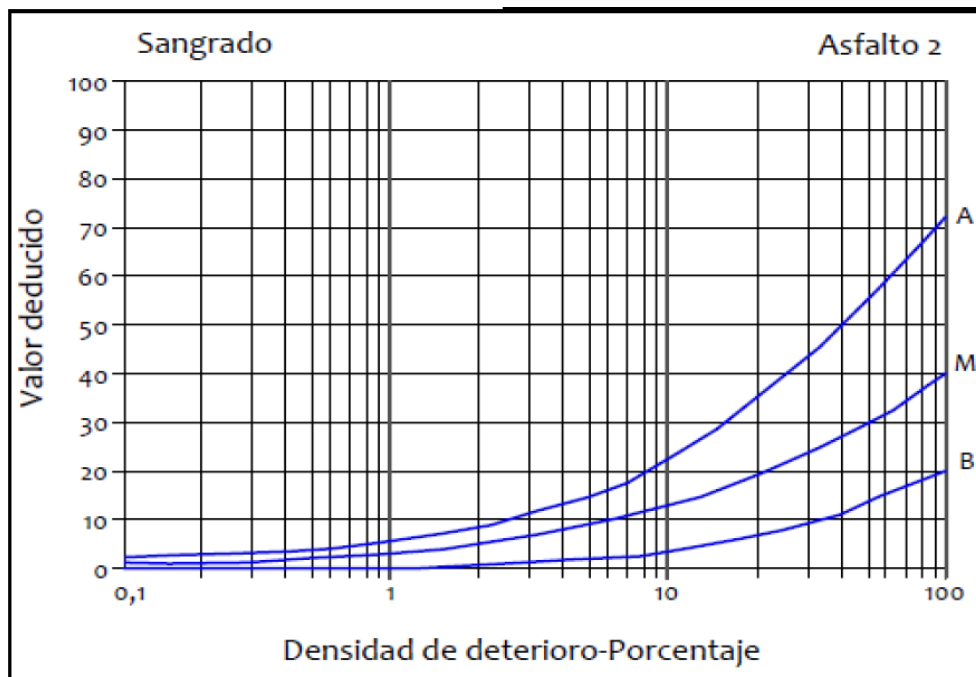
Valores deducidos de los diferentes tipos de deterioros PCI.

Anexo A.1. Valores deducidos asfalto 1.



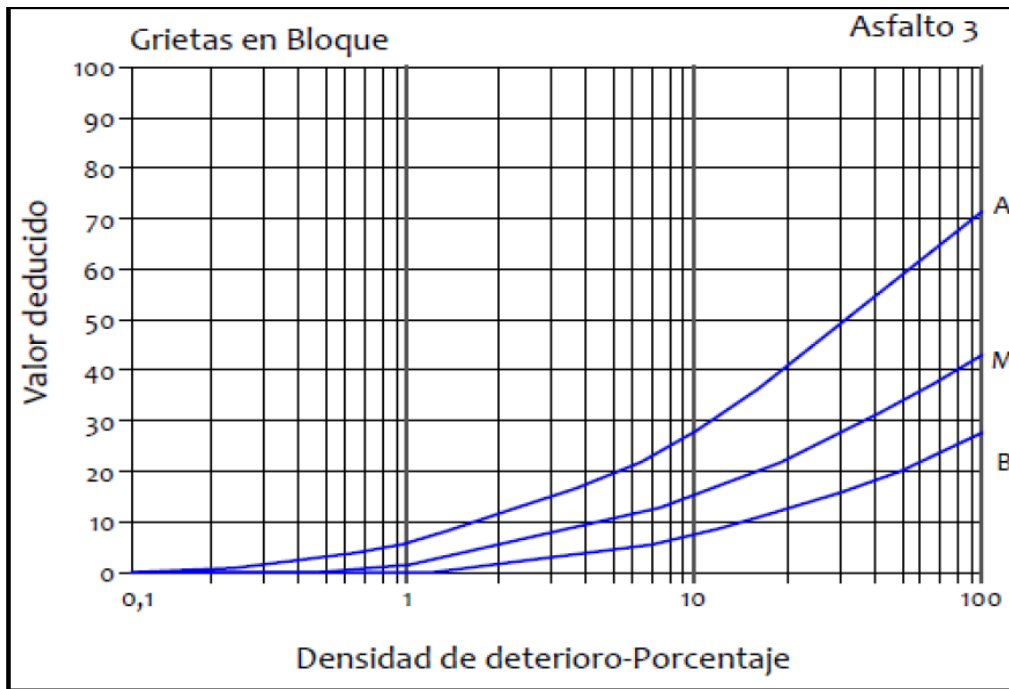
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.2. Valores deducidos asfalto 2.



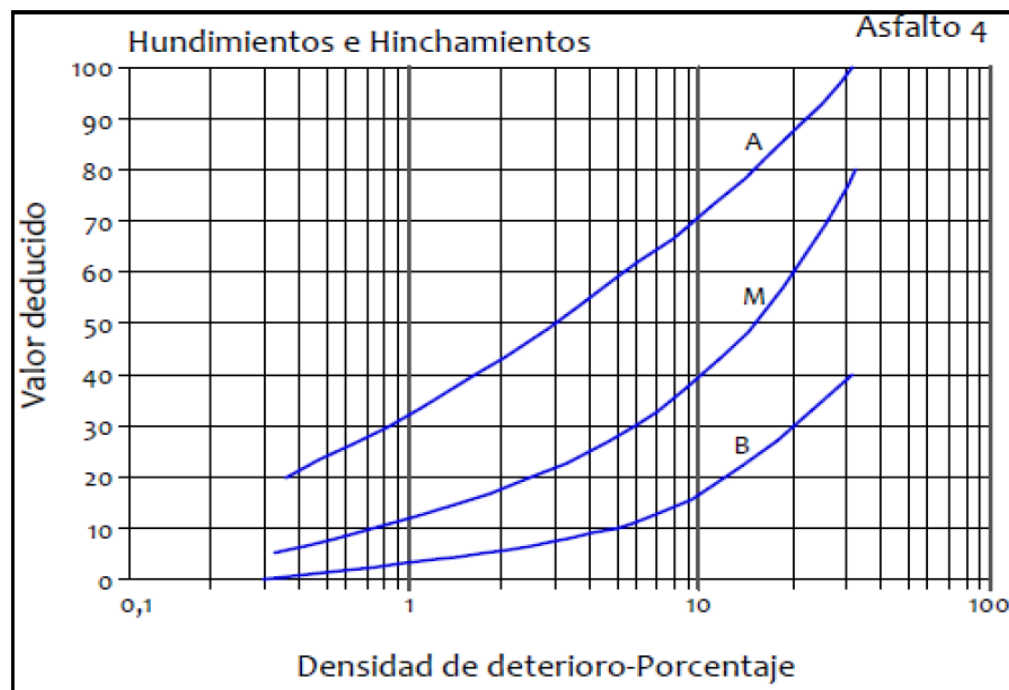
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.3. Valores deducidos asfalto 3.



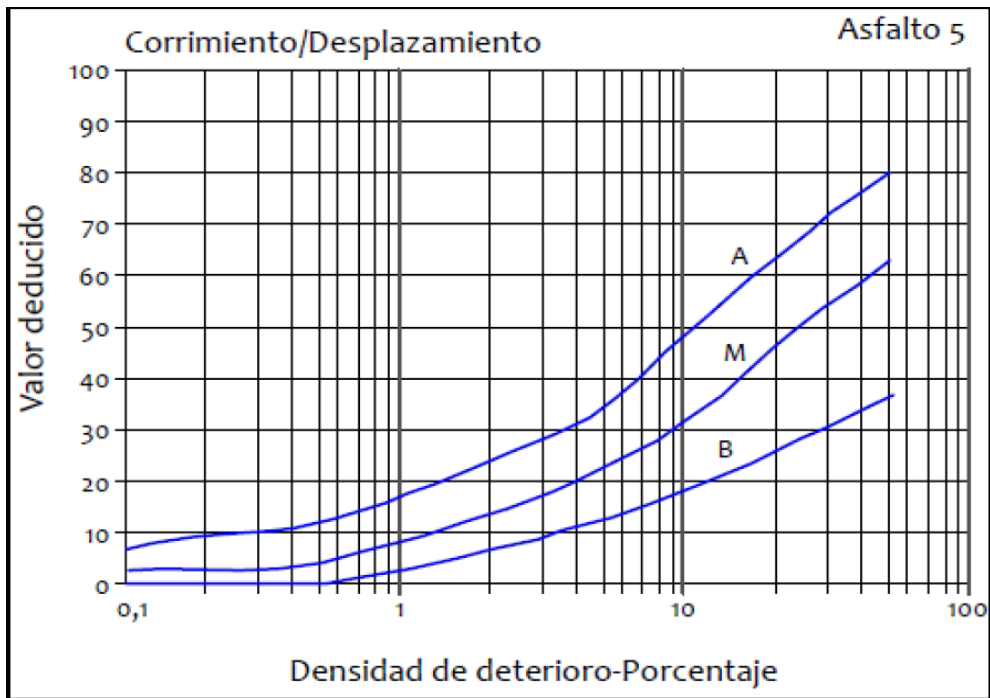
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.4. Valores deducidos asfalto 4.



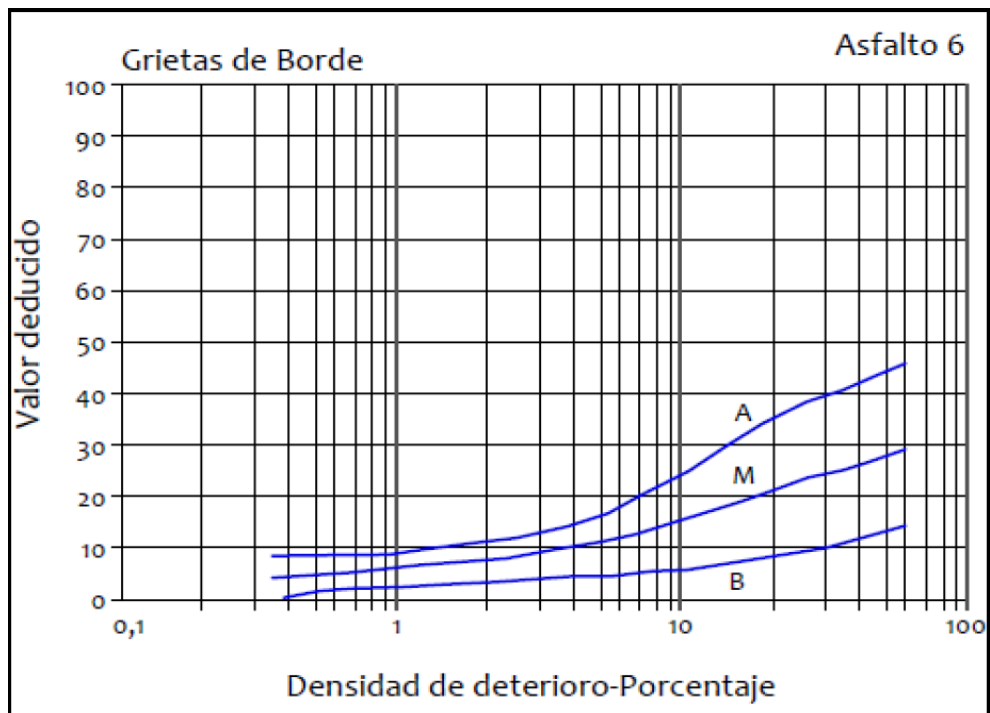
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.5. Valores deducidos asfalto 5.



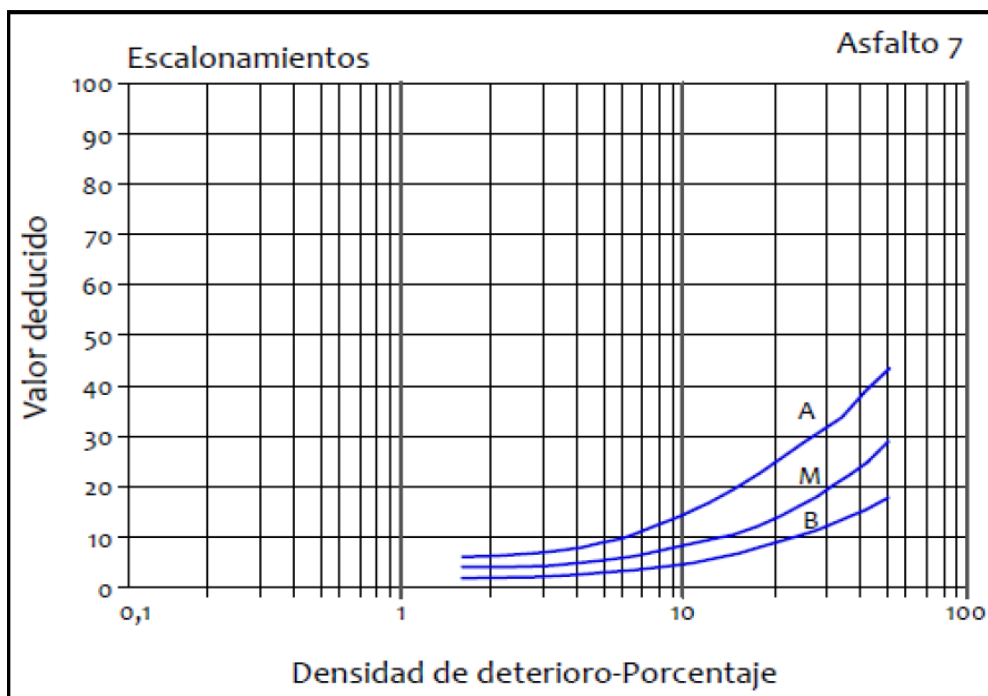
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.6. Valores deducidos asfalto 6.



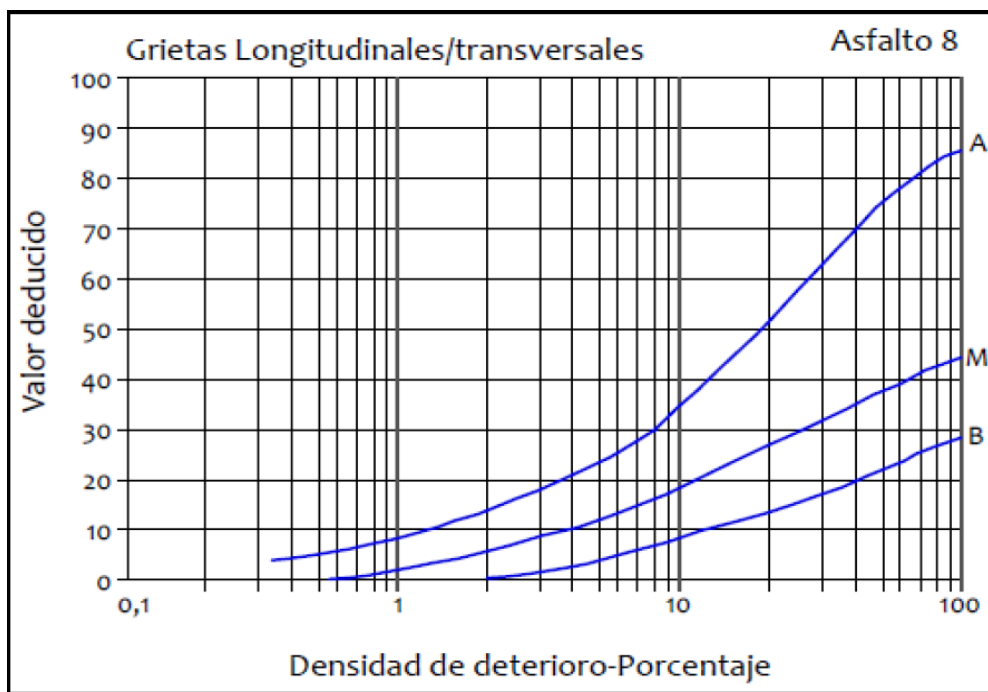
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.7. Valores deducidos asfalto 7.



