



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

“ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL TRAMO DE LA AV. FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA – CANTÓN SANTA ELENA – PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

ESTUDIO DE CASO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY

MATÍAS PANCHANA ANDY JOSUE

TUTOR:

ING. MORENO ALCÍVAR LUCRECIA CRISTINA Mg.

La Libertad, Ecuador

2021

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**“ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL TRAMO DE LA AV.
FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA – CANTÓN SANTA
ELENA – PROVINCIA DE SANTA ELENA”.**

ESTUDIO DE CASO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY

MATÍAS PANCHANA ANDY JOSUE

TUTOR:

ING. MORENO ALCÍVAR LUCRECIA CRISTINA Mg.


La Libertad, Ecuador

2021

CERTIFICACIÓN

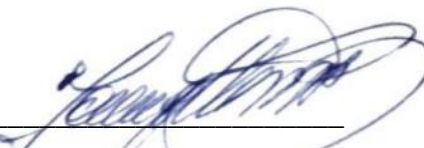
Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por: **Jami Dominguez Leonela Mariley y Matías Panchana Andy Josue** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

TUTORA

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar. Mg.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 


Ing. Jonny Raúl Villao Borbor

La Libertad, a los 31 días del mes de agosto del año 2021.

APROBACIÓN DE LA TUTORA

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Estudio de Caso **“ESTUDIOS DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL TRAMO DE LA AV. FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA – CANTÓN SANTA ELENA – PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por la Srta. JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY y el Sr. MATÍAS PANCHANA ANDY JOSUE, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTORA

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar. Mg.

La Libertad, a los 31 días del mes de agosto del año 2021.

CERTIFICADO DE GRAMATÓLOGO

Certificación de Gramatólogo

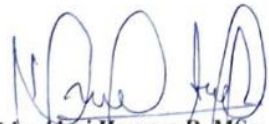
Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES
*Magíster En Diseño Y Evaluación
De Modelos Educativos*

La Libertad, agosto 20 del 2021

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de titulación en opción al título de INGENIERO(A) CIVIL de: JAMI DOMÍNGUEZ LEONELA MARILEY & MATÍAS PANCHANA ANDY JOSUE, cuyo tema es: "ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL TRAMO DE LA AV. FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA – CANTÓN SANTA ELENA – PROVINCIA DE SANTA ELENA" me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para su respectiva defensa.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Alexi Herrera R, MSc.
Docente de Español A: Literatura
Cel: 0963143788
e-mail: alexiherrerareyes@hotmail.com

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Jami Dominguez Leonela Mariley y Matías Panchana Andy Josue

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación, “**Estudios de las Patologías y Reparación del Pavimento Flexible ubicado en el tramo de la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta – Cantón Santa Elena – Provincia De Santa Elena**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de nuestra total autoría.

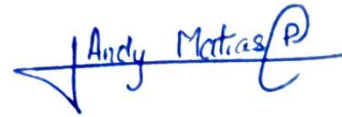
En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 31 días del mes de agosto del año 2021.

LOS AUTORES



f. _____
Jami Dominguez Leonela Mariley



f. _____
Matías Panchana Andy Josue

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Jami Dominguez Leonela Mariley y Matías Panchana Andy Josue

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**Estudios de las Patologías y Reparación del Pavimento Flexible ubicado en el tramo de la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta – Cantón Santa Elena – Provincia De Santa Elena**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

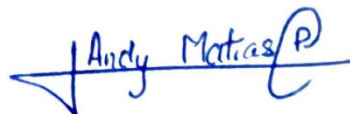
La Libertad, a los 31 días del mes de agosto del año 2021.

LOS AUTORES



f. _____

Jami Dominguez Leonela Mariley



f. _____

Matías Panchana Andy Josue



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

La Libertad, 31 de agosto de 2021

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado **“ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL TRAMO DE LA AV. FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA – CANTÓN SANTA ELENA – PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, elaborado por los estudiantes **LEONELA MARILEY JAMI DOMINGUEZ** y **ANDY JOSUE MATÍAS PANCHANA**, egresados de la **CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**, de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERIA** de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de **INGENIERO CIVIL**, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio URKUND, luego de haber cumplido los requerimiento exigidos de valoración, el presente proyecto ejecutado, se encuentra con 2% de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.

Atentamente,

Ing. Lucrecia Moreno Alcívar, Mg.










C.I. 0911164127

DOCENTE TUTORA

Document Information

Analyzed document	URRUND.docx (ID11885137)
Submitted	8/31/2021 7:03:00 PM
Submitted by	
Submitter email	leonelajami@hotmail.com
Similarity	2%
Analysis address	lmoreno.upse@analysis.urrund.com

Sources included in the report

W	URL: https://library.co/document/qvdklgy-evaluacion-pavimentos-flexibles-metodo-avenida-leopoldo-carstens-libertad.html Fetched: 7/23/2020 3:48:33 AM	 2
W	URL: https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/5036/3/UPSE-TIC-2019-0015.pdf Fetched: 12/10/2019 6:40:03 PM	 8
W	URL: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3351/3/CIVIL%20-%20Fernando%20Paredes%20Vela%20%20%26%20Jorge%20Jenson%20Delgado%20Mego.pdf.txt Fetched: 7/17/2021 2:40:17 AM	 1
W	URL: http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/handle/UNJ/207/Calder%C3%B3n_TJA_Nu%C3%B1ez_AM.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 7/16/2021 4:32:31 AM	 1
W	URL: https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identific%C3%B3n-fallas.pdf Fetched: 8/31/2021 7:04:00 PM	 1
W	URL: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/CI_180.pdf Fetched: 8/31/2021 7:04:00 PM	 2
W	URL: https://www.slideshare.net/breCarbajal/valdez-md Fetched: 2/1/2021 7:08:11 AM	 1
W	URL: https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/3589/1/REP_JNG.CMIL_LUIS.CANTUARIAS_JORGE.WATINADE_APLICACIONES.M%C3%A9TODOS.PARA.LA.EVALUACION.SUPERFICIAL.PAVIMENTO.FLEXIBLE.AVENIDA.CAMINO.REAL.URBANIZACION.LA.RINCONADA.DISTRITO.TRUJILLO.pdf Fetched: 7/17/2021 2:40:33 AM	 2
W	URL: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1708/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CMIL-2019-40.pdf Fetched: 7/5/2021 4:32:09 AM	 1

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, estoy agradecida con Dios por haberme permitido llegar hasta aquí, pues me brindó mucha fortaleza en los momentos más difíciles, siempre recordando lo que nos ha prometido “Que busquemos primero el reino de Dios y su justicia, y todo lo demás vendrá por añadidura” (Mateo 6:33)

Agradezco a mis padres y abuelos, pues siempre estuvieron sus oraciones para que todo saliera bien, aquellos que llenos de sabiduría me brindaron siempre consejos para que no desistiera de mis estudios, para así poder convertirme en Ingeniera.

Agradezco a mi compañero de tesis y enamorado Andy Josue Matías Panchana, ya que pese a todo siempre estuvo a mi lado impulsándome para que siguiera adelante, estoy infinitamente agradecida porque me ayudó para que fuera esto posible, quiero recordarte que eres muy especial en mi vida.

Un agradecimiento especial para la Ing. Lucrecia Moreno, por creer en nosotros a pesar de las dificultades que se nos presentaron, ella nunca dudo en apoyarnos y guiarnos con paciencia en el desarrollo de la presente tesis, que Dios la continúe bendiciendo y a la Empresa INGEOTOP S.A, por facilitarnos sus instalaciones para realizar los ensayos que fueron necesarios para poder finalizar con éxito este proyecto de titulación.

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, por los años en que nos brindó conocimiento que hoy en día han sido de suma importancia; a mis compañeros y pronto colegas.

Leonela Mariley Jami Dominguez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado vida para poder culminar con mis estudios universitarios, por tener a mi familia gozando de salud y por el milagro de vida que ha brindado a mis seres queridos.

Agradezco a ese compañero de estudios que fue mi perrito Brandito que sin importar las altas horas de madrugada se quedaba acompañándome en las tareas diarias.

Agradezco a mi compañera de tesis y enamorada Leonela Mariley Jami Dominguez, quien me animó desde los primeros semestres a seguir en la carrera y con mucha dedicación y empeño me impulsó para poder terminar con este proyecto de titulación.

Agradezco a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a la carrera de Ingeniería Civil, en donde pude adquirir conocimientos que hoy en día han sido de mucha ayuda para poder afrontar los retos diarios que se presentan en la vida profesional.

Un agradecimiento especial también para la Ing. Lucrecia Moreno, quien, sin importar sus ocupaciones, fue guía y tutora para poder finalizar con nuestro proyecto de titulación, aportando con conocimientos que fueron de mucha ayuda.

Agradezco a la Empresa INGEOTOP S.A., quien nos facilitó sus instalaciones para poder realizar los ensayos respectivos para nuestro trabajo de titulación.

Andy Josue Matías Panchana

DEDICATORIA

Dedico la presente tesis, a mi Dios que me ha dado vida y ha permitido que mis seres queridos estén conmigo, para poder compartir este logro junto con ellos.

A mi mami Jenny Dominguez M. y a mi papi Javier Jami J. por su cariño y amor incondicional, hicieron grandes esfuerzos en toda mi formación académica; a mi hermana Lcda. Katty J. e Isaac J. por su apoyo en las noches de desvelo.

A mis abuelos Marianita M. y Alberto D. que siempre me han demostrado que todo lo puedo en Cristo que me fortalece y a toda mi familia a quienes estimo mucho.

A mi enamorado Andy Josue Matías Panchana, quien siempre me tuvo paciencia y dedicación, eres muy valioso para mí, gracias por demostrar que podemos ser un gran equipo.

Finalmente, dedico este logro para todas las personas que han sido un gran apoyo durante toda mi formación universitaria, siendo participes para que esto sea posible.

Leonela Mariley Jami Dominguez

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis padres, que me ayudaron a continuar con mis estudios universitarios, inculcándome desde niño el valor del respeto y responsabilidad; valores que me servirán los días que Dios me permita vivir.

Dedico mi tesis a mi papá Simón Matías, que sé de seguro estará muy feliz por haber terminado con optimismo este periodo universitario.

A mi mamá Alba Panchana, a mi hermano Jordy Matías y perrito quienes me brindaron consejos para no desistir cuando los días se complicaban.

A mi enamorada, quien me animaba a seguir y poder finalizar con mis estudios.

Y, por último, dedico este logro para todas las personas que aportaron en mi formación universitaria, para que se esto sea posible.

Andy Josue Matías Panchana

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

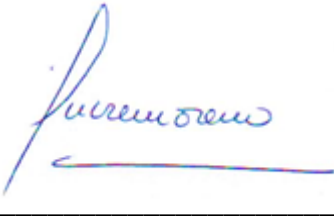
Ing. Villao Borbor Jonny Raúl, MSc.

DIRECTOR DE CARRERA Y PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

f. 

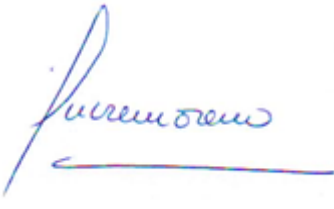
Ing. Gastón Proaño Cadena, Msc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg.

DOCENTE TUTOR

f. 

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg.

DOCENTE GUÍA DE LA UIC Y SECRETARIA

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	IX
AGRADECIMIENTO	X
DEDICATORIA	XI
DEDICATORIA	XII
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	XIII
ÍNDICE DE TABLAS	XVIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIX
ÍNDICE DE ANEXOS	XXI
ABREVIATURAS	XXII
RESUMEN	XXIII
ABSTRACT	XXIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Objetivos del Proyecto	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4. Alcance	8
1.5 Hipótesis	8
1.6 Identificación de Variables	9
1.6.1 Operacionalización de Variables	9
1.7 Justificación	10
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1 Ubicación	12
2.2 Pavimentos	13
2.3 Tipos de Pavimentos	13
2.3.1 Pavimentos Flexibles	14
2.3.2 Pavimentos Rígidos	15
2.4 Estructura del Pavimento	15
2.4.1 Capa de Rodadura	15

2.4.2 Base.....	16
2.4.3 Sub-base.....	16
2.4.4 Subrasante.....	16
2.5 Patologías en el Pavimento Flexible	17
2.6 Daños en el Pavimento Asfáltico	18
2.6.1 Fisuras Longitudinales y Transversales.....	18
2.6.2 Fisuras en Bloque	20
2.6.3 Piel de Cocodrilo	21
2.6.4 Fisuras de Arco	24
2.6.5 Fisuras de Borde	25
2.6.6 Hundimiento	27
2.6.7 Ahuellamiento.....	29
2.6.8 Corrugación	31
2.6.9 Deformación por Empuje.....	32
2.6.10 Hinchamiento.....	34
2.6.11 Pérdida del Agregado	35
2.6.12 Diferencia entre calzada/hombro.....	37
2.6.13 Agregados Pulidos	38
2.6.14 Baches.....	40
2.6.15 Parche	42
2.6.16 Exudación del Betún.....	44
2.6.17 Bombeamiento.....	46
2.7 Principales técnicas de reparación y conservación en el pavimento asfáltico	47
CAPÍTULO III.....	52
3.1 Método del PCI.....	52
3.2 Parámetros a Considerar	52
3.3 Tabla de Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	53
3.4 Descripción de la evaluación del pavimento.....	53
3.5 Materiales a Utilizar.....	55
3.6 Identificación y Determinación de Longitud de la Muestra.....	55
3.7 Determinación de Muestras a Inspeccionar	57
3.8 Selección de Muestras.....	58
3.9 Muestras Adicionales	59
3.10 Cálculos de Densidad.....	59
3.11 Valor de Deducción.....	60

3.12 Número Máximo Admisible de Valores Deducidos	60
3.13 Valor de Dedución Corregido	61
3.14 Tránsito	62
3.15 Volumen y Carga de Tráfico.....	62
3.15.1 Tránsito Promedio Diario (TPD)	63
3.15.2 Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)	63
3.15.3 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	64
3.15.4 Factor de Estacionamiento Mensual (Fm).....	64
3.15.5 Factor de Ajuste Diario (Fd).....	65
CAPÍTULO IV	66
ANÁLISIS DE RESULTADOS	66
4.1 Estudio preliminar	66
4.2 Caso de la Investigación	66
4.2.1 Descripción General	66
4.2.2 Punto de Coordenadas	67
4.3 Variaciones Climáticas.....	68
4.4 Método PAVER	68
4.5 Procedimiento Tramo 1	69
4.6 Intervalos de Unidad de muestra.....	70
4.7 Resultados del Tramo 1 Carril Izquierdo.....	71
4.8 Resultados Tramo 2 Carril Derecho.....	79
4.9 Procedimiento Tramo 2.....	87
4.10 Intervalos de Unidad de Muestra (U1).....	88
4.11 Resultados Tramo 2	89
4.12 Cuadro de Resultados Tramo 1 y Tramo 2	94
4.13 Volumen de Tránsito - Calle Cuarta	97
4.13.1 Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)	98
4.13.2 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	99
4.14 Volumen de Tránsito – Av. Francisco Pizarro.....	100
4.14.1 Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)	101
4.14.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	101
4.15 Resultados de la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta	103
4.16 Uso del Dron	104
4.17 Estudio de patologías con Drone.....	105
4.18 Software ArcGIS.....	108