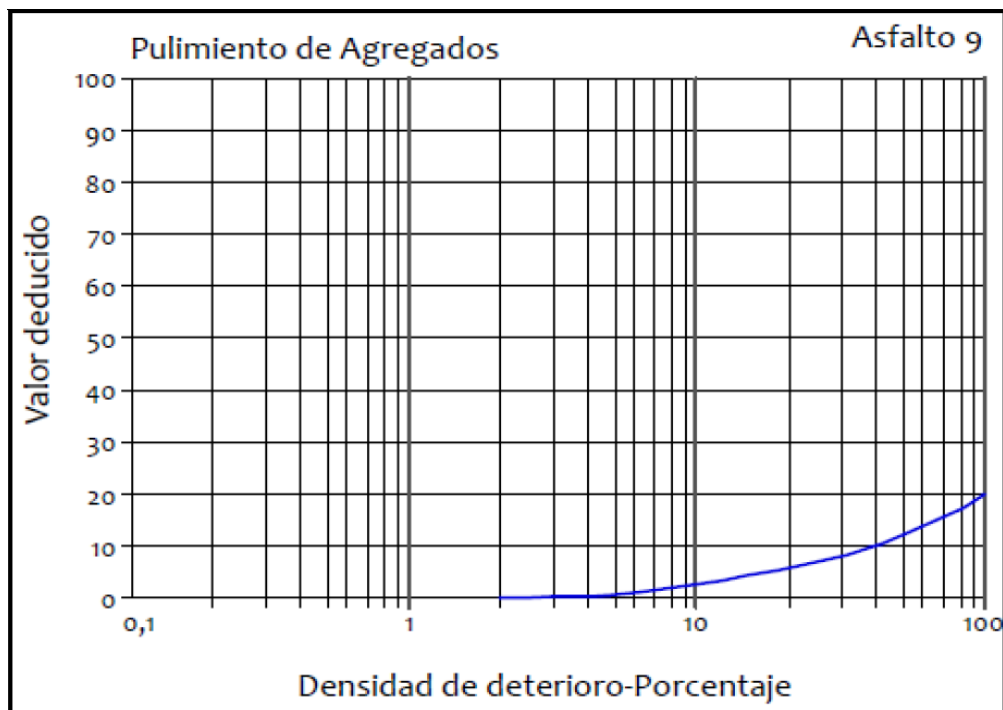
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.8. Valores deducidos asfalto 8.



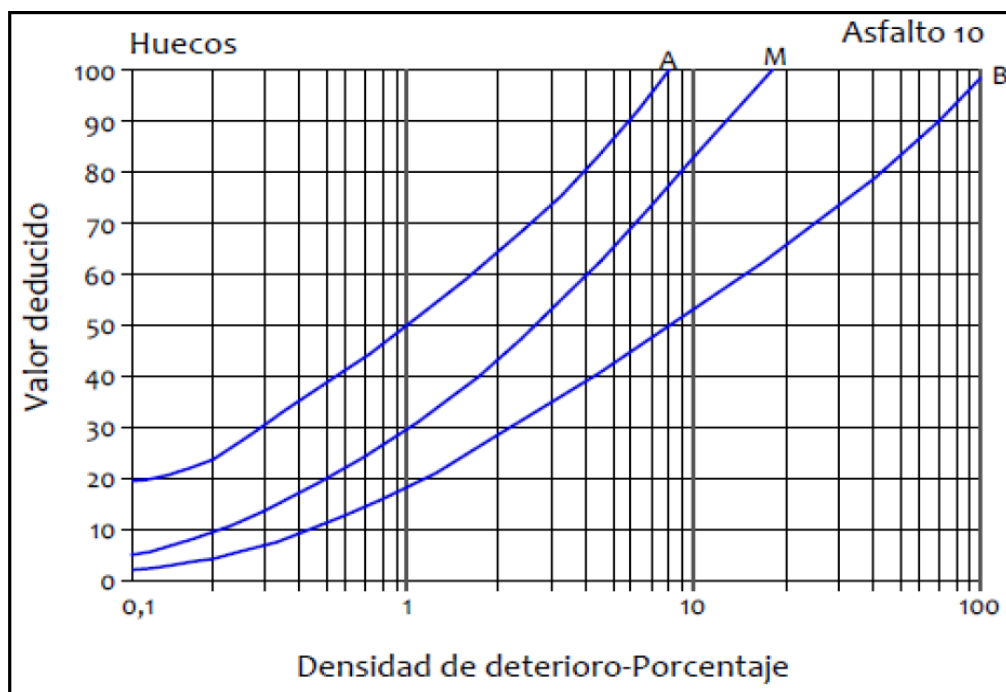
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.9. Valores deducidos asfalto 9.



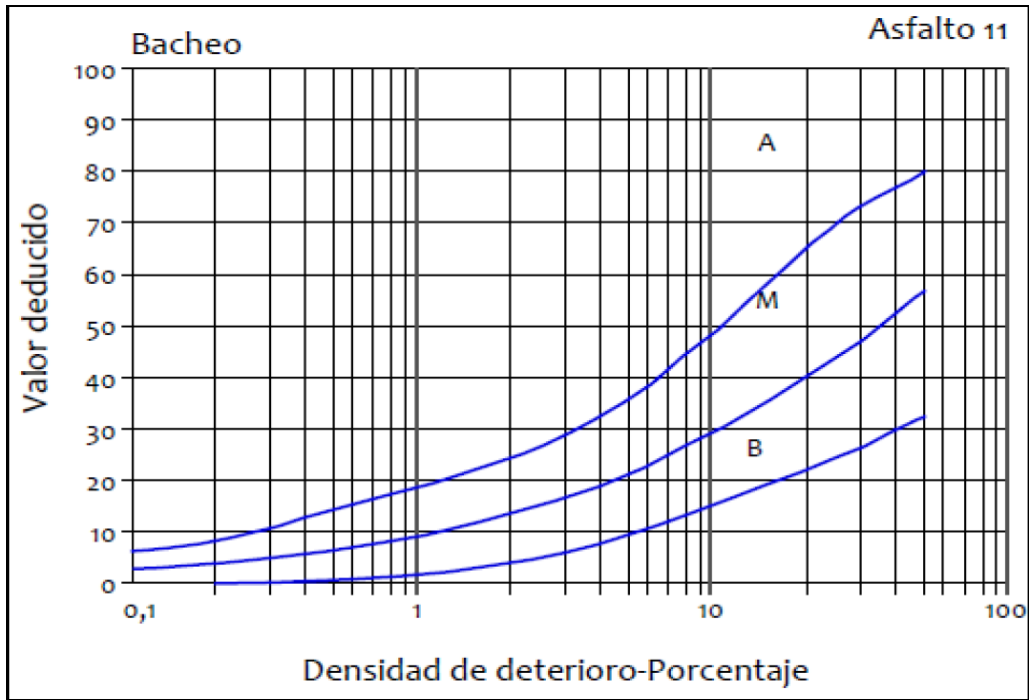
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.10. Valores deducidos asfalto 10.



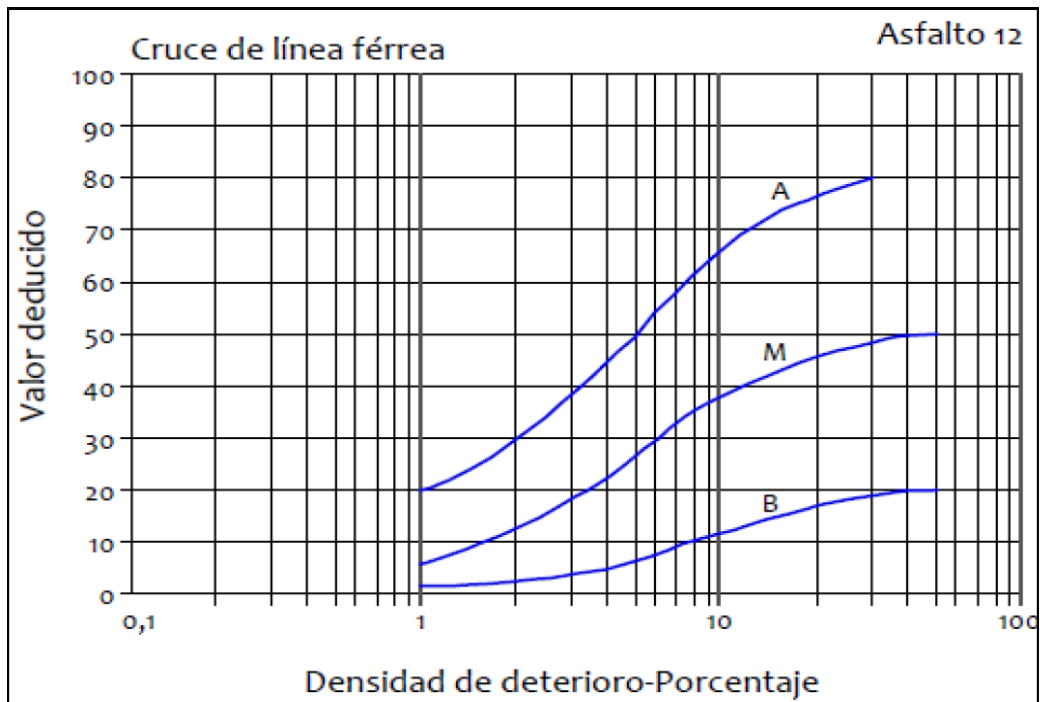
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.11. Valores deducidos asfalto 11.



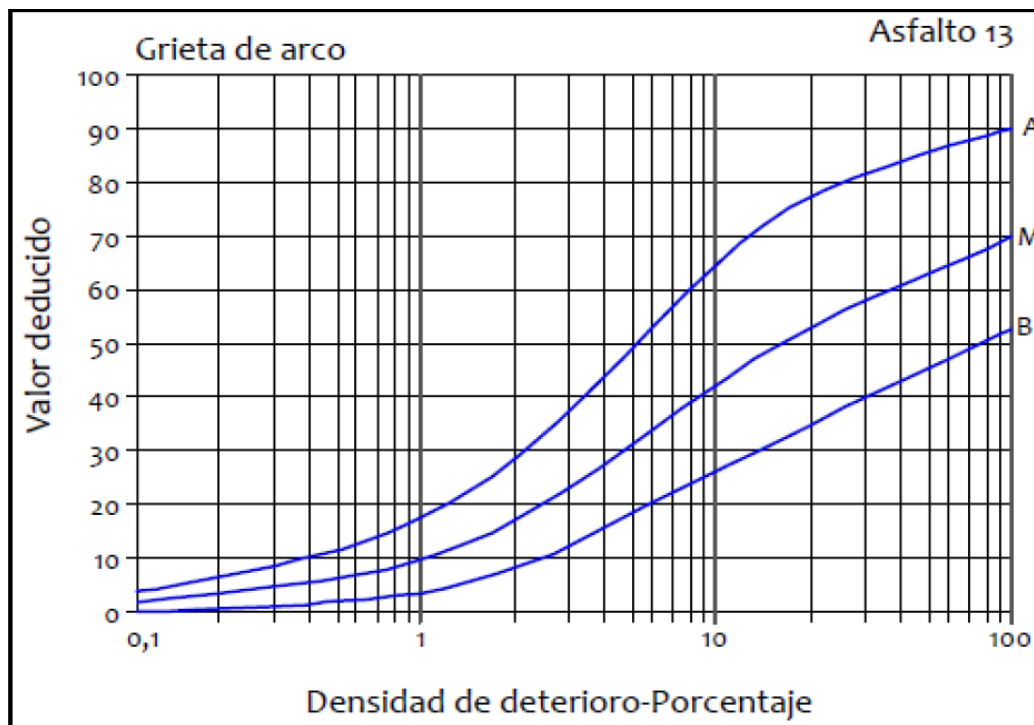
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.12. Valores deducidos asfalto 12.



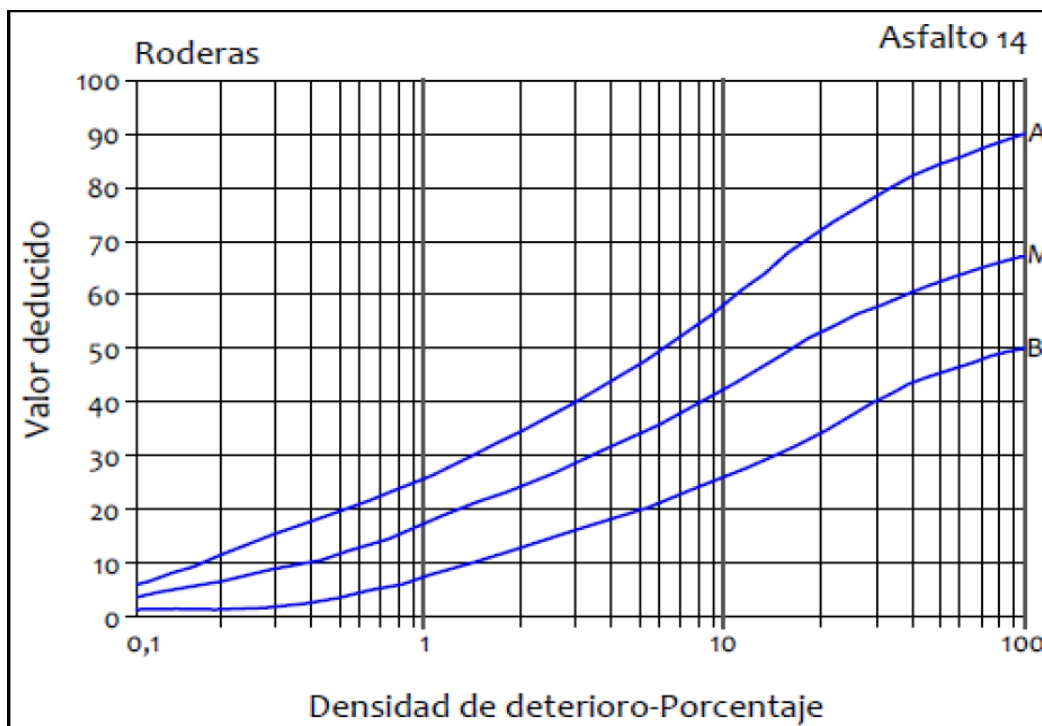
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.13. Valores deducidos asfalto 13.



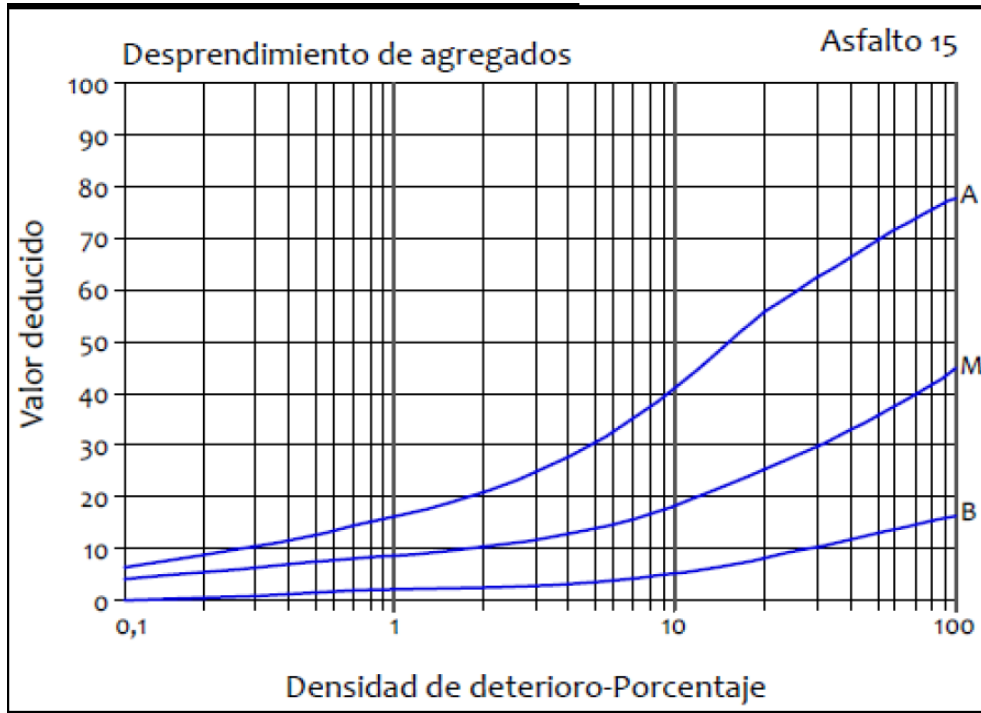
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.14. Valores deducidos asfalto 14.



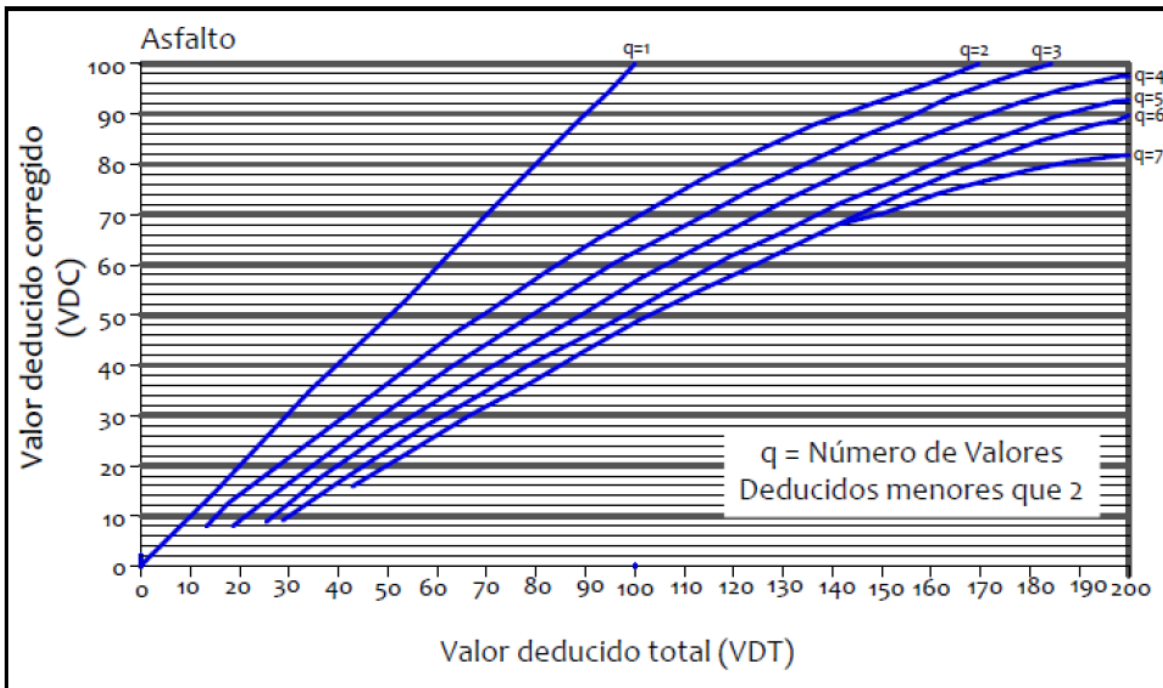
Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.15. Valores deducidos asfalto 15.



Fuente: ASTM D6433 (2011).

Anexo A.16. Corrección del valor deducido para pavimentos asfálticos.



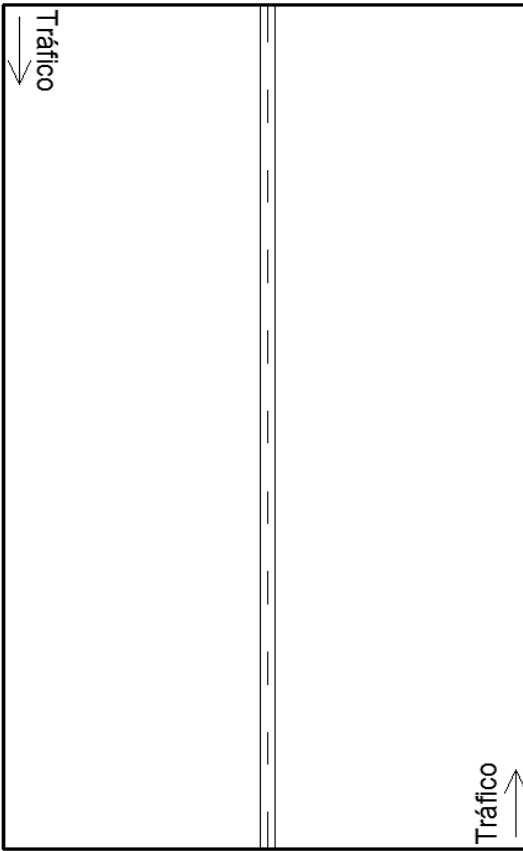


Fuente: ASTM D6433 (2011).

ANEXO B.


Formato de Encuestas.

Anexo B.1. Formato de encuestas PCI.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.						
Fecha: # Unidad de Muestreo: Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito:	Estc. Inicial: Estc. Final: Código de Vía/#Ruta:	Longitud de la UM: Inspeccionada por: Posición GPS:	Abs Inicio Abs Fin				
Deterioros Pavimento Flexible (PCI)	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)						Tráfico 
	02. Longitudinal y transversal (ml)						
	03. Bloque (m ²)						
	0.4 Arco (m ²)						
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)						
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						



<i>Casos Especiales</i>	<i>Medida</i>
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)

Anexo B.2. Formato de encuestas VIZIR.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.						
Fecha: # Unidad de Muestreo: Sección. Control: Prov, Cantón, Distrito:	Estc. Inicial: Estc. Final: Código de Vía/#Ruta:	Area de la UM: Inspeccionada por: Posición GPS:	Abs Inicio Abs Fin				
Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
	1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.						Tráfico  Tráfico
	02. Grietas longitudinales por fatiga.						
	03. Piel de cocodrilo.						
	04. Bacheos y parcheos.						
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.						
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.						
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.						
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						

ANEXO C.
Encuestas PCI.

Anexo C.1. Unidad de muestra 6 PCI.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	
Fecha: 07/01/2015 # Unidad de Muestreo: 6 Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 0+000 Estc. Final: 0+031,5 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 695929 9559589 Abs Inicio 695901 9559581 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible (PCI)	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x	x		3,36	17,02	
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x			7,70		
	03. Bloque (m ²)	x			58,22		
	0.4 Arco (m ²)	x			2,25		
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)						
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante.



Anexo C.2. Unidad de muestra 71 PCI

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	
Fecha: 07/01/2016 # Unidad de Muestreo: 71 Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 2+205 Estc. Final: 2+236,5 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31.5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 694657 9560517 Abs Inicio 694680 95605335 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema	
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo		
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)							
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x	x	x	4,10	1,10		0,60
	03. Bloque (m ²)	x	x		8,55	3,54		
	04 Arco (m ²)	x			1,12			
	05 De borde (ml)							
Deformaciones	06 Roderas (m ²)			x		75,60		
	07 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)							
	08 Hinchamiento (m ²)							
	09 Hundimiento (m ²)			x				19,00
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)							
	11. Exudación (m ²)							
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)							
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)		x		1,00			
	14. Bacheo (m ²)							
	15. Cruce de línea férrea (m ²)							
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)							

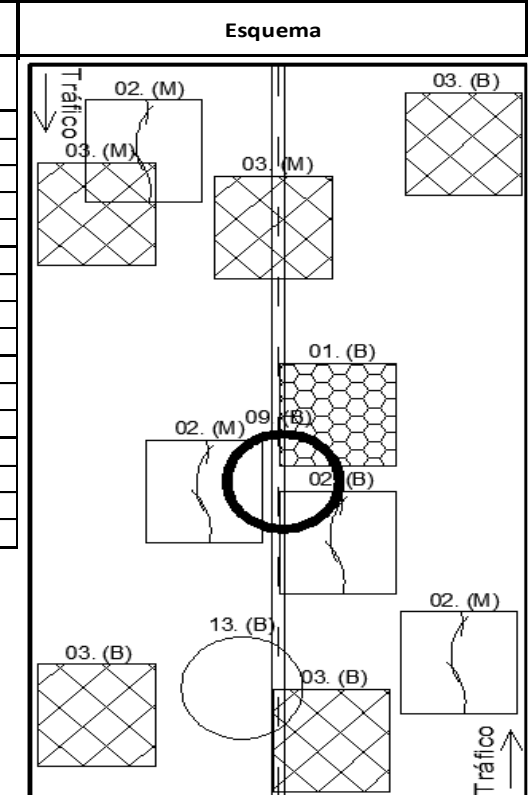
Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante.

Anexo C.3. Unidad de muestra 136 PCI.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	
---	--	---

Fecha: 07/01/2015 # Unidad de Muestreo: 136 Sección. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 4+252,50 Estc. Final: 4+284 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 693915 9561485 Abs Inicio 693890 9561467 Abs Fin
---	---	--

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida		
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x			2,96	
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x	x		7,60	1,00
	03. Bloque (m ²)	x	x		90,84	6,34
	04. Arco (m ²)					
Deformaciones	05. De borde (ml)					
	06. Roderas (m ²)					
	07. Corrimiento/Desplazamiento (m ²)					
	08. Hinchamiento (m ²)					
Textura Superficial	09. Hundimiento (m ²)		x			110,25
	10. Pulimento de agregados (m ²)					
	11. Exudación (m ²)					
Misceláneos	12. Desprendimiento de agregados (m ²)					
	13. Huecos (Unidad)			x	1,00	
	14. Bacheo (m ²)					
	15. Cruce de línea férrea (m ²)					
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)					



Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.4. Unidad de muestra 201 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Etc. Inicial: 6+300 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 201 Etc. Final: 6+331,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 692640 9562044 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 692622 9562071 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible		Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)		x			6,93		
	02. Longitudinal y transversal (ml)		x	x		1,20	4,37	
	03. Bloque (m ²)		x			65,61		
	04 Arco (m ²)	x			0,96			
	0.5 De borde (ml)							
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)							
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)							
	0.8 Hinchamiento (m ²)							
	0.9 Hundimiento (m ²)							
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)							
	11. Exudación (m ²)							
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)							
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)	x			1,00			
	14. Bacheo (m ²)							
	15. Cruce de línea férrea (m ²)							
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)							

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.5. Unidad de muestra 266 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2015 Etc. Inicial: 8+347,50 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 266 Etc. Final: 8+379 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 692027 9563163 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 692014 9563140 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible		Severidad (Marcar con X)			Medida			Medida
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)							
	02. Longitudinal y transversal (ml)			x			6,11	
	03. Bloque (m ²)		x			62,00		
	04. Arco (m ²)			x			0,67	
	05. De borde (ml)							
Deformaciones	06. Roderas (m ²)			x			85,05	
	07. Corrimiento/Desplazamiento (m ²)							
	08. Hinchamiento (m ²)							
	09. Hundimiento (m ²)			x			47,25	
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)							
	11. Exudación (m ²)							
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)							
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)							
	14. Bacheo (m ²)							
	15. Cruce de línea férrea (m ²)							
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)							

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.6. Unidad de muestra 331 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 10+395 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 331 Estc. Final: 10+426,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 691907 9561631 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 691921 9561609 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible		Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)							
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x		x	1,40		1,75	
	03. Bloque (m ²)		x	x		18,04	8,80	
	0.4 Arco (m ²)	x			1,84			
	0.5 De borde (ml)							
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)			x			56,70	
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)							
	0.8 Hinchamiento (m ²)							
	0.9 Hundimiento (m ²)			x			34,65	
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)							
	11. Exudación (m ²)			x			56,70	
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)							
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)	x			1,00			
	14. Bacheo (m ²)							
	15. Cruce de línea férrea (m ²)							
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)							

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la calzada

Anexo C.7. Unidad de muestra 396 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Etc. Inicial: 12+442,50 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 396 Etc. Final: 12+474 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 691860 9559939 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 691860 9559909 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x			16,80		
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x		4,95			
	03. Bloque (m ²)		x	x	22,80	25,46	
	04 Arco (m ²)						
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)					22,05	
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.8. Unidad de muestra 461 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 14+490 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 461 Estc. Final: 14+521,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 690821 9559251 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 690828 9559218 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)						
	02. Longitudinal y transversal (ml)		x		4,05		
	03. Bloque (m ²)		x		7,31		
	04 Arco (m ²)						
05 De borde (ml)		x	x	9,40	2,85		
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)					13,49	
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
Textura Superficial	0.9 Hundimiento (m ²)		x		70,93		
	10. Pulimento de agregados (m ²)						
Misceláneos	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante.

Anexo C.9. Unidad de muestra 526 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2015 Estc. Inicial: 16+537,50 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 526 Estc. Final: 16+569 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 690340 9558208 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 690314 9558206 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible		Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x	x		4,80	1,60		
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x		x	2,10		1,15	
	03. Bloque (m ²)							
	0.4 Arco (m ²)							
	0.5 De borde (ml)							
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)			x			75,60	
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)							
	0.8 Hinchamiento (m ²)							
	0.9 Hundimiento (m ²)							
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)							
	11. Exudación (m ²)							
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)							
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)							
	14. Bacheo (m ²)							
	15. Cruce de línea férrea (m ²)							
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)							

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.10. Unidad de muestra 591 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016	Estc. Inicial: 18+585	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 591	Estc. Final: 18+616,50	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 688590 9558063
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		688565 9558079
		Abs Inicio
		Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x	x		3,30	3,90	
	02. Longitudinal y transversal (ml)		x			2,35	
	03. Bloque (m ²)						
	04 Arco (m ²)						
	05 De borde (ml)						
Deformaciones	06 Roderas (m ²)			x		63,00	
	07 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)	x			25,76		
	08 Hinchamiento (m ²)						
Textura Superficial	09 Hundimiento (m ²)						
	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
Misceláneos	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.11. Unidad de muestra 656 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016	Estc. Inicial: 20+632,50	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 656	Estc. Final: 20+664	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 688214 9557686
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		688241 9557668
		Abs Inicio
		Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x	x		35,65	11,14	
	02. Longitudinal y transversal (ml)		x		28,20		
	03. Bloque (m ²)	x			14,14		
	04 Arco (m ²)						
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)		x			69,30	
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)	x		x	3,70	0,16	
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.12. Unidad de muestra 721 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 22+680 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 721 Estc. Final: 22+711,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 687016 9557305 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 687039 9557287 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)						
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x		x	11,90	3,25	
	03. Bloque (m ²)			x		74,36	
	04 Arco (m ²)						
	05 De borde (ml)	x			16,80		
Deformaciones	06 Roderas (m ²)						
	07 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)		x		82,94		
	08 Hinchamiento (m ²)						
	09 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)			x		47,25	
Misceláneos	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)		x		1,25		
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.13. Unidad de muestra 786 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016	Estc. Inicial: 24+727,50	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 786	Estc. Final: 24+759	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 686698 9558113
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		Abs Inicio 686365 Abs Fin 9558117

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)		x		34,55	14,80	
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x			20,00	1,45	
	03. Bloque (m ²)	x			42,92		
	04 Arco (m ²)						
	05 De borde (ml)			x			
Deformaciones	06 Roderas (m ²)						
	07 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	08 Hinchamiento (m ²)						
	09 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)					61,43	
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.14. Unidad de muestra 851 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 26+775 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 851 Estc. Final: 26+806,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Sección. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 685591 9559309 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 685571 9559329 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)		x		41,18		
	02. Longitudinal y transversal (ml)						
	03. Bloque (m ²)		x		9,44		
	0.4 Arco (m ²)						
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)						
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)			x		116,96	
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)	x	x		3,90	3,90	
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
Pérdida total del pavimento asfáltico	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Exceso de Bacheo	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
Alcantarillas levantadas o hundidas	Unidad (und)	No
Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.15. Unidad de muestra 916 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 11/01/2016	Estc. Inicial: 28+822,50	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 916	Estc. Final: 28+854	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 683882 9559823 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		683863 9559851 Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)	x			16,59		
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x	x	x	7,90	4,48	
	03. Bloque (m ²)						
	0.4 Arco (m ²)		x		0,91		
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)			x		51,98	
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)						
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)			x		1,44	
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.16. Unidad de muestra 981 PCI.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.