CAPÍTULO V	110
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
5.1 Conclusiones	110
5.2 Recomendaciones.....	111
BIBLIOGRAFÍAS	112
ANEXOS	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable Dependiente.....	9
Tabla 2 Variable Independiente	10
Tabla 3 Nivel de severidad de baches en función del diámetro y profundidad	42
Tabla 4 Tipos de fallas	54
Tabla 5 Intervalos de área de muestreo	56
Tabla 6 Longitud de unidad de muestra según ancho de la calzada	56
Tabla 7 Criterio alternativo para determinar el número de muestras a inspeccionar	57
Tabla 8 Factor mensual	64
Tabla 9 Características de la vía.....	67
Tabla 10 Coordenadas de la Av. Francisco Pizarro	67
Tabla 11 Coordenadas de la Calle Cuarta	68
Tabla 12 PCI - Av. Francisco Pizarro "Carril Izquierdo"	95
Tabla 13 PCI - Av. Francisco Pizarro "Derecho"	96
Tabla 14 PCI - Calle Cuarta	97
Tabla 15 Conteo del tránsito	98
Tabla 16 Cálculo del TPDS.....	98
Tabla 17 Factor de ajuste diario	99
Tabla 18 TPDA Existente	99
Tabla 19 Espesores mínimos de carpeta asfáltica, de acuerdo al nivel de tránsito en la vía.....	100
Tabla 20 Conteo del tránsito	100
Tabla 21 Cálculo del TPDS.....	101
Tabla 22 Factor de ajuste diario	102
Tabla 23 TPDA existente	102
Tabla 24 Espesores mínimos de carpeta asfáltica, de acuerdo al nivel de tránsito en la vía.....	103
Tabla 25 Espesores de superficie de concreto asfáltico sobre bases granulares sin estabilizar.	103
Tabla 26 Características del dron	105
Tabla 27 Comparación entre el Uso del Drone y la Forma Tradicional	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta.....	12
Figura 2 Pavimento Flexible.....	14
Figura 3 Pavimento Rígido.....	15
Figura 4 Falla en Fisura Longitudinal y Transversal.....	18
Figura 5 Grado de severidad bajo, medio y alto de las fallas longitudinal y transversal.....	19
Figura 6 Falla agrietamiento en bloque.....	20
Figura 7 Grado de severidad de bajo, medio y alto del agrietamiento en bloque.....	21
Figura 8 Falla piel de cocodrilo.....	22
Figura 9 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla piel de cocodrilo.....	23
Figura 10 Falla de fisura de arco.....	24
Figura 11 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla fisura de arco.....	25
Figura 12 Falla fisura de borde.....	25
Figura 13 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla fisura de borde.....	26
Figura 14 Falla hundimiento.....	27
Figura 15 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla hundimiento.....	28
Figura 16 Falla ahuellamiento.....	29
Figura 17 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla ahuellamiento.....	30
Figura 18 Falla corrugación.....	31
Figura 19 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla corrugación.....	32
Figura 20 Falla deformación por empuje.....	33
Figura 21 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla deformación por empuje.....	34
Figura 22 Grados de severidad de la falla hinchamiento.....	35
Figura 23 Falla pérdida de agregado.....	36
Figura 24 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla perdida del agregado.....	36
Figura 25 Falla diferencia entre calzada / hombrillo.....	37
Figura 26 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla diferencia entre calzada/hombro.....	38
Figura 27 Falla agregados pulidos.....	39
Figura 28 Grados de severidad de la falla agregados pulidos.....	39
Figura 29 Falla de baches.....	41
Figura 30 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla de baches.....	42
Figura 31 Falla de Parches.....	43
Figura 32 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla parches.....	44
Figura 33 Falla Exudación.....	44
Figura 34 Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla exudación de betún.....	46
Figura 35 Intervención en base al rango PCI.....	47
Figura 36 Pavimento Asfáltico.....	48
Figura 37. Pavimento Asfáltico.....	48
Figura 38 Escala de graduación del PCI.....	53
Figura 39 Valor de deducción (Falla Piel de Cocodrilo).....	60
Figura 40 Gráfica para determinar el valor de Valor de Deducción Corregido.....	61
Figura 41 Av. Francisco Pizarro – Carril Izquierdo.....	95
Figura 42 Av. Francisco Pizarro - Carril Derecho.....	96

Figura 43	Estado actual del pavimento	97
Figura 44	Drone - DJI modelo Mavic 2 Pro	105
Figura 45	Ortofoto del tramo de vía	107
Figura 46	Proyección del software ArcGIS	108
Figura 47	Proyección de los tipos de intervenciones mediante el software ArcGIS.	109

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Fotografías de la evaluación.....	116
Anexo 2	Fallas Encontradas en el Área de Estudio	117
Anexo 3	Tablas para hallar el valor de deducción por tipo de daño y grado de afectación.	125
Anexo 4	Unidad de Medida 6 – Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo).....	135
Anexo 5	Unidad de Muestra 6 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	136
Anexo 6	Unidad de Muestra 8 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo).....	137
Anexo 7	Unidad de Muestra 8 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	138
Anexo 8	Unidad de Muestra 10 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo).....	139
Anexo 9	Unidad de Muestra 10 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	140
Anexo 10	Unidad de Medida 12 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	141
Anexo 11	Unidad de Media 12 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	142
Anexo 12	Unidad de Muestra 14 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	143
Anexo 13	Unidad de Muestra 14 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	144
Anexo 14	Unidad de Muestra 16 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	145
Anexo 15	Unidad de Muestra 16 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	146
Anexo 16	Unidad de Muestra 18 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	147
Anexo 17	Unidad de Muestra 18 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	148
Anexo 18	Unidad de Muestra 20 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	149
Anexo 19	Unidad de Muestra 20 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	150
Anexo 20	Unidad de Muestra 22 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	151
Anexo 21	Unidad de Muestra 22 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	152
Anexo 22	Unidad de Muestra 24 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)	153
Anexo 23	Unidad de Muestra 24 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)	154
Anexo 24	Unidad de muestra 1 - Calle Cuarta	155
Anexo 25	Unidad de muestra 3 - Calle Cuarta	156
Anexo 26	Unidad de Muestra 5 - Calle Cuarta.....	157
Anexo 27	Unidad de Muestra 7 - Calle Cuarta.....	158
Anexo 28	Unidad de Muestra 9 - Calle Cuarta.....	159
Anexo 29	Unidad de Muestra 11 - Calle Cuarta.....	160
Anexo 30	Modelamiento aplicando el software ArcGis.....	161
Anexo 31	Conteo Vehicular	162
Anexo 32	Esal's de Diseño - Calle Cuarta	163
Anexo 33	Esal's de Diseño - Av. Francisco Pizarro.....	164
Anexo 34	Ensayo de Extracción de Núcleo – Muestra 1	165
Anexo 35	Ensayo de Extracción de Núcleo - Muestra 2	167
Anexo 36	Extracción de Núcleo	169
Anexo 37	Alternativas de Solución	170

ABREVIATURAS

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

ASTM: American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Ensayos de materiales).

MTOP: Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

PCI: Pavement Condition Index (Índice de Condición del Pavimento)

VD: Valor de deducción.

VDC: Valor de deducción corregida.

VDT: Valor de deducción total.

TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual.

TPDS: Tráfico Promedio Diario Semanal.

TPD: Tráfico Promedio Diario.

ESALS: Equivalent Single Axle Load (Número de Ejes Equivalentes)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

TEMA: “ESTUDIOS DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL TRAMO DE LA AV. FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA – CANTÓN SANTA ELENA – PROVINCIA DE SANTA ELENA”.

Autores:

Jami Dominguez Leonela Mariley y Matías Panchana Andy Josue

Tutor:

Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, Mg.

RESUMEN

El presente estudio trata de analizar los tipos de defectos existentes en la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta, mediante una evaluación visual de las condiciones en las que se encuentra el pavimento de la red vial, donde es de suma importancia poder reconocer las causas de la falla encontradas en el pavimento para escoger una opción de reparación adecuada.

Se propuso el uso del método Pavement Condition Index (PCI) para investigar el estado del pavimento basándose en la norma ASTM D 6433-03. Para la realización de este trabajo de evaluación se obtuvo información en campo de manera tradicional y con la ayuda del uso del drone por medio de ortofotos. Las fallas encontradas en la vía fueron evaluadas mediante el método del PCI. Como caso de estudio, fue seleccionada la Av. Francisco Pizarro comprendida de 2 vías y 6 carriles; en el que fue dividido el estudio por dos segmentos, carril izquierdo y carril derecho, obteniendo un valor de 41.74 y 57.66 respectivamente, que según el PCI califica al pavimento como “Regular” y “Bueno”. Para la Calle Cuarta de 2 vías y 2 carriles, el cual obtuvo un valor de PCI de 25.8, que, según la escala de graduación del PCI, califica el estado de Pavimento como “Malo”.

Nuestro estudio revela que, mediante la metodología del PCI obtenido para la vía, nos ayuda a reconocer los defectos y comprender sus causas para así calificar el estado del pavimento según su severidad y seleccionar reparaciones considerables. Es necesaria una inspección periódica para proporcionar datos de evaluación actuales y útiles.

Palabras clave Pavimento, Drone, Severidad, PCI, Escala de Graduación, Evaluación.

UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
FACULTA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL

TOPIC: “STUDIES OF PATHOLOGIES AND REPAIR OF THE FLEXIBLE PAVEMENT LOCATED IN THE SECTION OF AV. FRANCISCO PIZARRO AND CALLE CUARTA - CANTÓN SANTA ELENA - PROVINCE OF SANTA ELENA ”.

Authors:

Jami Dominguez Leonela Mariley y Matías Panchana Andy Josue

Tutor:

Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, Mg.

ABSTRACT

This study tries to analyze the types of defects existing in Av. Francisco Pizarro and Calle Cuarta, by means of a visual evaluation of the conditions in which the pavement of the road network is found, where it is of the utmost importance to be able to recognize the causes of the fault found in the pavement to choose a suitable repair option.

The use of the Pavement Condition Index (PCI) method was proposed to investigate the condition of the pavement based on the ASTM D 6433-03 standard. To carry out this evaluation work, information was obtained in the field in a traditional way and with the help of the use of the drone through orthophotos. The faults found on the road were evaluated using the PCI method. As a case study, Av. Francisco Pizarro comprised of 2 lanes and 6 lanes was selected; in which the study was divided into two segments, left lane and right lane, obtaining a value of 41.74 and 57.66 respectively, which according to the PCI qualifies the pavement as "Fair" and "Good". For Fourth Street, with 2 lanes and 2 lanes, which obtained a PCI value of 25.8, which, according to the PCI graduation scale, qualifies the state of Pavement as “Bad”.

Our study reveals that, through the PCI methodology obtained for the road, it helps us to recognize defects and understand their causes in order to qualify the condition of the pavement according to its severity and select considerable repairs. Periodic inspection is necessary to provide current and useful evaluation data.

Keywords Pavement, Drone, Severity, PCI, Graduation Scale, Evaluation.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Paola Beatriz Leguía Loarte (2014), las carreteras son un medio de comunicación imprescindible para una población, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos proporcionando la movilidad de individuos, bienes y servicios. Es indispensable que las infraestructuras viales se encuentren en condiciones óptimas garantizando que la circulación vehicular sea de manera rápida y segura.

Este proyecto de investigación “Estudios de las patologías y reparación del pavimento flexible ubicado en el tramo de la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta – cantón Santa Elena – provincia de Santa Elena”, tiene como principal objetivo analizar y determinar mediante una evaluación explícita en el área de estudio, el estado actual en el que se encuentra la estructura del pavimento en la vía.

Mediante el proyecto de investigación que se realizará a la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta, nos permitirá caracterizar las patologías que se presenten en la estructura del pavimento flexible al ser evaluadas. Esto nos ayudará a poder identificar el estado deteriorado que se encuentra la estructura del pavimento, facilitando una proyección de reparación a futuro.

Rodriguez Granado Alfredo Hernan (2019) enfatiza que las fallas más comunes que se presentan en el pavimento flexible son la presencia de huecos o baches provocados por el agua que se infiltra en las capas del pavimento lo que genera una pérdida en sus propiedades mecánicas. Frecuentemente se pueden visualizar fallas que se extienden a lo largo de una vía, estas se denominan grietas longitudinales. No obstante, es fundamental estudiar el origen de todas las fallas que se puedan producir en el pavimento asfáltico, ya que, si no se realiza un adecuado estudio técnico, estos deterioros se vuelven las principales razones para que la vía comience a sufrir daños que con el tiempo se pueden volver muy severos, lo que afectaría directamente la serviciabilidad (el grado en cual un pavimento logra cumplir con su función de permitir la circulación) de la vía.

Rodríguez (1998) menciona que, en la actualidad la estructura del pavimento de esta vía se ha visto afectada por múltiples factores que van desde el tráfico pesado como el cambio climático que amplifican la magnitud del daño en la misma. Actualmente la mayor parte de las vías en la Provincia de Santa Elena son construidas en base a los pavimentos flexibles o también denominados asfálticos.

Si se trata de trabajos de vialidad y al ser Santa Elena punto de referencia turístico, es prioritario contar con vías en condiciones óptimas, por el contrario, de no contar con carreteras en condiciones favorables, es necesario atender el estado en las que se encuentran, con la finalidad de proporcionar una circulación vehicular segura y rápida, siendo esta labor para los ingenieros civiles especializados en vías de comunicación.

Juan Carlos Morales (2008) considera que los factores más decisivos que generan el desgaste del pavimento son el clima, el agua y el tráfico. Según estudios han revelado que una vía tiende a padecer más daño por el volumen del tránsito que circula en ella, es por esto, que nuestro análisis está determinado a partir del deterioro más superficial hasta el más severo, con el objetivo de tomar en cuenta todas las fallas que se presenten en la vía para un posterior diseño que ayude a mejorar el estado de la misma.

Para evaluar el área de estudio comprendida desde la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta, se ha propuesto utilizar el método Paver (1980). Este método fue desarrollado por el Laboratorio de Investigación Ingenieril de construcción del cuerpo de Ingenieros Civiles del ejército de Estados Unidos (USACERL), como uso para la vida militar y civil en el año 1980, cuyo fin era encontrar resultados prácticos y eficaces. Hasta la actualidad, este método ha tenido mucha incidencia y aceptación por los buenos resultados prácticos, que han sido aplicables de manera sencilla en el estudio de las vías.

Según Paver (1980), este método se aplica para la determinación del estado en que se encuentra un pavimento sea este flexible o rígido, empleando el Índice de Condición del Pavimento (PCI) desarrollado por USACERL, siendo este método el más aplicado hasta la actualidad por la comunidad científica.

El PCI, es un método de graduación que se usa para identificar la condición que presenta el pavimento. Sirve como una medida consistente de la condición operacional en la que se encuentra la estructura, evaluándola de “(0)” a “(100)”. Este índice descrito está en función de la densidad de la patología dentro del área evaluada y del valor de deducción de la estructura por cada tipo de falla junto a su nivel de severidad encontrada.

Chincay (2012) y Daniela Romero (2017) afirman que el PCI permite explorar las fallas que se presentan en el pavimento dentro de un área de estudio determinada, tratando las fallas más superficiales hasta la más severas, permitiendo establecer cada patología por nombre, por severidad (daño), y por un grado de afectación. Gracias al empleo de este método se podrá conocer los defectos que tiene la vía y poder proponer soluciones de acuerdo con el tipo de falla encontrada, con la finalidad dar opciones de reparación para el pavimento que esté en mal estado.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

La zona costera ecuatoriana atrae la mayor cantidad de turistas sea de manera nacional o internacional, por su actividad comercial y sin lugar a duda el punto que genera más atención son sus playas. Es por ello, que la provincia de Santa Elena es una zona altamente turística, al contar con diversidad de balnearios que cuentan con aguas cálidas lo que hace que estos sean muy llamativos.

Corredor & Drajat, (2010) señalan que el medio de comunicación vía terrestre es indispensable para la población, ya que es el medio más utilizado para transportar cargas livianas o pesadas debido a la actividad comercial cuyo fin es de mantener productiva la economía de una ciudad. Las carreteras hasta la actualidad sirven como un medio para comunicar ciudades alejadas a otras.

Villacís (2015) menciona que la actividad comercial en una Provincia es indispensable, por ello es obligatorio encontrar soluciones durables ante la necesidad de contar con carreteras que brinden un servicio de excelencia para el tránsito pesado, esto sería posible logrando cumplir con todos los estándares de calidad que están implementados en las normas ecuatorianas.

Chiquito (2014) indica que es necesario que las infraestructuras viales se mantengan en buenas condiciones para la circulación vehicular, que como se ha hablado anteriormente sirve para distintas actividades que van desde lo público hasta lo privado. Esto genera un equilibrio para la actividad económica de la provincia.

Se estima que más del 85% a nivel mundial, el medio de comunicación más utilizado es por vía terrestre, por lo que se hace necesario mantener en estados óptimos y durables las carreteras, con el fin de garantizar al tránsito vehicular una circulación cómoda y segura.

Es necesario que cada G.A.D de la provincia realice estudios de mantenimientos y conservación de las infraestructuras viales, cumpliendo con todos los parámetros establecidos en las normas ecuatorianas como (INEN-NEC-SE-GM, 2014) y (MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS, 2012).

Hay que considerar que dentro del Cantón Santa Elena existen pocas evaluaciones en el pavimento flexible, por lo que la estructura estará propensa al deterioro perjudicando directamente la serviciabilidad de la vía.