Fecha: 11/01/2016	Estc. Inicial: 30+870	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 981	Estc. Final: 30+901,5	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Sección. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 683373 9559590 683348 9559607
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		Abs Inicio Abs Fin

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)		x			13,81	
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x	x		12,16	2,40	
	03. Bloque (m ²)	x			28,75		
	04 Arco (m ²)	x			7,03		
	05 De borde (ml)						
Deformaciones	06 Roderas (m ²)		x			66,15	
	07 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	08 Hinchamiento (m ²)						
Textura Superficial	09 Hundimiento (m ²)						
	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
Misceláneos	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						

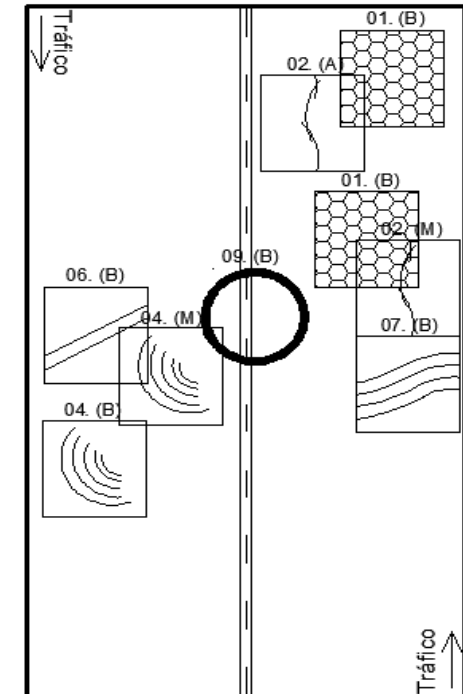
Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

Anexo C.17. Unidad de muestra 1046 PCI.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	
---	--	---

Fecha: 11/01/2016 # Unidad de Muestreo: 1046 Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 32+917,50 Estc. Final: 32+949 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 683113 9559350 Abs Inicio 683138 9559336 Abs Fin
--	---	--

Deterioros Pavimento Flexible	Severidad (Marcar con X)			Medida			Esquema
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)			x			19,11
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x	x		0,70	0,73	
	03. Bloque (m ²)						
	0.4 Arco (m ²)		x	x		35,91	27,41
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)			x			28,35
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)			x			9,45
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)			x			31,05
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)						
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)						
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						



Casos Especiales	Medida	
<i>Pérdida total del pavimento asfáltico</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Exceso de Bacheo</i>	Metros cuadrados del área afectada (m ²)	No
<i>Alcantarillas levantadas o hundidas</i>	Unidad (und)	No
<i>Exceso de sobrecapas que levantan el nivel de rasante</i>	Metros Lineales (m)	20 cm, toda la rasante

ANEXO D.
Encuestas VIZIR.

Anexo D.1. Unidad de muestra 6 VIZIR.

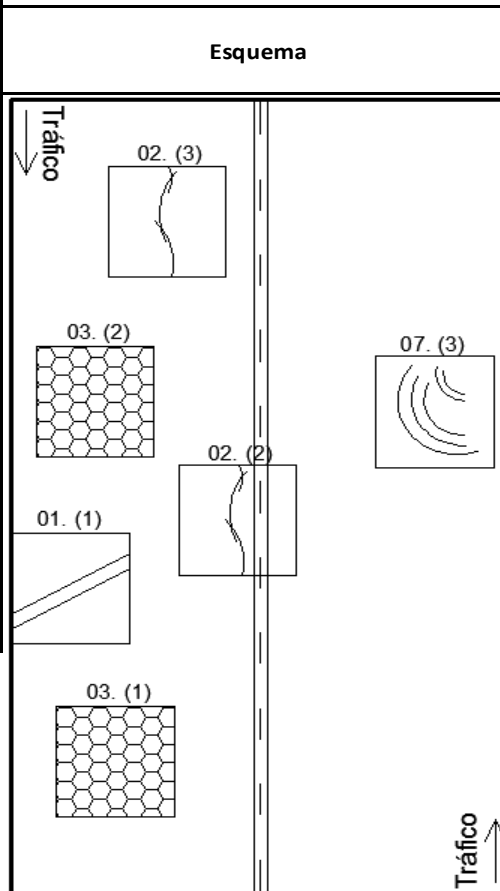


UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 07/01/2015 # Unidad de Muestreo: 6 Sección. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 0+000 Estc. Final: 0+031,5 Código de Vía/#Ruta: E35	Área de la UM: 283,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 695929 9559589 Abs Inicio 695901 9559581 Abs Fin
---	--	---

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.		x			33,37		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.		x	x		58,22	7,70	
	03. Piel de cocodrilo.		x	x		17,02	3,36	
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.		x			2,25		
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							



Anexo D.2. Unidad de muestra 71 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 07/01/2016	Estc. Inicial: 2+205	Longitud de la UM: 31.5
# Unidad de Muestreo: 71	Estc. Final: 2+236,5	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 694657 9560517
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		694680 95605335
		Abs Inicio
		Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			94,60			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x	x	0,60	4,64	12,65	
	03. Piel de cocodrilo.							
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.			x			1,12	
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.		x			1,00		
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.3. Unidad de muestra 136 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 07/01/2015 Estc. Inicial: 4+252,50 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 136 Estc. Final: 4+284 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 693915 9561485 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 693890 9561467 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			110,25			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x		7,34	98,44		
	03. Piel de cocodrilo.		x			2,96		
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.	x			1,00			
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.4. Unidad de muestra 201 VIZIR.

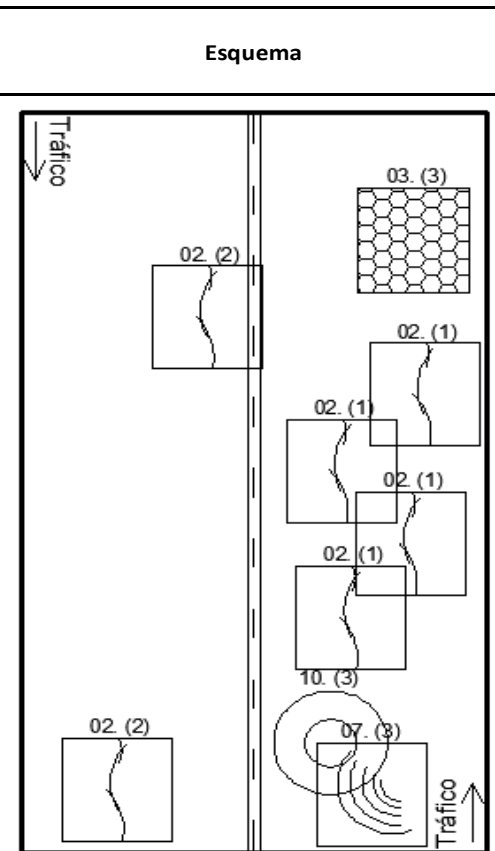


UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 6+300 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 201 Estc. Final: 6+331,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 692640 9562044 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 692622 9562071 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida		
		1	2	3	1	2	3
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.						
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x		4,37	66,81	
	03. Piel de cocodrilo.		x			6,93	
	04. Bacheos y parcheos.						
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.			x			0,96
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.			x			1,00
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.						
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						



Anexo D.5. Unidad de muestra 266 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2015 **Estc. Inicial:** 8+347,50 **Longitud de la UM:** 31,5
Unidad de Muestreo: 266 **Estc. Final:** 8+379 **Inspeccionada por:** Carlos Curipoma
Seccion. Control: **Código de Vía/#Ruta:** E35 **Posición GPS:** 692027 9563163 **Abs Inicio**
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 692014 9563140 **Abs Fin**

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			132,30			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x		6,11	62,00		
	03. Piel de cocodrilo.							
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.	x			0,67			
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.6. Unidad de muestra 331 VIZIR.

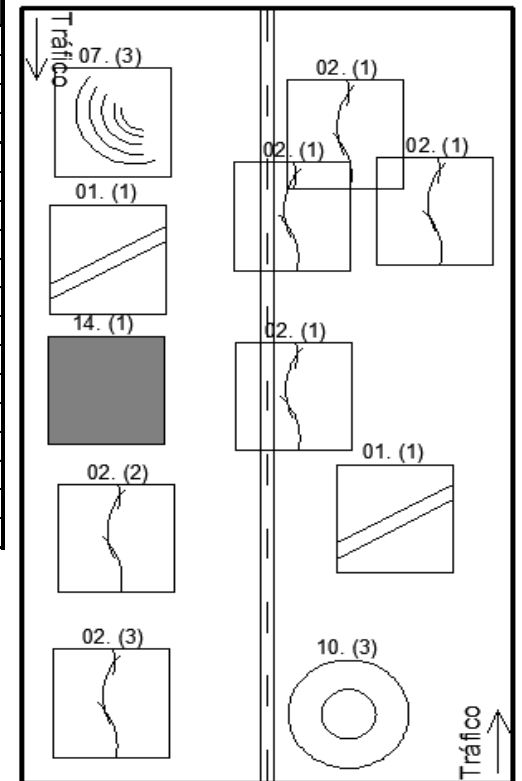


UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 10+395 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 331 Estc. Final: 10+426,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 691907 9561631 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 691921 9561609 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida		
		1	2	3	1	2	3
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			91,35		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x	x	10,55	18,04	1,40
	03. Piel de cocodrilo.						
	04. Bacheos y parcheos.						
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.			x			1,84
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.			x			1,00
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.	x			56,70		
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						



Anexo D.7. Unidad de muestra 396 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 **Estc. Inicial:** 12+442,50 **Longitud de la UM:** 31,5
Unidad de Muestreo: 396 **Estc. Final:** 12+474 **Inspeccionada por:** Carlos Curipoma
Seccion. Control: **Código de Vía/#Ruta:** E35 **Posición GPS:** 691860 9559939 **Abs Inicio**
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 691860 9559909 **Abs Fin**

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			22,05			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x	x	25,46	22,80	4,95	
	03. Piel de cocodrilo.		x			16,80		
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.8. Unidad de muestra 461 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 14+490 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 461 Estc. Final: 14+521,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 690821 9559251 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 690828 9559218 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x	x		13,49	70,93		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.		x			11,36		
	03. Piel de cocodrilo.							
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.	x	x		2,85	9,40		
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.9. Unidad de muestra 526 VIZIR.





UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2015 Estc. Inicial: 16+537,50 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 526 Estc. Final: 16+569 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 690340 9558208 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 690314 9558206 Abs Fin

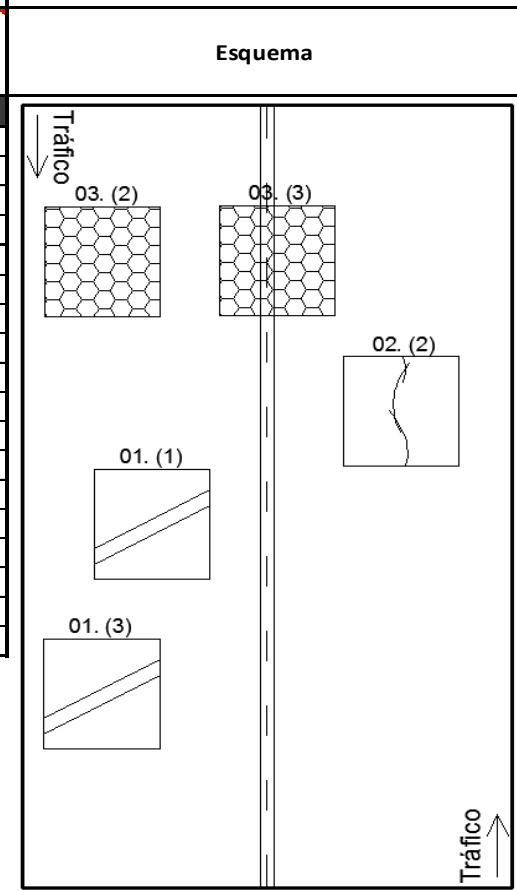
	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			75,60			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x		x	1,15		2,10	
	03. Piel de cocodrilo.		x	x		1,60	4,80	
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.10. Unidad de muestra 591 VIZIR.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	
---	---	---

Fecha: 09/01/2016 # Unidad de Muestreo: 591 Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 18+585 Estc. Final: 18+616,50 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 688590 9558063 688565 9558079 Abs Inicio Abs Fin
---	---	---

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida		
		1	2	3	1	2	3
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x		x	63,00		25,76
	02. Grietas longitudinales por fatiga.		x			2,35	
	03. Piel de cocodrilo.		x	x		3,90	3,30
	04. Bacheos y parcheos.						
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.						
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.						
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.						
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						



Anexo D.11. Unidad de muestra 656 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 20+632,50 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 656 Estc. Final: 20+664 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 688214 9557686 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 688241 9557668 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x		x	69,30		2,50	
	02. Grietas longitudinales por fatiga.		x	x		28,20	14,14	
	03. Piel de cocodrilo.	x	x		11,14	35,65		
	04. Bacheos y parcheos.	x		x	0,16		3,70	
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.12. Unidad de muestra 721 VIZIR.





UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 09/01/2016 Estc. Inicial: 22+680 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 721 Estc. Final: 22+711,50 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 687016 9557305 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 687039 9557287 Abs Fin

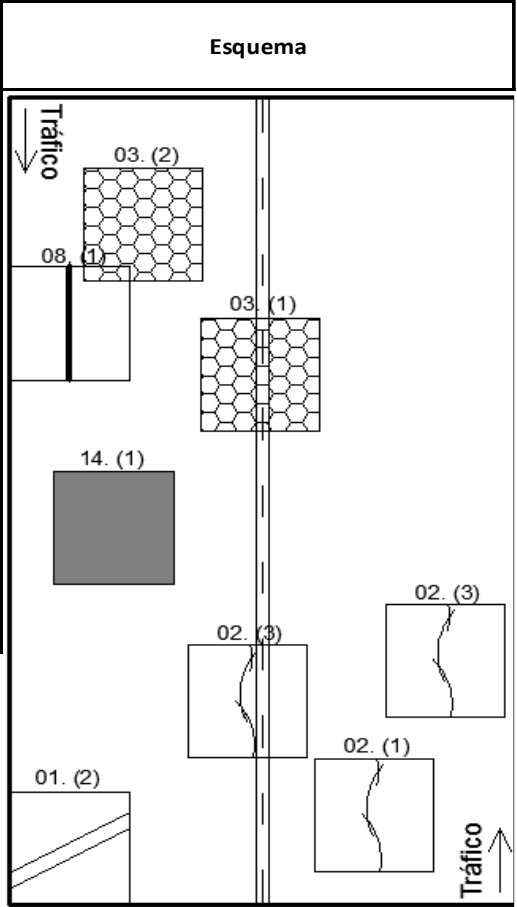
	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.		x			82,94		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x		x	77,61		28,70	
	03. Piel de cocodrilo.							
	04. Bacheos y parcheos.		x			1,25		
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.			x			16,80	
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.	x			47,25			
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.13. Unidad de muestra 786 VIZIR.