Juan Carlos Morales (2008) recomienda que es importante tener presente que los factores como el cambio climático, las precipitaciones y el volumen del tránsito representan las variables más considerables a estudiar. Es prudente comenzar estudiando estos parámetros que influyen en el deterioro de una vía, para posteriormente presentar las diversas patologías que afectan la estructura del pavimento, indicando el tipo, su severidad junto a su grado de afectación, obteniendo así un parámetro fundamental para la evaluación de las fallas.

De tal forma, el tema investigativo propone estudiar y caracterizar las fallas, y junto con los resultados obtenidos mediante el método del PCI establecer soluciones que ayuden a las instituciones gubernamentales tomar medidas para la posterior reparación y conservación en la vía.

1.2 Planteamiento del problema

Chiquito (2014) expresa que las vías de comunicación son el medio de transporte que sirve para conectar ciudades urbanas y parroquias rurales. El tramo de la vía que comprende la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta ubicada en el Cantón Santa Elena es evidente que su carpeta de rodadura no se encuentra condiciones favorables ante el tránsito vehicular lo que provoca que la serviciabilidad de la estructura no sea óptima.

Nuestro proyecto de titulación, cuya área comprendida ha sido descrita anteriormente, se dividió en dos tramos a estudiar, dónde se evidenció en la visita in situ que la Av. Francisco Pizarro por su inspección visual se encuentra en un estado

regular, además que la calle Cuarta es el tramo de vía más afectado por el volumen del tránsito vehicular, pero considerando que se deberían tomar medidas preventivas ante las fallas notorias en su estructura.

Daniela Romero (2017) y Rodríguez Alfredo (2019) manifiestan que el estado de las vías es de mucho interés al momento de visualizar el progreso de una ciudad, considerando su afinidad directa con el desarrollo socio-económico, pues ésta, permite la interacción de su población, alterando positiva o negativamente la economía. De acuerdo con esto, la estructura del pavimento tiene un rol importante en la infraestructura vial, ya que su fin es brindar a la comunidad accesibilidad, conectividad y seguridad.

Eduardo & Morgado (2018) señalan que la falta de recursos económicos para el mantenimiento de la vía se ha vuelto un problema perjudicial no únicamente en el ámbito Cantonal sino Nacional, ya que, al ser abandonadas por parte de las autoridades gubernamentales, no son conservadas, originando daños irreversibles en su estructura, lo que termina generando diferentes tipos de patologías. Por tal razón es necesario buscar nuevas alternativas que sean beneficiosas tanto en la parte técnica como en lo económico y así complementar soluciones para su vida útil.

Se pudo observar que la vía de la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta a lo largo del tiempo la estructura del pavimento ha presentado considerables índices de patologías que, si no son reparadas, podrían congestionar el tráfico vehicular como también ocasionar accidentes, debido a ser una vía con mucha demanda de tránsito.

Debido a que el tramo de la vía a estudiar es muy transitado en el cantón Santa Elena se establece la importancia de evaluar el área de la vía, con el propósito de obtener resultados de este y poder brindar las respectivas soluciones de reparación para cada tramo de la vía en mal estado y así poder mantener a la estructura en condiciones óptimas y de calidad.

De acuerdo con la situación que ha llevado al deterioro de esta vía se hace necesario realizar una evaluación a la estructura del pavimento cuyos resultados sean prácticos y eficaces, para con ello implementar correcciones viables dentro del área

donde se encuentren las fallas en la vía, con el propósito que puedan ser aplicada de forma inmediata.

Sauceda-Garcia (1999) expresan que los pavimentos son estructuras diseñadas para entregar al usuario seguridad y comodidad al transitar. La metodología planteada para evaluar la estructura consiste en un proceso de inspección visual in situ, destinado a caracterizar y calificar defectos superficiales.

Irigoyen & Simo (2016) sugieren que la evaluación de la vía debe consistir en un informe detallado de todas las fallas que se presenten en la superficie vial, de tal forma que se pueda identificar y clasificar la falla con su respectiva severidad, unidad de medida y grado de afectación. Mediante la escala de graduación del PCI (Vásquez, 2002) detallada en la Fig. 37, se establece el estado que se encuentra la misma, para posteriormente adoptar medidas de reparación y mantenimiento, con el objetivo de mejorar la serviciabilidad de la estructura.

1.3 Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivo General

Evaluar las diferentes patologías del pavimento flexible y proponer medidas de reparación en la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta del Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las unidades de muestra y los tipos de daños existentes dentro del área comprometida y obtener el grado de severidad del pavimento en estudio, mediante el uso de la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento).

- ✓ Obtener el estudio del tráfico existente en la vía, por medio de un conteo manual de vehículos, para verificar que el espesor de la carpeta asfáltica sea el adecuado al volumen del tránsito que circula en la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta.

- ✓ Realizar levantamiento con el uso del Dron y zonificar las propuestas de alternativas de solución por tipos de fallas del pavimento.

1.4. Alcance

Con nuestro proyecto de investigación se pretende verificar el estado actual en el que se encuentra la estructura de la estructura y determinar el tipo de patologías en el pavimento asfáltico de la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta – Cantón Santa Elena – Provincia de Santa Elena, tomando en cuenta que el incremento de deterioros en una vía se debe a factores tales como el cambio climático, así también problemas geotécnicos como las capas de base o subbase, y a su vez el suelo que lo soporta, más conocido como subrasante. Se establecerán soluciones que pretendan restablecer los tramos de la vía que se han visto afectados con la finalidad de plantear recomendaciones que ayuden al mantenimiento y su respectiva conservación en la estructura.

1.5 Hipótesis

De acuerdo, con la evaluación que se realizará en la vía, se determina que las patologías presentes dentro del área de estudio, ubicado en la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, su grado de afectación es muy severo, se procederá a establecer soluciones y recomendaciones que ayuden a fortalecer de forma satisfactoria la serviciabilidad de la estructura del pavimento, cuya finalidad es brindar seguridad y comodidad al usuario.

- ✓ La determinación de las unidades de muestra y su medición de severidad influirán en el evalúo del pavimento de los tramos de la vía Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta en estudio, mediante la aplicación de la metodología PCI (Índice de Condición del Pavimento).
- ✓ Con la obtención del aforo vehicular se analizará sí el espesor de la carpeta asfáltica existente es capaz de soportar las cargas producidas por el volumen del tránsito.

- ✓ Las propuestas de alternativas de solución planteadas por tipos de fallas en el pavimento ayudarán en la zonificación de la vía para recomendar los correctivos en la intervención de esta.

1.6 Identificación de Variables

La calificación de los pavimentos flexibles se realiza en base al PCI siendo esta nuestra variable dependiente, se utilizan 7 niveles que van en un orden jerárquico para lo mismo, que van de excelente hasta fallado, el cual consiste en identificar el estado del pavimento de acuerdo con las diversas fallas que se producen en la superficie del pavimento haciendo referencia a la variable independiente. Para la aplicación del modelo, se consideran dos tramos de carretera como es la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta.

- ✓ Variable Dependiente: Evaluación superficial del pavimento flexible, por medio del método (PCI).
- ✓ Variable Independiente: Fallas del pavimento flexible, nivel de severidad.

1.6.1 Operacionalización de Variables

Tabla 1

Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
ESTADO DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO	Condición del Pavimento	Rango de calificación de condición del pavimento	Manual de fallas PCI	- Excelente
				- Muy bueno
				- Bueno
				- Regular
				- Malo
				- Muy Malo
				- Fallado

Tabla 2*Variable Independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Nivel de Severidad	Tipos de Fallas	Fichas de recolección de datos	- Alto
				- Medio
				- Bajo

1.7 Justificación

Los pavimentos sean estos flexibles como rígidos, cuando son construidos y diseñados se espera que su serviciabilidad y vida útil sea lo suficientemente durable, pero cabe mencionar que muchas veces por falta de estudios técnicos la estructura comienza a mostrar fallas en su capa de rodadura, cambiando indudablemente sus condiciones.

Eduardo & Morgado (2018) sugieren que, para establecer ciertas alternativas para mejorar el estado de la carretera, es necesario realizar un estudio general de todas las causas que agravan el estado de la estructura, desde la falla más moderada hasta la más severa. Por ello, recomiendan realizar inspecciones visuales de campo.

Nuestro proyecto de investigación se justifica por las patologías que se evidencian en la estructura del pavimento en el tramo de la carretera, comprendido por la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, cuyos deterioros se acrecientan con el pasar del tiempo, perjudicando la serviciabilidad de la vía.

De acuerdo, con las patologías encontradas en nuestra área de estudio, que han provocado el deterioro prematuro en la vía, se procederá a implementar recomendaciones para una adecuada reparación y mantenimiento en la vía, con la finalidad de brindar soluciones para el lugar donde se encuentren los deterioros más graves.

El tramo de la vía comprendida desde la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, mediante el levantamiento de información en campo, se pudo verificar el estado actual en el que se encuentra, detallando como estado inicial, el tramo 1 como malo y el tramo 2 como regular. Mediante la visita en campo, se pudo evidenciar que la vía ha sido reparada, ya que, en ciertos tramos existen parches como forma de reparación. Por ello, nuestro proyecto de titulación ayudará a que las personas encargadas puedan tener una guía de estudio técnico de cómo mejorar la vía y así conservar su estructura, lo que permita que los usuarios que la transitan tengan mejores condiciones de movilidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Ubicación

El área de estudio en el presente proyecto de investigación se encuentra ubicado en el Cantón Santa Elena – Provincia de Santa Elena, delimitado por la ubicación geográfica comprendida entre la vía Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta.

Figura 1

Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta.



Nota: Tomado de (Google Earth)

Durante el estudio preliminar efectuado en el área de estudio, se logró evidenciar que la vía es muy frecuentada por los usuarios, además se pudo visualizar que en ciertas áreas de la vía sus deterioros comienzan a ser más severos.

Angel (2008) recomienda que es fundamental que las carreteras de la Provincia se encuentren en buenas condiciones. El tramo de vía comprendido desde la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta sirve como conexión entre el Cantón Santa Elena y el Cantón La Libertad.

2.2 Pavimentos

Se define como pavimentos a la estructura formada por capas de materiales apropiados con funciones específicas para poder recibir las cargas provenientes del tránsito y así transferir de manera disipada las mismas hacia las capas inferiores de la estructura. Su finalidad es brindar una superficie de rodamiento óptima que permita que el flujo del tránsito sea de manera cómoda y segura. Existen dos tipos de pavimentos conocidos, que se utilizan de acuerdo con el volumen del tránsito que se realice en el estudio y las condiciones climáticas que se presenten en la zona.

Zambrano (2016) afirma que la parte principal de un camino, vía o aeropuerto, es la estructura del pavimento, ya que si tiene un buen rendimiento de soporte ante el paso constante de vehículos no sufrirá grandes daños. Existen casos en diversas ciudades, donde los accidentes provocados en una vía están relacionados con el deterioro de las calles, por lo que resulta de gran importancia brindar una buena reparación del mismo, si ese fuese el caso.

2.3 Tipos de Pavimentos

En la construcción de carreteras y puentes, lo que más se denota es la superficie de la carretera, pues es la primera parte de la ruta que entra en contacto con los usuarios. La pavimentación consiste en colocar capas de material por encima del suelo; puede revestirse con diferentes materiales, ya sea asfalto, losas, piedras, ladrillos, etc. que actúan como una superficie para sentarse, siendo lo suficientemente fuerte para soportar el peso del tráfico y a las condiciones climáticas. Los pavimentos se dividen típicamente en las siguientes dos categorías generales: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos.

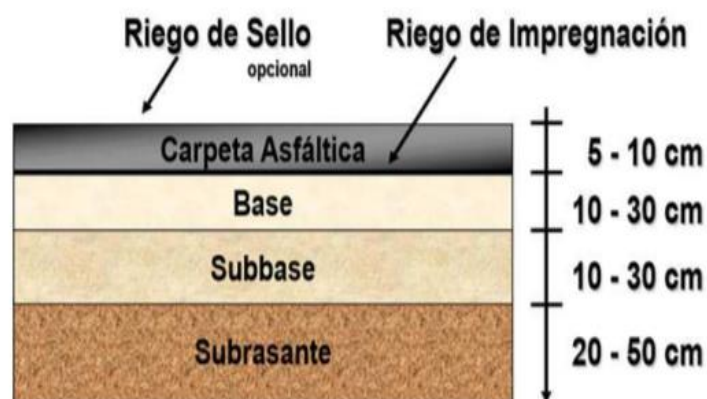
2.3.1 Pavimentos Flexibles

Se denominan pavimentos flexibles a aquellos que son construidos con material granular y material asfáltico, cuya estructura interna se tenderá a flexionarse de acuerdo con las cargas producidas por las ruedas de los vehículos al transitar sobre ella. Los pavimentos flexibles están conformados por una carpeta bituminosa (mezcla altamente viscosa), construida sobre las capas de la base y subbase (siendo capas no rígidas), apoyadas sobre la subrasante (suelo natural), cuyo suelo debe estar debidamente compactado y en muchos casos estabilizado. Por tal razón, este tipo de pavimento no siempre cuenta con la misma estructura que fue descrita anteriormente.

Hay que tomar en cuenta que cuando el agua se filtra en las capas que conforman la estructura del pavimento como la base y subbase, esta tiende a disminuir su capacidad portante, lo que se convierte en un factor perjudicial para la serviciabilidad de la estructura.

Figura 2

Pavimento Flexible



Nota. Tomado de (Claudio Giordane & Diego Leone, 2010)

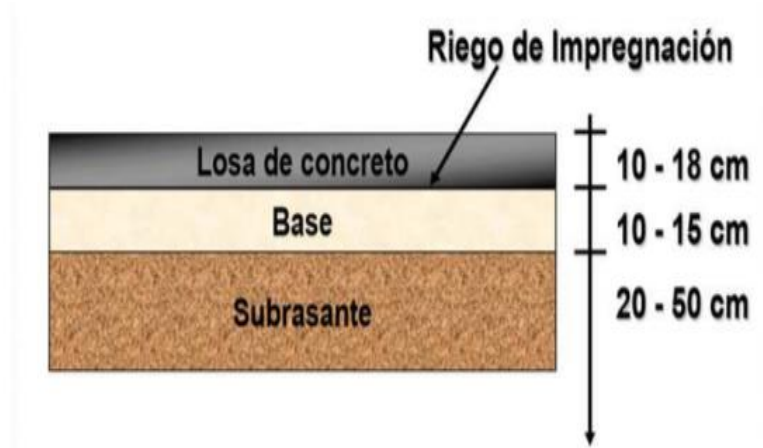
Para el caso de pavimentos flexibles, la transmisión de esfuerzos que se producen hacia la subrasante será producido por un mecanismo de tensiones. Esto se refiere, que las presiones producidas con su magnitud irán disminuyendo de acuerdo con la profundidad que este alcance.

2.3.2 Pavimentos Rígidos

Para (Bryan Tenesaca, 2018) Se conoce por pavimentos rígido a una losa de concreto hidráulico, que se asienta sobre una capa de material granular no tratada, apoyada sobre la capa de la subrasante. (Gaspar Pérez, 2010) Este tipo de pavimento, transmiten los esfuerzos que han sido producidos por la rueda del vehículo hacia el suelo de fundación mediante un mecanismo de distribución de tensiones, es decir que la mayor cantidad de esfuerzos son disipados por la losa de concreto hidráulico.

Figura 3

Pavimento Rígido



Nota. Tomado de (Claudio Giordane & Diego Leone, 2010)

Este efecto se produce, ya que la losa de concreto (hormigón) cuenta con un gran módulo de elasticidad, lo que permite que los esfuerzos que son producidos por el volumen del tránsito sean atenuados por flexión, con el propósito que los esfuerzos de compresión sean distribuidos de forma amplia, lo que implica que se transmitan hacia el suelo de soporte con magnitudes muy pequeñas.

2.4 Estructura del Pavimento

2.4.1 Capa de Rodadura

Esta capa se encuentra ubicada en la parte superior del pavimento, apoyada sobre la base granular con la finalidad de soportar los esfuerzos producidos por el contacto con las ruedas de los vehículos. La misma debe contar con materiales de

buena calidad, ya que, esta carpeta de rodamiento ofrecerá servicios de fricción entre el asfalto y las ruedas de los vehículos.