	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	
---	---	---

Fecha: 09/01/2016 # Unidad de Muestreo: 786 Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 24+727,50 Estc. Final: 24+759 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 686698 9558113 686365 9558117 Abs Inicio Abs Fin
---	---	--

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.		x			30,38		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x		x	1,45		62,92	
	03. Piel de cocodrilo.	x	x		14,80	34,55		
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.							
	08. Grietas de borde.	x			5,80			
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.	x			61,43			
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

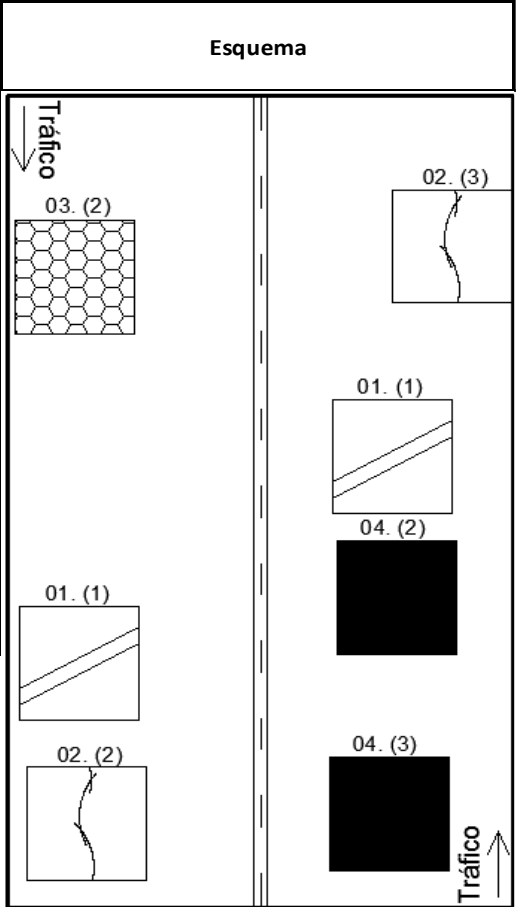


Anexo D.14. Unidad de muestra 851 VIZIR.

	UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA. EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is). CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.	 UTPL UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA Ingeniería Civil
---	---	---

Fecha: 09/01/2016 # Unidad de Muestreo: 851 Seccion. Control: Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.	Estc. Inicial: 26+775 Estc. Final: 26+806,50 Código de Vía/#Ruta: E35	Longitud de la UM: 31,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma Posición GPS: 685591 9559309 Abs Inicio 685571 9559329 Abs Fin
---	---	--

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida		
		1	2	3	1	2	3
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			116,96		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.		x	x		9,44	31,95
	03. Piel de cocodrilo.		x			41,18	
	04. Bacheos y parcheos.	x	x		3,90	3,90	
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.						
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.						
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.						
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						



Anexo D.15. Unidad de muestra 916 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 11/01/2016	Estc. Inicial: 28+822,50	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 916	Estc. Final: 28+854	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 683882 9559823 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		683863 9559851 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			51,98			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x	x	3,27	4,48	7,90	
	03. Piel de cocodrilo.		x			16,59		
	04. Bacheos y parcheos.	x			1,44			
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.		x			0,91		
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.16. Unidad de muestra 981 VIZIR.



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 11/01/2016 Estc. Inicial: 30+870 Longitud de la UM: 31,5
Unidad de Muestreo: 981 Estc. Final: 30+901,5 Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control: Código de Vía/#Ruta: E35 Posición GPS: 683373 9559590 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador. 683348 9559607 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida			Esquema
		1	2	3	1	2	3	
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			66,15			
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x		2,40	40,91		
	03. Piel de cocodrilo.	x			13,81			
	04. Bacheos y parcheos.							
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.							
	06. Grietas de contracción térmica.							
	07. Grietas parabólicas.		x			7,03		
	08. Grietas de borde.							
	09. Abultamientos.							
	10. Ojos de pescado.							
	11. Desprendimientos.							
	12. Descascaramiento.							
	13. Pulimento agregados.							
	14. Exudación.							
	15. Afloramientos.							
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.							
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.							
	18. Erosión de las bermas.							

Anexo D.17. Unidad de muestra 1046 VIZIR.

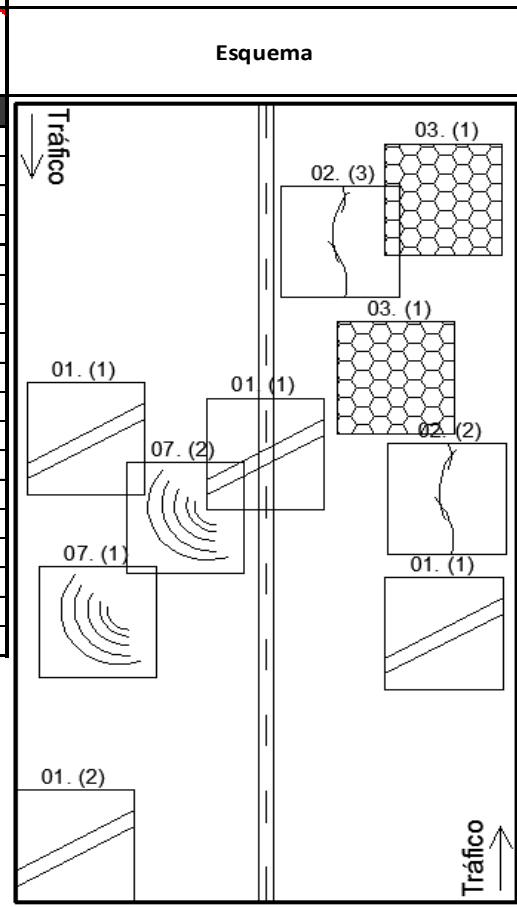


UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA.
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (Is).
CARRETERAS CON PAVIMENTO ASFÁLTICO.



Fecha: 11/01/2016	Estc. Inicial: 32+917,50	Longitud de la UM: 31,5
# Unidad de Muestreo: 1046	Estc. Final: 32+949	Inspeccionada por: Carlos Curipoma
Seccion. Control:	Código de Vía/#Ruta: E35	Posición GPS: 683113 9559350 Abs Inicio
Prov, Cantón, Distrito: Loja, Loja, Ecuador.		683138 9559336 Abs Fin

	Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)	Nivel de Gravedad			Medida		
		1	2	3	1	2	3
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x	x		68,85	35,55	
	02. Grietas longitudinales por fatiga.		x	x		0,73	0,70
	03. Piel de cocodrilo.	x			19,11		
	04. Bacheos y parcheos.						
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.	x	x		27,41	35,91	
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.						
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.						
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						



ANEXO E.

Manual de auscultación visual.

Introducción:

El presente manual se realizó con el objeto de facilitar el procedimiento de cálculo y brindar una guía para determinar el estado actual de la superficie de rodadura de un pavimento flexible, aplicando las metodologías: AASHTO, con la cual se obtendrá el valor del Índice de Condición del Pavimento “PCI” y la metodología francesa VIZIR, con la cual se obtendrá el valor del Índice de deterioro Superficial “Is”.

Se han tomado como base del presente manual: la norma americana AASHTO en su Práctica Estándar para la obtención del Índice de Condición del Pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433, 2011); la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI, 2012), volumen 6, en su capítulo de conservación vial, la cual presenta una alternativa de reparación para carreteras locales, actualmente la NEVI 2012 es utilizada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas “MTO”, para realizar las correspondientes obras de regulación y control en el Ecuador; Manual de Auscultación Visual de Pavimentos de Costa Rica (MAV, 2012); Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de La Libertad-Maltearías desde el K0+000 hasta el K6+000 (Código 5006) (Pinilla, 2007); entre otros.

Anexo E.A. PCI.

Se realizará el presente manual tomando en cuenta la carretera propuesta como tema de TFT, en este caso será una carretera de pavimento flexible, en el caso que se requiera realizar la auscultación de una carretera de pavimento rígido, se podrá seguir el procedimiento expuesto en el diagrama de flujo del (MAV, 2012, p.10).

Primer paso: Selección de unidades de muestra (U.M).

De acuerdo a lo expuesto en la norma ASTM D-6433, para pavimentos flexibles con ancho de calzada menor de 10 m, el rango del área de la unidad de muestreo debe estar entre 225 ± 90 m².

En nuestro proyecto contamos con los siguientes datos:

Capa de rodadura: Pavimento Asfáltico.

Número de carriles: 2, uno por cada sentido.

Ancho de calzada: 9 m.

Longitud del tramo (Loja-Catamayo): 33000 m.

Según MAV (2012) es recomendable para un ancho de calzada entre 5.5 y 10 m, utilizar una longitud de la unidad de muestreo de 31.5 m. como máximo, esta longitud puede ser variable, si el personal a cargo de la evaluación lo cree pertinente.

El número de unidades de muestra presentes en la carretera viene dado por la Ecuación 1:

$$N = \frac{\text{Longitud del tramo}}{\text{Longitud de la unidad de muestra.}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$N = \frac{33000 \text{ m.}}{31,5 \text{ m.}}$$

$$N = 1048.$$

Este número de unidades de muestra pertenecen al total de la longitud de la carretera, en el presente proyecto se realizó un análisis aleatorio de la vía de manera que se pueda brindar un grado de confiabilidad del 95%.

El número de unidades de muestra que se evaluaron en el presente proyecto se obtuvieron con la siguiente expresión.

$$n = \frac{N * \sigma^2}{\frac{e^2}{4} * (N-1) + \sigma^2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

n: Es el número mínimo de UM a evaluar.

N: Es el número de UM pertenecientes al total de la longitud del trayecto.

e: Error admisible en el estimativo del PCI, según ASTM D6433 (2011) se recomienda un valor del 5%.

σ : Coeficiente de desviación estándar, según ASTM D6433 (2011) se recomienda un valor inicial de 10 para pavimento flexible y de 15 para pavimento rígido.

Durante la inspección inicial se asumió un valor del coeficiente de desviación estándar del PCI equivalente a 10. En trayectos con tramos que tengan demasiadas longitudes rectas (por ejemplo carreteras de la costa) o cuya ruta sea importante para el desarrollo socio-económico de la ciudad o ciudades influyentes a la zona de estudio, se recomienda realizar el análisis inicial y posterior a ello con los resultados obtenidos, determinar el valor real de la desviación estándar, de manera que se asegure un grado de confiabilidad del 95%.

Se obtuvo un valor de unidades de muestra a ser inspeccionadas de:

$$n = \frac{1048 * 10^2}{\frac{5^2}{4} * (1048 - 1) + 10^2}$$

$$n = 16.$$

Con el objeto de asegurar una inspección homogénea en todo el trayecto de la carretera, se calculó el correspondiente valor de separación entre unidades de muestra con la siguiente expresión:

$$i = \frac{N}{n} \quad (\text{Ecuación 3})$$

$$i = \frac{1048}{16} = 65,5.$$

Se debe tomar un valor cerrado, este puede ser 65 o 66, la norma ASTM D6433 (2011) recomienda tomar el valor mínimo redondeado, por ello se eligió una separación de 65 entre unidades de muestras. Es decir la primera unidad de muestra puede ser la 1 o la 65, para el presente proyecto se tomó como unidad de muestra inicial S1 la UM 6.

Una vez obtenida la separación y tomando como unidad de muestra inicial la UM 6, se analizaron los siguientes tramos:

Tabla 1. Tramos analizados.

Muestra	UM	Abscisa Inicio	Abscisa Fin
S1	6	0+157,5	0+189
S2	71	2+205	2+236,5
S3	136	4+252,5	4+284
S4	201	6+300	6+331,5
S5	266	8+347,5	8+379
S6	331	10+395	10+426,5
S7	396	12+442,5	12+474
S8	461	14+490	14+521,5
S9	526	16+537,5	16+569
S10	591	18+585	18+616,5
S11	656	20+632,5	20+664
S12	721	22+680	22+711,5
S13	786	24+727,5	24+759
S14	851	26+775	26+806,5
S15	916	28+822,5	28+854
S16	981	30+870	30+901,5
S17	1046	32+917,5	32+949

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

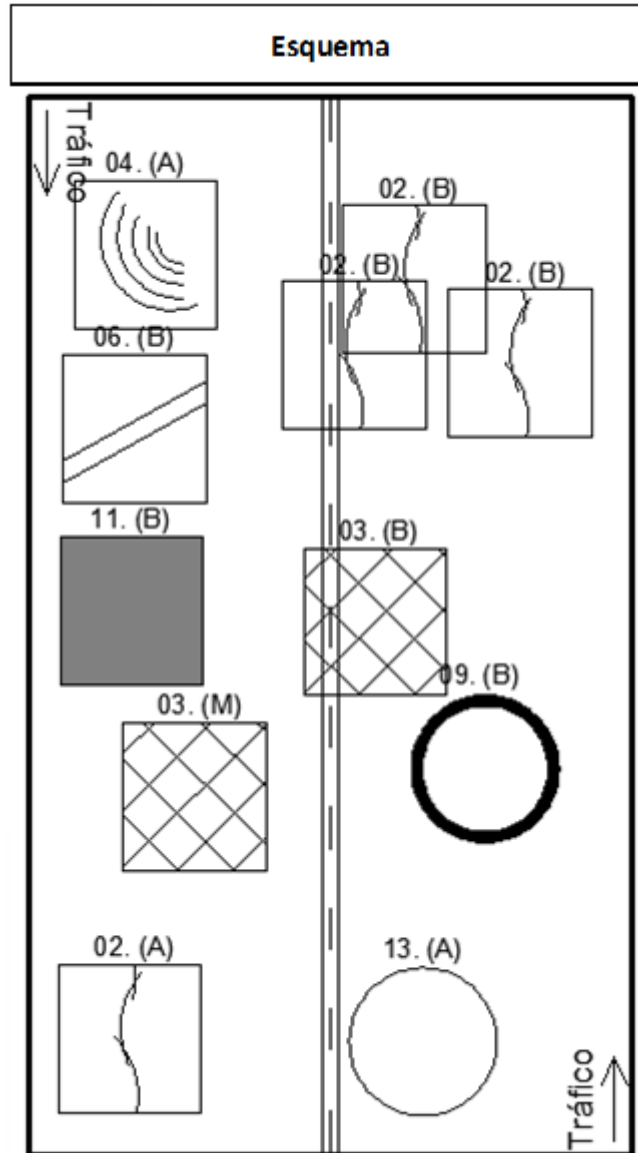
Segundo paso: Trabajo de campo.

Una vez obtenidas las unidades de muestra a inspeccionar, se deberá realizar el respectivo trabajo de campo, de manera que se obtengan los valores correspondientes a cada una de las U.M.

Como ejemplo de cálculo se analizará la unidad de muestra 331 o muestra S6, a continuación en el Anexo C.6 se muestran los datos obtenidos en la inspección visual:

Anexo E.A.1. Unidad de muestra 331 PCI.

Deterioros Pavimento Flexible		Severidad (Marcar con X)			Medida		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Grietas	01. Cuero de lagarto (m ²)						
	02. Longitudinal y transversal (ml)	x		x	1,40		1,75
	03. Bloque (m ²)		x	x		18,04	8,80
	0.4 Arco (m ²)	x			1,84		
	0.5 De borde (ml)						
Deformaciones	0.6 Roderas (m ²)			x			56,70
	0.7 Corrimiento/Desplazamiento (m ²)						
	0.8 Hinchamiento (m ²)						
	0.9 Hundimiento (m ²)			x			34,65
Textura Superficial	10. Pulimento de agregados (m ²)						
	11. Exudación (m ²)			x			56,70
	12. Desprendimiento de agregados (m ²)						
Misceláneos	13. Huecos (Unidad)	x			1,00		
	14. Bacheo (m ²)						
	15. Cruce de línea férrea (m ²)						
	16. Escalonamiento calzada y espaldón (ml)						



Esquema 1. Ubicación de los diferentes deterioros presentes para la U.M. 331 (PCI).

De acuerdo con el Esquema 1 se obtuvieron los siguientes deterioros en la unidad de muestra analizada:



Figura 1. Grietas longitudinales U.M. 331 (PCI).



Figura 2. Grietas en bloque U.M. 331 (PCI).



Figura 3. Grietas de arco U.M. 331 (PCI).