Juan Carlos Morales (2008) describe que la capa de rodadura tiene como finalidad proteger el resto de las capas contra las filtraciones de agua que pueden ser ocasionadas por las precipitaciones. Esta capa superior debe ser durable y está formada por material pétreo al que se le añade material bituminoso.

2.4.2 Base

Zambrano (2016) y Javier & Rebolledo (2010) describen que esta capa de material se encuentra ubicado debajo de la carpeta de rodadura y sobre la capa de la sub-base. Se debe considerar que la misma debe cumplir con los estándares de calidad estipulada en la norma AASTHO, ya que, luego de la capa de rodamiento, esta tenderá a soportar gran cantidad de cargas provenientes de las ruedas de los vehículos, y si la base no cuenta con materiales de calidad se produciría un desgaste en el asfalto y no logrará cumplir con el rango de vida útil para el cual fue diseñado.

2.4.3 Sub-base

Esta capa intermedia se ubica entre la base y subrasante. Esta capa granular actúa como filtro para que las partículas de material fino no se introduzcan dañando la subrasante, siendo esta la última capa para llegar a la capa de la subrasante. El material que se emplee en la sub-base debe ser de calidad para ayudar a minorar el espesor y proteger la capa de la base. La función de la sub-base es proteger a la capa base impidiendo que el agua suba por capilaridad. Los requisitos para los materiales de subbase generalmente se dan en términos de gradación, características plásticas y resistencia.

2.4.4 Subrasante

Generalmente es el material natural en el cual se asienta toda la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la calidad del material en esta capa, la subrasante ofrece un apoyo uniforme con una resistencia óptima, esto influirá para que los espesores de las capas superiores sean menores, lo que ayuda en la parte del costo la estructura sin dejar aún lado la calidad que ofrecerá la misma.

En el caso, de que la capa de la subrasante no cuente con las propiedades necesarias, se procede al proceso de estabilización de suelos, es decir, que se mejora las deficiencias que tiene la misma con el objetivo de ofrecer mayor resistencia al terreno o a su vez ayudar a reducir su plasticidad. Para ello, es necesario tratar el material de subrasante para lograr ciertas propiedades de resistencia requeridas para el tipo de pavimento que se está construyendo. Este proceso de tratamientos de suelos para mejorar sus propiedades de ingeniería se conoce como estabilización.

2.5 Patologías en el Pavimento Flexible

Pérez León (2018) menciona que las patologías hacen referencia al deterioro que se origina en la carpeta asfáltica. Este tipo de fallas que se presentan en el pavimento se las puede evidenciar por visitas in situ, es decir visualmente, estudios superficiales al asfalto, así como también estudios con calicatas según la norma AASTHO, donde se extraen muestras que luego serán ensayadas en el laboratorio de suelos.

El pavimento flexible padece enfermedades como, por ejemplo: deformación por disolvente asfáltico y sobrecarga, vertido de un vehículo, frena y ablanda por efecto del calor y la lluvia. Este tipo de pavimento se ha aplicado de forma acentuada en las últimas décadas, asociado a este volumen de servicios, que son similares a los trabajos de repavimentación de pavimentos.

Daniela Andrade (2014) menciona que dentro de la rama de Ingeniería Civil se conocen como patologías a las fallas que se originan y se presentan en una estructura o material. Los deterioros en el pavimento reflejan su estado y las causas probables de las mismas.

Según Zevallos Gamarra (2018) ratifica que las fallas se deben al resultado de interacciones con respecto a los materiales, construcción, volumen del tránsito vehicular y los cambios climáticos que se producen en el medio ambiente. Estos factores son los que alteran de manera progresiva el pavimento, situación que empeora si no se da un adecuado mantenimiento en la vía.

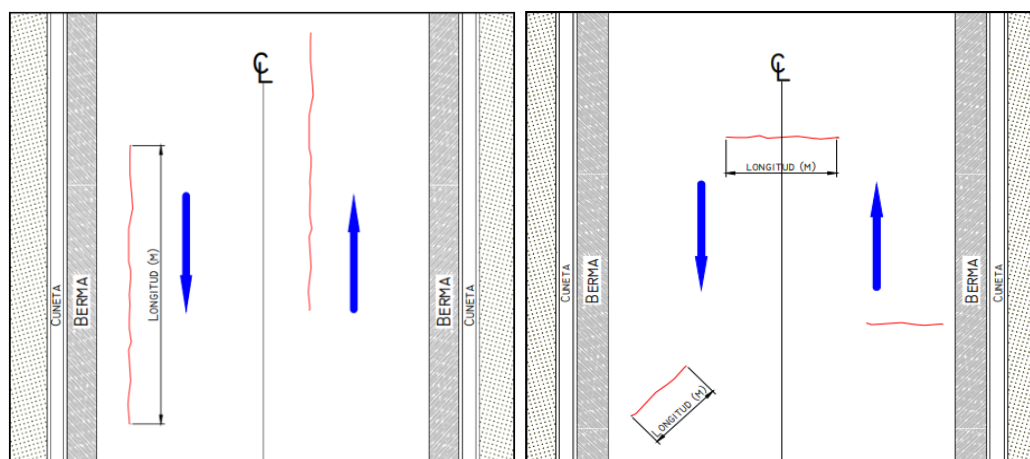
2.6 Daños en el Pavimento Asfáltico

2.6.1 Fisuras Longitudinales y Transversales

Las fisuras longitudinales son visibles en la superficie de la carretera, han pasado a través de todas las capas de asfalto, pueden aparecer en la unión entre el pavimento y el arcén o en la unión entre dos carriles de pavimentación. Las fisuras transversales ocurren aproximadamente perpendiculares a la línea central del pavimento. Muchas veces se deben a la contracción de la capa de asfalto.

Figura 4

Falla en Fisura Longitudinal y Transversal.



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

En pavimentos resistentes (autopistas), se producen fisuras en el borde de las huellas de los neumáticos como consecuencia de las fuerzas de tracción generadas fuera de la zona de contacto. Estos esfuerzos de tracción serán mayores cuanto mayor sea la rigidez del soporte de la capa de desgaste, mientras que en el caso de pavimentos débiles prevalece el mecanismo de rotura de abajo hacia arriba.

Como la tensión de tracción en la base de las capas adheridas será significativamente mayor en correspondencia con el eje de carga. El agrietamiento de arriba hacia abajo se diagnostica fácilmente.

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Las causas del fenómeno son defectos de construcción.

- ✓ Variación de temperatura, contracción del conglomerado bituminoso por bajas temperaturas.
- ✓ Ocurren por las huellas de ruedas que van dejando los vehículos.
- ✓ Si las grietas ramificadas aparecen después de 15 a 20 años desde la construcción de todo el pavimento, es casi seguro que el piso haya llegado al final de su vida útil debido al fenómeno de fatiga.
- ✓ Diferentes condiciones de levantamiento de escarcha en lugares de climas fríos.

b) Niveles de severidad:

BAJA: Fisuras delgadas con una abertura inferior a 10 mm.

MEDIA: Fisuras con apertura entre 10 y 76 mm y ligeramente escalonada.

ALTA: Fisuras con definidos y escalonados con una apertura media superior a 76 mm.

Figura 5

Grado de severidad bajo, medio y alto de las fallas longitudinal y transversal.



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

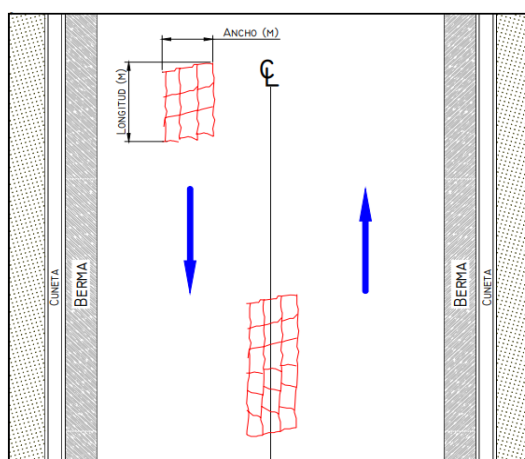
- ✓ El tratamiento consiste en emplear un sello de niebla en las ranuras que están en el área afectada.
- ✓ Rellenar las grietas con aglomerante bituminoso.
- ✓ Colocar una nueva capa asfáltica en toda la zona que se encuentra en mal estado.