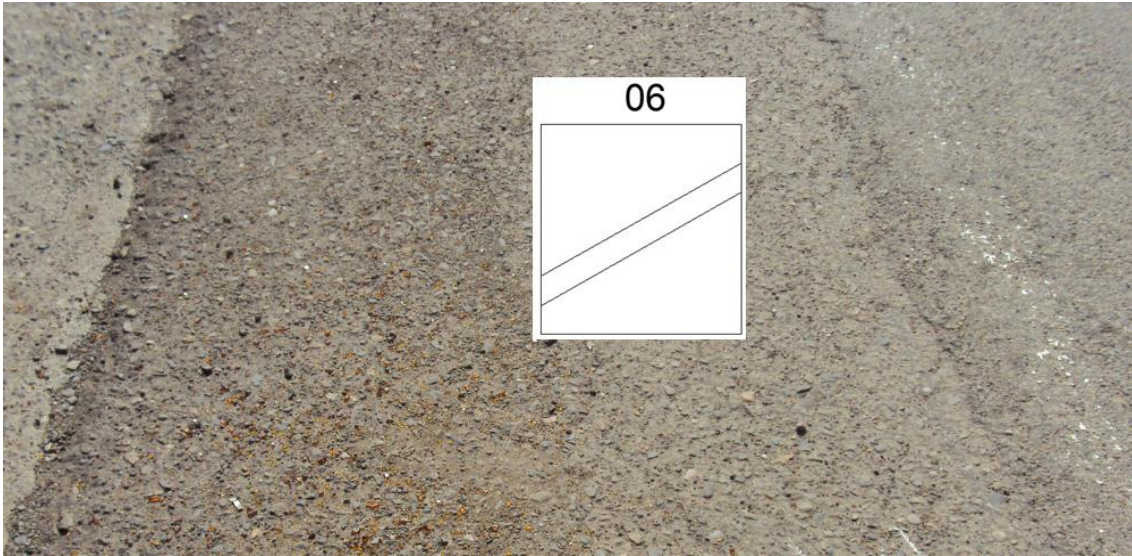


Figura 4. Roderas U.M. 331 (PCI).



Figura 5. Hundimiento U.M. 331 (PCI).



Figura 6. Exudación U.M. 331 (PCI).



Figura 7. Huecos U.M. 331 (PCI).

Tercer paso: Cálculo de valores deducidos y máximos valores deducidos corregidos.

El área de cada unidad de muestra está compuesta por la longitud de la U.M adoptada y el ancho de calzada de la carretera, para el presente ejemplo se obtuvo los siguientes valores:

Ancho de calzada: 9 m.

Longitud de la unidad de muestra: 31.5 m.

$$\text{Área de la U.M.} = \text{Ancho de calzada} * \text{Longitud de la U.M.} \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$\text{Área de la U.M.} = 9 \text{ m} * 31,5 \text{ m.}$$

$$\text{Área de la U.M.} = 283,5 \text{ m}^2.$$

Los valores deducidos se obtendrán para cada tipo de deterioro, de acuerdo a su correspondiente nivel de severidad, las gráficas de cada deterioro se podrán encontrar en la sección A de anexos.

Se deberá calcular la densidad de cada deterioro en porcentaje, este valor se lo obtendrá realizando el cociente entre el área de cada deterioro y el área de la unidad de muestra inspeccionada.

Una vez obtenida la densidad, de acuerdo a cada deterioro se deberá seleccionar la gráfica de valores deducidos, se llevará como dato inicial en el eje de las X el valor de la densidad, finalmente de acuerdo al grado de severidad que presente la falla, se cortará una de las tres curvas y con ello se obtendrá el valor deducido requerido.

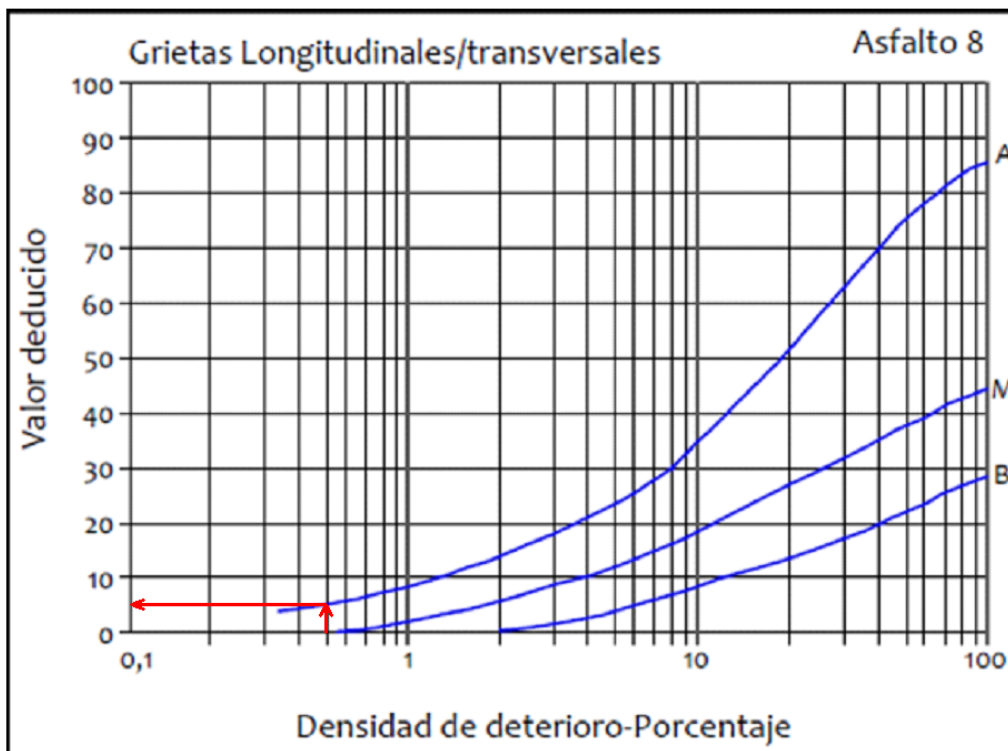


Figura 8. Cálculo de los valores deducidos correspondientes a grietas longitudinales/transversales de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

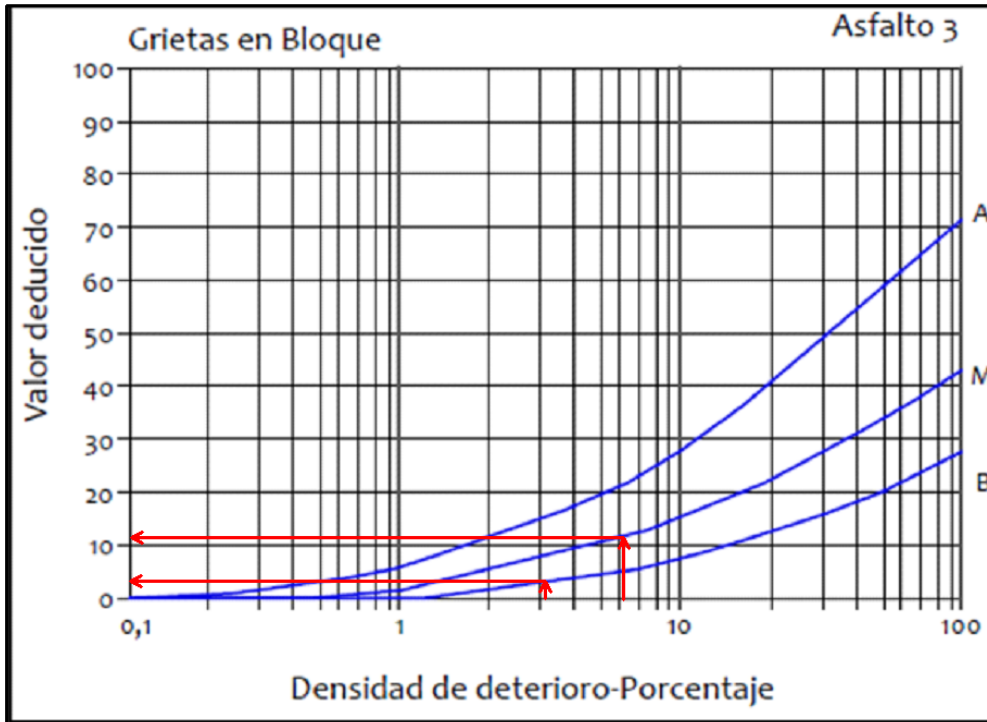


Figura 9. Cálculo de los valores deducidos correspondientes a grietas en bloque de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

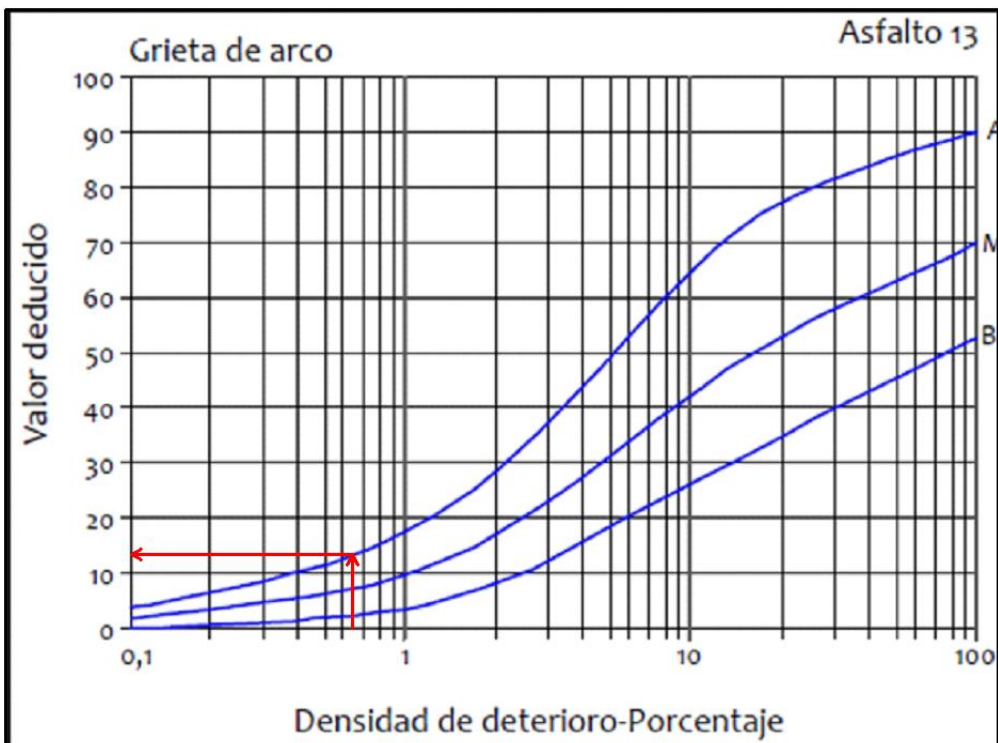


Figura 10. Cálculo de los valores deducidos correspondientes a grietas en arco de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

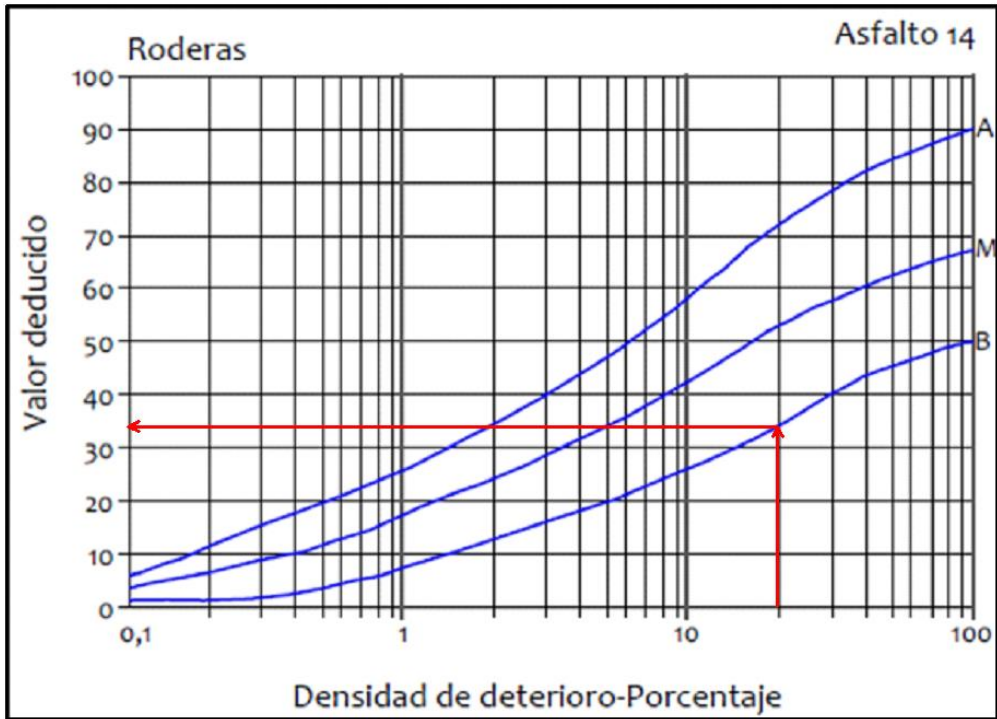


Figura 11. Cálculo de los valores deducidos correspondientes a rodadas de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

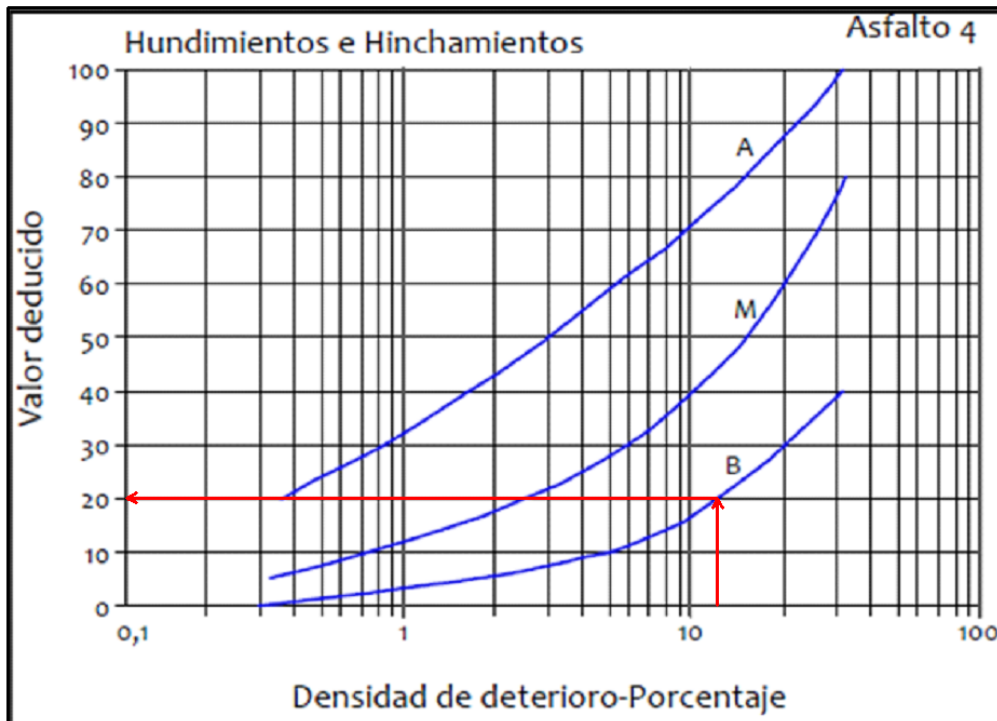


Figura 12. Cálculo de los valores deducidos correspondientes a hundimientos e hinchamientos de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

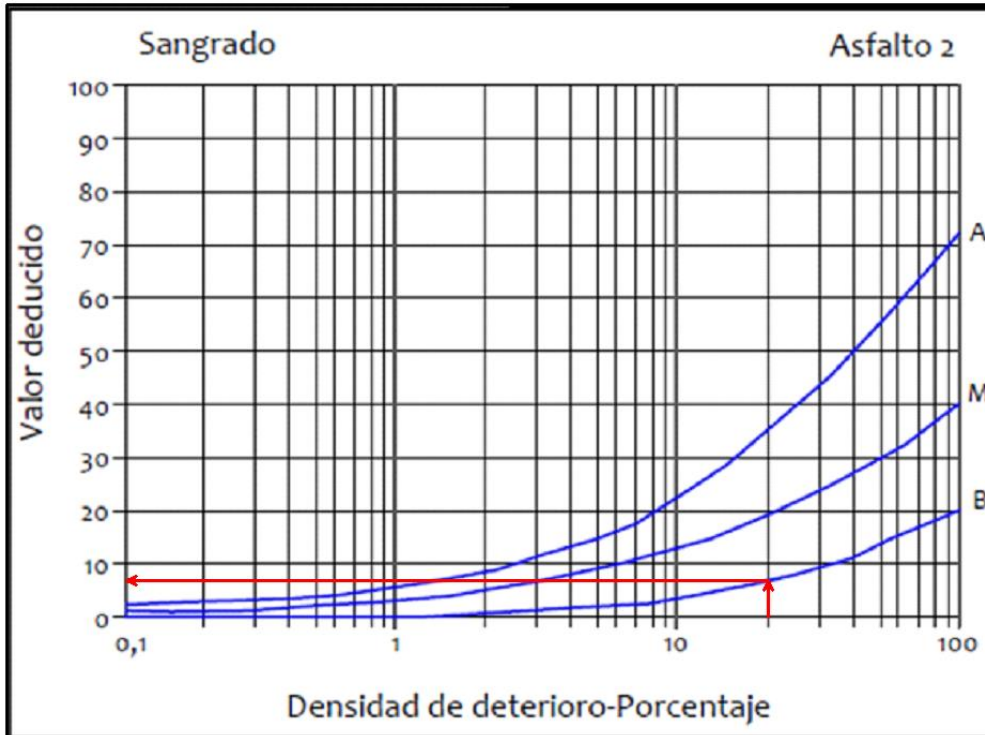


Figura 13. Cálculo de los valores deducidos correspondientes al sangrado de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

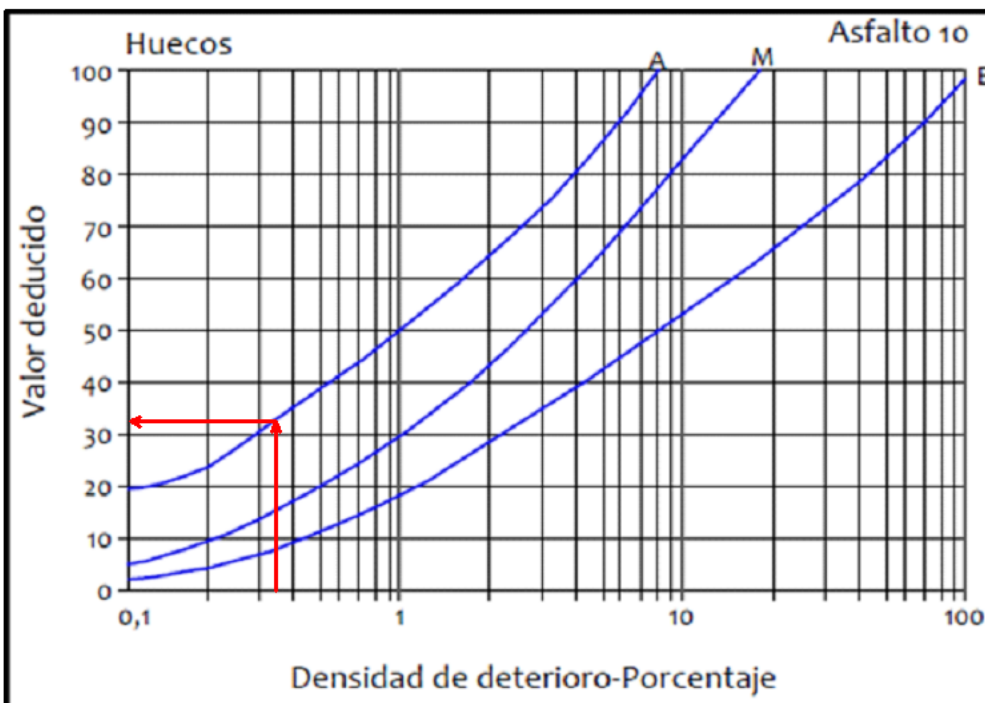


Figura 14. Cálculo de los valores deducidos correspondientes a huecos de la unidad de muestra analizada.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

Una vez obtenidos los valores deducidos para cada deterioro de la unidad de muestra analizada, se deberá ordenar los mismos de mayor a menor.

Tabla 1. Valores deducidos de la unidad de muestra analizada, PCI.

# Fallas	Deterioros Auscultados	Severidad	Medida	Densidad	Valor Deducido (VD)	VD (Mayor a Menor)
1	Longitudinal y transversal (ml/m ²)	Bajo	1,75	0,62	0	34
2	Longitudinal y transversal (ml/m ²)	Alto	1,4	0,49	5	33
3	Bloque (%)	Bajo	8,8	3,10	3	20
4	Bloque (%)	Medio	18,04	6,36	12	13
5	Arco (%)	Alto	1,84	0,65	13	12
6	Roderas (%)	Bajo	56,7	20,00	34	8
7	Hundimiento (%)	Bajo	34,65	12,22	20	5
8	Exudación (m ²)	Bajo	56,7	20,00	8	3
9	Huecos (Unidad/m ²)	Alto	1	0,35	33	0

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Analizando los valores deducidos obtenidos, se pueden obtener los siguientes casos:

- a.** Ningún valor deducido es mayor a 2.
- b.** Solo un valor deducido es mayor a 2.
- c.** Más de un valor deducido es mayor a 2.
- d.** Todos los valores deducidos son mayores a 2.

Para los casos a y b no se calcula m, se utilizara el valor deducido total (la suma de todos los valores deducidos) sin corregir. Para estos casos no es necesario seguir los procedimientos descritos a continuación ni los encontrados en el tercer paso. Seguir al cuarto paso.

Para calcular m (aplica para los casos c y d) se deberán ordenar los valores deducidos obtenidos del primer paso en orden descendiente (de mayor a menor).

Ya que más de un valor deducido es mayor a 2, se deberá realizar el cálculo de m, el cual viene dado por la Ecuación 5:

$$m = \left[1 + \frac{9}{98} * (100 - MVD) \right] \leq 10 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde:

m: Número máximo admisible de valores deducidos.

MVD: Mayor valor deducido individual de la U.M inspeccionada.

“Se toman los valores deducidos de la lista creada (de mayor a menor) hasta completar m , incluyendo la parte fraccionada. Si los valores deducidos existentes son menos que m , entonces se analizaran todos” (MAV, 2012, p.113).

$$m = \left[1 + \frac{9}{98} * (100 - 34) \right]$$

$$m = 7,06122 \leq 10$$

El valor obtenido de m nos indica que se deberá tomar en cuenta para el cálculo, solamente los 7 primeros deterioros y el 6.122% del octavo deterioro.

Tabla 2. Valores deducidos tomados para el cálculo del PCI de la unidad de muestra analizada.

# Fallas	Deterioros Auscultados	Severidad	Medida	Densidad	Valor Deducido (VD)	VD (Mayor a Menor)
1	Longitudinal y transversal (ml/m ²)	Bajo	1,75	0,62	0	34
2	Longitudinal y transversal (ml/m ²)	Alto	1,4	0,49	5	33
3	Bloque (%)	Bajo	8,8	3,10	3	20
4	Bloque (%)	Medio	18,04	6,36	12	13
5	Arco (%)	Alto	1,84	0,65	13	12
6	Roderas (%)	Bajo	56,7	20,00	34	8
7	Hundimiento (%)	Bajo	34,65	12,22	20	5
8	Exudación (m ²)	Bajo	56,7	20,00	8	0,183673469
						125,1836735

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

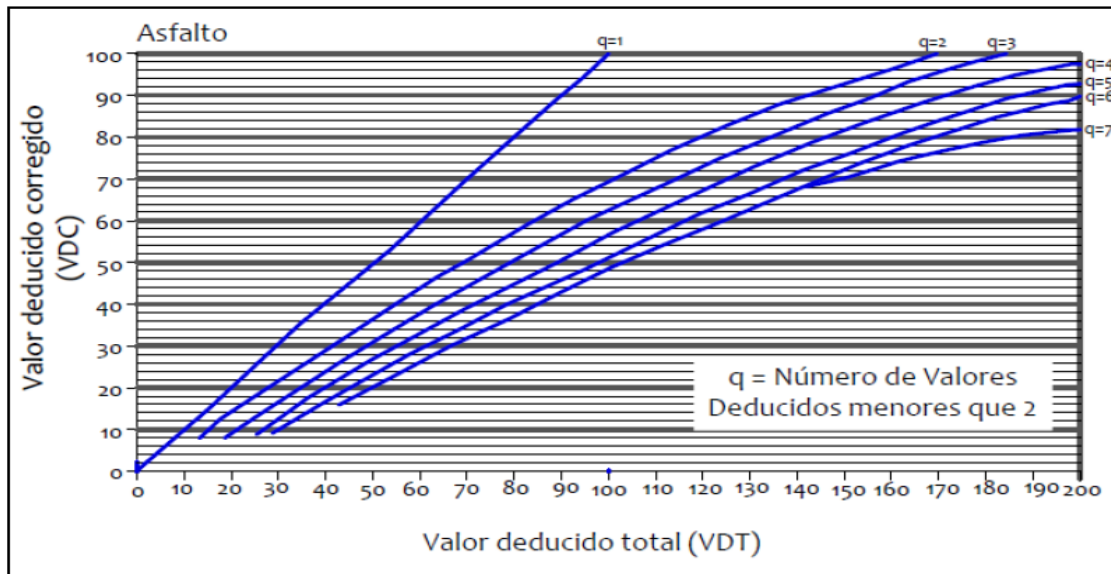
A continuación se deberá obtener el valor de MVDC, el cual se determina mediante el siguiente proceso iterativo:

a. Determinar el número de valores deducidos que sean mayores a 2. A este número se le llamara q .

b. Determine el Valor Deducido Total sumando TODOS los valores deducidos individuales.

c. Determine el MVDC con q y el Valor Deducido Total en la curva de corrección que se muestra a continuación en el Anexo E.A.2:

Anexo E.A.2. Corrección del valor deducido para pavimentos asfálticos.



Fuente: ASTM D6433 (2011).

d. Cambie a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2 y repita las etapas a, b y c hasta que q sea igual a 1.

Entonces de acuerdo con el literal a, el valor de “q” para nuestro ejemplo de cálculo es de 7.

Se obtuvo una sumatoria de los valores deducidos de 125,1836, leyendo este valor para un “q” equivalente a 7, el resultado de MVDC inicial fue el siguiente:

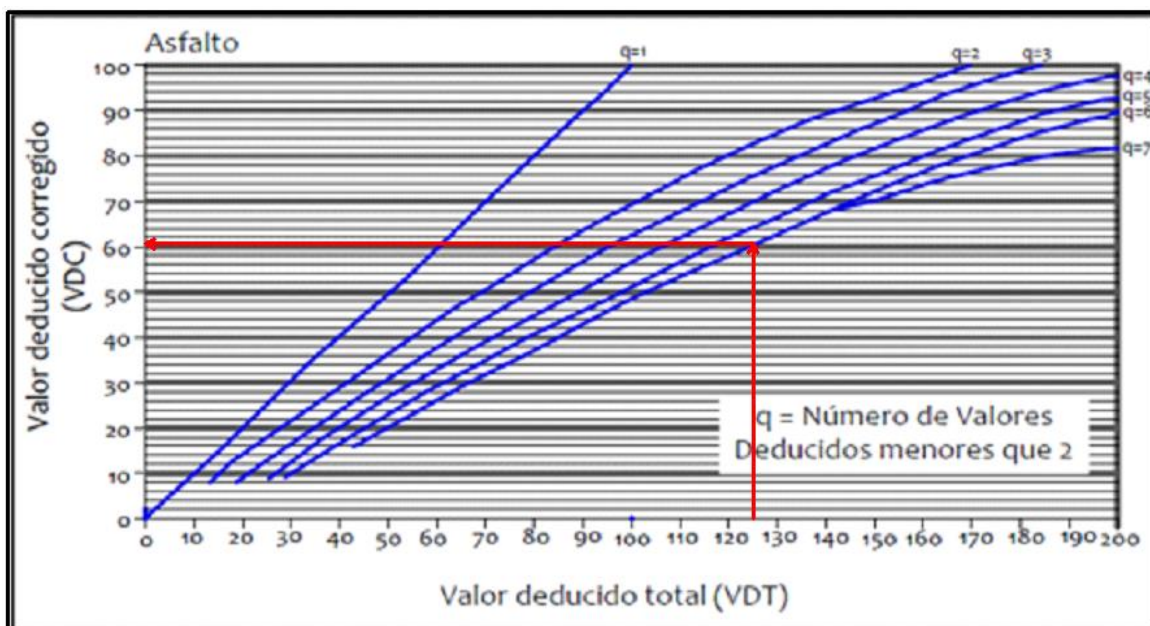


Figura 15. Ejemplo de cálculo del MVDC de la iteración q=7.

Fuente: ASTM D6433 (2011).

Elaboración: El autor.

125,1836735		
MVDC =	61	Inicial

Se deberá seguir el mismo proceso hasta que se obtenga el valor de “q” cuando este sea 1, luego de esto finalmente se adoptará como resultado de MVDC final, el mayor obtenido en las interacciones.

Los resultados para el presente ejemplo de cálculo fueron los siguientes:

Tabla 3. Cálculo de los valores de MVDC para cada iteración.

q=7 (Inicial)		q=6		q=5		q=4	
	MVDC		MVDC		MVDC		MVDC
34	61	34	59	34	59	34	60
33		33		33		33	
20		20		20		20	
13		13		13		13	
12		12		12		2	
8		8		2		2	
5		2		2		2	
0,183673469							
125,1836735		122		116		106	

q=3		q=2		q=1	
	MVDC		MVDC		MVDC
34	60	34	55	34	46
33		33		2	
20		2		2	
2		2		2	
2		2		2	
2		2		2	
2		2		2	
95		77		46	

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Observando los resultados obtenidos, se puede denotar que el mayor valor de MVDC se encuentra en la interacción cuando q=7, y cuyo valor es de 61.

Cuarto paso: Cálculo del valor del PCI de la unidad de muestra analizada.

Finalmente el valor del PCI para la unidad de muestra 331 se obtiene realizando la sustracción de 100 entre el MVDC final, como lo indica la Ecuación 6.

$$PCI = 100 - MVDC \text{ final.} \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$PCI_{\text{muestra 331}} = 100 - 61$$

$$PCI_{\text{muestra 331}} = 39.$$

Anexo E.B. VIZIR.

Primer paso: Selección de las unidades de muestra.

De manera que se garantice una evaluación homogénea en toda la longitud de la carretera, se optó, la misma área de estudio para cada unidad de muestra, se tomó cada UM aleatoriamente al igual que se seleccionó en el procedimiento de cálculo del índice de condición del pavimento (PCI).

Con esto se podrá cerciorar que todos los datos obtenidos tengan un correcto grado de confiabilidad y a su vez un análisis comparativo entre ambas metodologías planteadas.

Es decir que las unidades de muestras a evaluar para la metodología VIZIR, serán las mismas que se evaluarán con la metodología PCI.

Tabla 1. Tramos analizados.

Muestra	UM	Abscisa Inicio	Abscisa Fin
S1	6	0+157,5	0+189
S2	71	2+205	2+236,5
S3	136	4+252,5	4+284
S4	201	6+300	6+331,5
S5	266	8+347,5	8+379
S6	331	10+395	10+426,5
S7	396	12+442,5	12+474
S8	461	14+490	14+521,5
S9	526	16+537,5	16+569
S10	591	18+585	18+616,5
S11	656	20+632,5	20+664
S12	721	22+680	22+711,5
S13	786	24+727,5	24+759
S14	851	26+775	26+806,5
S15	916	28+822,5	28+854
S16	981	30+870	30+901,5
S17	1046	32+917,5	32+949

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Segundo paso: Trabajo de campo.

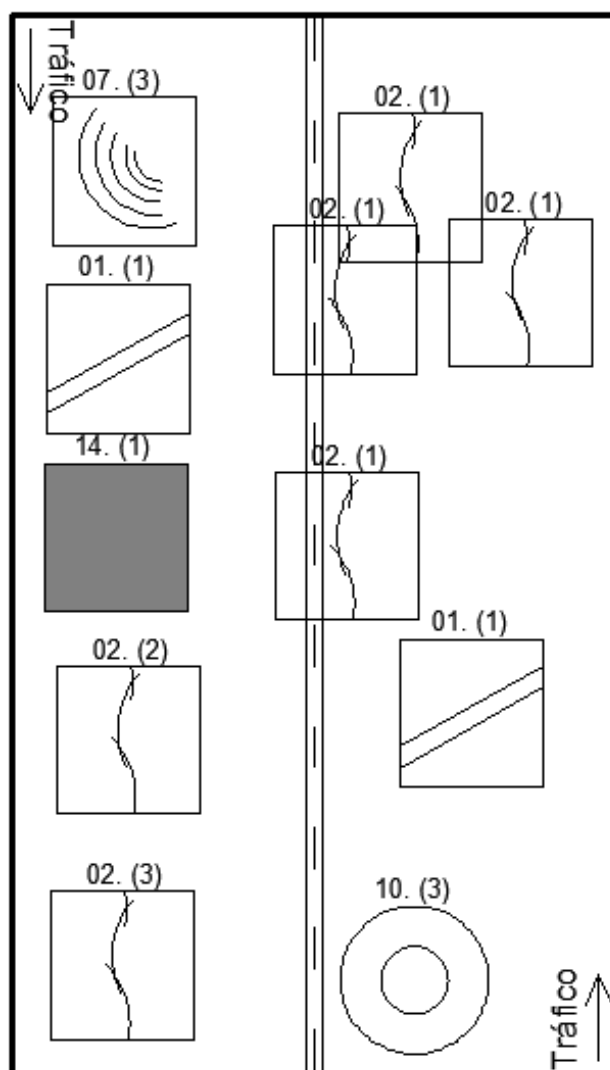
Al igual que la metodología del PCI, se tomará como ejemplo de cálculo la unidad de muestra 331.

Se muestra en el Anexo E.B.1, los valores obtenidos de la inspección visual:

Anexo E.B.1. Unidad de muestra 331 VIZIR.

Deterioro Pavimento Flexible (VIZIR)		Nivel de Gravedad			Medida		
		1	2	3	1	2	3
Tipo A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales.	x			91,35		
	02. Grietas longitudinales por fatiga.	x	x	x	10,55	18,04	1,40
	03. Piel de cocodrilo.						
	04. Bacheos y parcheos.						
Tipo B	05. Grieta longitudinal de junta de construcción.						
	06. Grietas de contracción térmica.						
	07. Grietas parabólicas.			x			1,84
	08. Grietas de borde.						
	09. Abultamientos.						
	10. Ojos de pescado.			x			1,00
	11. Desprendimientos.						
	12. Descascaramiento.						
	13. Pulimento agregados.						
	14. Exudación.	x			56,70		
	15. Afloramientos.						
	16. Desintegración de los bordes del pavimento.						
	17. Escalonamiento entre calzada y berma.						
	18. Erosión de las bermas.						

Esquema



Esquema 2. Ubicación de los diferentes deterioros presentes para la U.M. 331 (VIZIR).

De acuerdo con el Esquema 2 se obtuvieron los siguientes deterioros en la unidad de muestra analizada:



Figura 16. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales U.M. 331 (VIZIR).

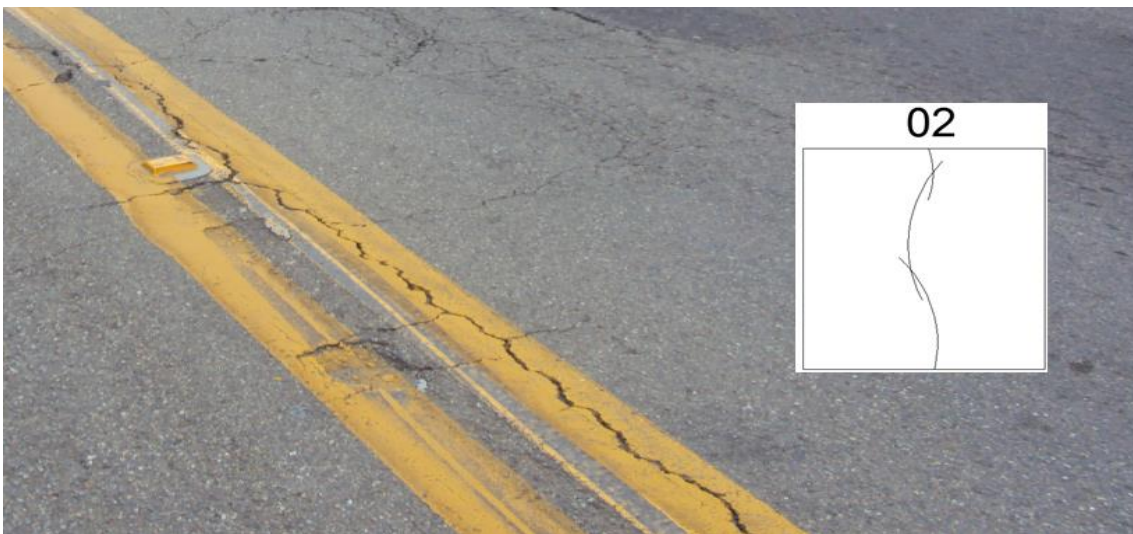


Figura 17. Grietas longitudinales por fatiga U.M. 331 (VIZIR).



Figura 18. Grietas parabólicas U.M. 331 (VIZIR).



Figura 19. Ojos de pescado U.M. 331 (VIZIR).



Figura 20. Exudación U.M. 331 (VIZIR).

Tercer paso: Cálculo de los índices “If, Id y primera calificación del Is”.

Ya que se optaron los mismos valores que para la metodología del PCI, el área de cada unidad de muestra es igual a:

$$\text{Área de la U.M.} = 283,5 \text{ m}^2.$$

Con todos los valores correspondientes a la evaluación superficial y con el área de cada unidad de muestra se realizaron los siguientes cálculos:

El primer paso, es la obtención del valor de densidad de cada deterioro auscultado, la densidad se la obtiene realizando el cociente entre el área del deterioro y el área de la unidad de muestra, todo esto en porcentaje.

Tabla 4. Cálculo de la densidad de los deterioros auscultados para la unidad de muestra analizada.

Area de la UM	Tipo	Deterioros Auscultados	Severidad	Medida	Densidad
283,5	A	01. Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales. (Id)	1	91,35	32,22
		02. Grietas longitudinales por fatiga. (If 1)	1	10,55	3,72
		02. Grietas longitudinales por fatiga. (If 1)	2	18,04	6,36
		02. Grietas longitudinales por fatiga. (If 1)	3	1,40	0,49

Fuente: El autor.

Elaboración: El autor.

Con la ayuda de la Figura 21 se podrá realizar los correspondientes cálculos para la determinación del Índice de Deterioro Superficial “Is”.

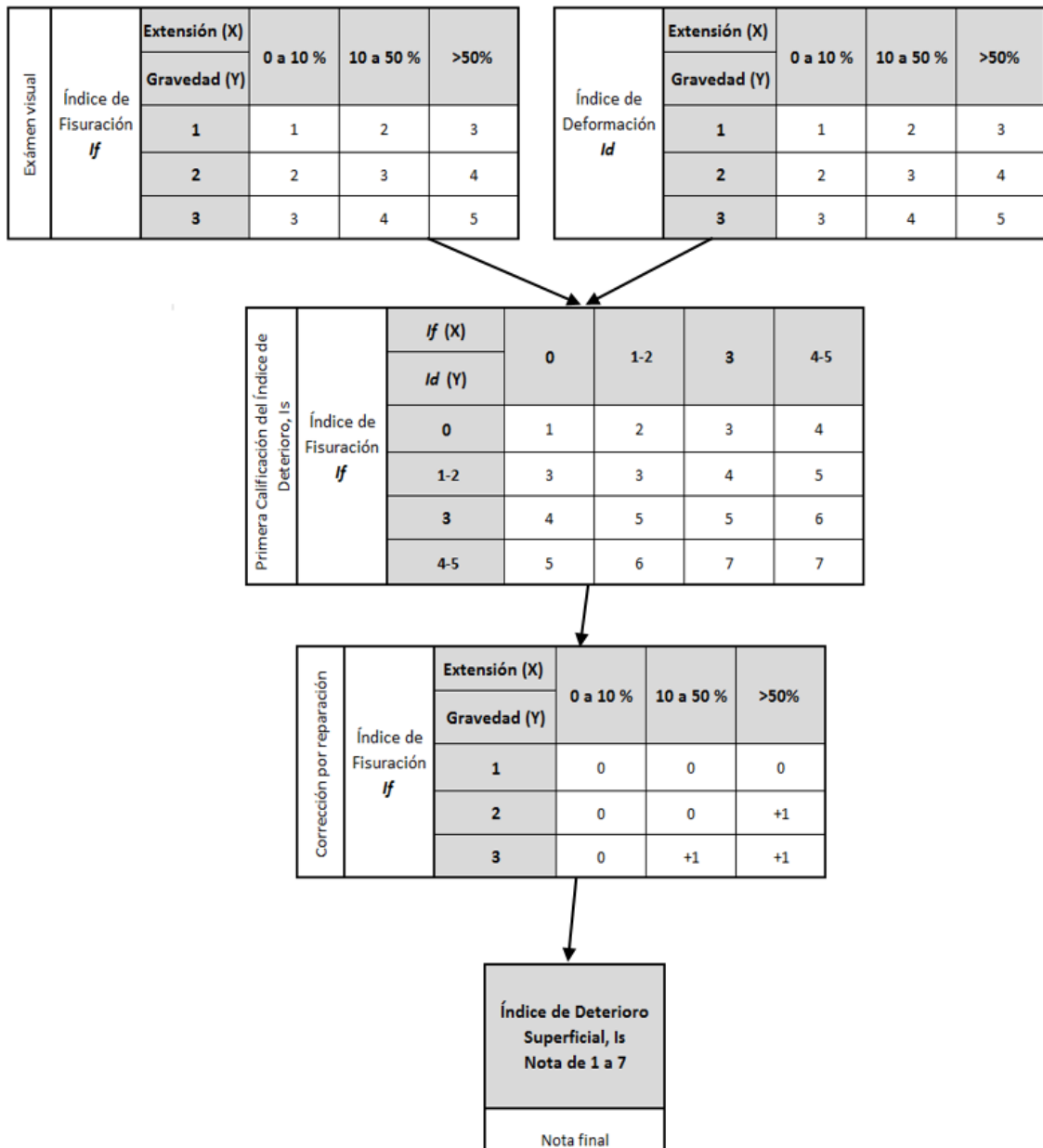


Figura 21. Procedimiento de cálculo del índice de deterioro superficial “Is”

Fuente: NEVI (2012).

Elaboración: El autor.

A continuación se deberá obtener el valor del índice de fisuración (*If*), el cual se lo ha compuesto en dos subvalores:

If1: Corresponde al valor obtenido debido a la presencia de grietas longitudinales por fatiga en la unidad de muestra evaluada.

If2: Corresponde al valor obtenido debido a la presencia de fallas por piel de cocodrilo en la unidad de muestra evaluada.

La suma de estos valores, tanto de If1 como de If2, nos brindarán el valor de If, para el presente ejemplo de cálculo se obtuvieron los siguientes resultados:

Índice de Fisuración <i>If</i>	Extensión (X)	0 a 10%	10 a 50%	>50%
	Gravedad (Y)			
1	1	1	2	3
2	2	2	3	4
3	3	3	4	5

Figura 22. Cálculo del If.
Fuente: NEVI (2012).
Elaboración: El autor.

Tabla 5. Cálculo del If.

<i>If 1</i>			<i>If 2</i>			<i>If Final</i>
1	2	3	1	2	3	
3,72	6,36	0,49	0	0	0	3
1	2	3	0	0	0	
3			0			

Fuente: El autor.
Elaboración: El autor.

El valor resultante, de cada If, será el mayor valor obtenido, de manera que como resultado final del If, se obtuvo un valor equivalente a 3.

Ahora se deberá obtener el valor del índice de deformación (Id), el cual viene dado por la presencia de deterioros de tipo estructural en las unidades de muestra evaluadas, para el presente ejemplo de cálculo se obtuvieron los siguientes resultados:

Índice de Deformación <i>Id</i>	Extensión (X)	0 a 10%	10 a 50%	>50%
	Gravedad (Y)			
1		1	2	3
2		2	3	4
3		3	4	5

Figura 23. Cálculo del Id.
Fuente: NEVI (2012).
Elaboración: El autor.

Tabla 6. Cálculo del Id.

Id		
1	2	3
32,22	0	0
2	0	0
2		

Fuente: El autor.
Elaboración: El autor.

Al igual que con el índice de fisuración, el índice de deformación será el mayor de todos los valores obtenidos, y cuyo resultado es 2.

Con los valores, tanto del If, como del Id, se procederá a realizar el primer cálculo del índice de deterioro "Is", de la siguiente manera:

Primera Calificación del Índice de Deterioro <i>Is</i>	If (X)				
	Id (Y)				
	0.	1	2	3	4
	1-2.	3	3	4	5
	3.	4	5	5	6
	4-5.	5	6	7	7

Figura 24. Cálculo de la primera calificación del *Is*.

Fuente: NEVI (2012).

Elaboración: El autor.

Cuarto paso: Cálculo del Índice de deterioro “*Is*”.

Como primera calificación del Índice de Deterioro “*Is*”, se obtuvo un valor de 4. Finalmente se deberá realizar la corrección por reparación, en el caso de existir deterioros por baches o parches.

Corrección por reparación	Índice de Fisuración <i>If</i>	Extensión (X)			
		Gravedad (Y)	0 a 10 %	10 a 50 %	>50%
	1	0	0	0	
	2	0	0	+1	
	3	0	+1	+1	

Figura 25. Corrección de la primera calificación del *Is*.

Fuente: NEVI (2012).

Elaboración: El autor.

Ya que en el presente ejemplo de cálculo no se registraron deterioros como baches o parches, el valor final del Índice de Deterioro “*Is*” es el siguiente:

$$Is = 4.$$

Conclusiones:

- La metodología que brinda mayor grado de confiabilidad, es la del PCI, ya que para sus cálculos toma en consideración un mayor número de fallas.
- VIZIR presenta una propuesta simplificada, el procedimiento de cálculo para la obtención del Índice de deterioro superficial “Is” es menos complejo en comparación con la metodología PCI.

Recomendaciones:

- Es de mucha importancia el correcto uso de la implementaría de seguridad (conos, casco, chaleco reflectivo, botas de punta de acero, etc.) al momento de realizar el levantamiento de los datos de cada unidad de muestra en la carretera, de manera que se asegure la integridad de la o las personas a cargo de la inspección.
- En el caso que se desee realizar una inspección importante, se recomienda tomar los valores obtenidos por la normativa AASHTO, o a su vez realizar una corroboración de los mismos con otra metodología, en este caso se podría recomendar PCI y VIZIR.