2.6.2 Fisuras en Bloque

Son grietas que se encuentran interconectadas ocasionando divisiones sobre el pavimento en fragmentos rectangulares. El tamaño de los bloques que se originan puede ser de 0.1 m^2 y de 10 m^2 que generalmente serían los más grandes, los mismos que se dividen en grietas longitudinales y grietas transversales. Este agrietamiento indica que el asfalto no ha logrado soportar la variabilidad del clima, ocasionando así la contracción en la carpeta de rodadura.

Figura 6

Falla agrietamiento en bloque



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Envejecimiento y fragilidad del aglutinante.
- ✓ No siempre suele ocurrir en zonas transitadas.
- ✓ Baja capacidad de soporte de la subrasante.
- ✓ Tiene un drenaje inadecuado.

b) Niveles de severidad:

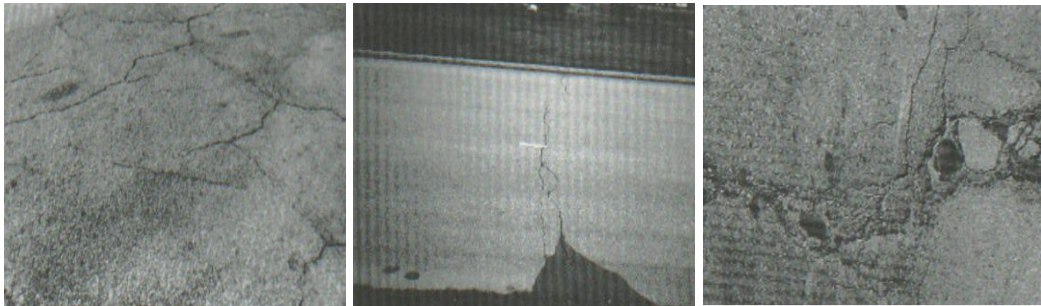
BAJA: Las fisuras son muy pequeñas y se encuentran dispersas a lo largo de la vía formando aberturas $< 10\text{mm}$. La calidad de la vía es muy buena y no causa malestar a los conductores.

MEDIA: Los orificios de las grietas están ligeramente profundos y estos tienden a ser de 10mm y 76mm; las cuales se encuentran rodeadas de pequeñas fisuras longitudinales enlazadas entre sí.

ALTA: Las grietas son cada vez más notorias con una abertura superior a 76 mm; las grietas selladas están rodeadas de otras grietas de mediana o alta severidad dispuestas de manera desordenada, las cuales facilitan la acumulación de suciedad, agua y otros desechos provocando una calidad de conducción muy pobre.

Figura 7

Grado de severidad de bajo, medio y alto del agrietamiento en bloque.



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

- ✓ Se cubre las grietas con lechada asfáltica.
- ✓ Realizar surcos y luego limpiar la zona afectada, posteriormente rellenamos las grietas con sellante.
- ✓ Mantenimiento habitual como es el parchado superficial.

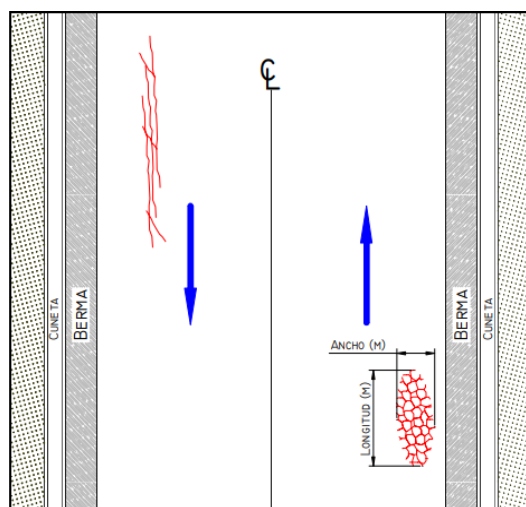
2.6.3 Piel de Cocodrilo

Las fisuras piel de cocodrilo se desarrollan por fatiga, está formada por grietas interconectadas siendo la acción de fatiga asfálticas sometidas a deflexiones elásticas repetidas la principal causa, ocurriendo sólo en áreas sujetas a repeticiones de carga de tráfico.

El agrietamiento se inicia en el fondo de las capas del conglomerado bituminoso donde el esfuerzo de tracción es mayor, provocando una serie de grietas longitudinales paralelas en la superficie y a su vez formando ángulos agudos en el interior. Por lo general, los fragmentos del lado más largo miden menos de 0,5 m. Este deterioro conjunto de grietas entrelazadas sin direcciones preferidas, que se asemejan al aspecto de piel de cocodrilo. Estas grietas pueden tener o no una marcada erosión en los bordes y suele ir acompañado del fenómeno de la formación de surcos,

Figura 8

Falla piel de cocodrilo



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas probables de sus ocurrencias:

- ✓ Colapso del revestimiento de asfalto por repetición de acciones de tránsito.
- ✓ Mala calidad de la estructura de una de las capas del pavimento.
- ✓ Baja capacidad de soporte del suelo.
- ✓ Envejecimiento del suelo (fin de vida útil).
- ✓ Debilidad estructural por lluvia.
- ✓ Fatiga debido al proceso repetitivo de carga y descarga.
- ✓ Tráfico constante de vehículos pesados.

b) Niveles de severidad:

BAJA: Pocas grietas conectadas, sin evidencia de bombeo y sin erosión en los bordes.

MEDIA: Grietas conectadas y bordes ligeramente erosionados, pero sin evidencia de bombeo.

ALTA: Movimiento de los bloques sometidos al tráfico, fisuras erosionadas en los bordes y con evidencia de bombeo.

Figura 9

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla piel de cocodrilo



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

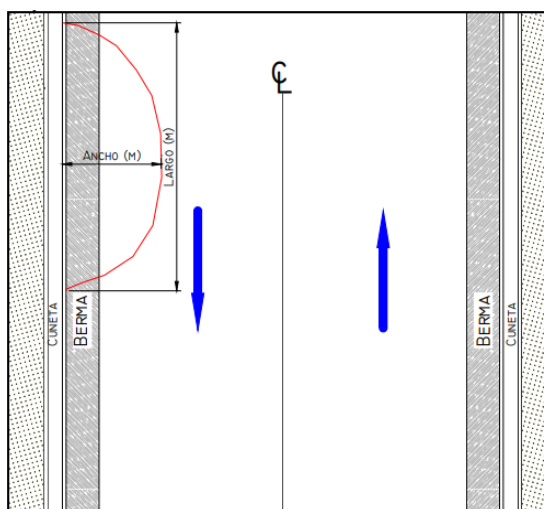
- ✓ Para realizar la reparación de las grietas, se debe tomar en cuenta si el pavimento se encuentra estructuralmente bien o si se ha mostrado distorsionado o defectuoso
- ✓ Cuando la estructura del pavimento se encuentra un poco estable, las grietas deben rellenarse con aglutinante de baja consistencia.
- ✓ Se puede rellenar las grietas anchas aplicando un parche de emulsión asfáltica, garantizando que este fluido obtenga una adecuada impregnación en las fisuras.
- ✓ Las ruedas crean surcos que dan como resultado imperfecciones estructurales en el pavimento, donde necesitarán un tratamiento de refuerzo.
- ✓ Si las grietas son finas y se extienden sobre áreas grandes, se puede barrer con un cepillo ligero o un betún emulsionado o sellador en las grietas y rellenar ligeramente con arena para evitar que el tráfico recoja el aglomerante.

2.6.4 Fisuras de Arco

Desplazamiento del revestimiento en relación a la capa subyacente del pavimento, con aparición de grietas en forma de media luna.

Figura 10

Falla de fisura de arco



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Conexión inadecuada entre el revestimiento y la capa sobre la que se apoya (deficiencias en la pintura de imprimación o unión).
- ✓ Inercia limitada del revestimiento asfáltico debido al pequeño espesor.
- ✓ Compactación deficiente de mezclas asfálticas.
- ✓ Fluidez plástica del revestimiento ante altas temperaturas.

b) Niveles de severidad:

En este tipo de fallas no se definen el nivel de severidad, basta con señalar que existen fisuras de este tipo. Principalmente se muestran como fisuras finas paralelas, su evolución es rápida, ya que, se agrieta toda el área alrededor en pedazos removibles, que desaparecen debido a la acción del tránsito en la vía.

Figura 11

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla fisura de arco



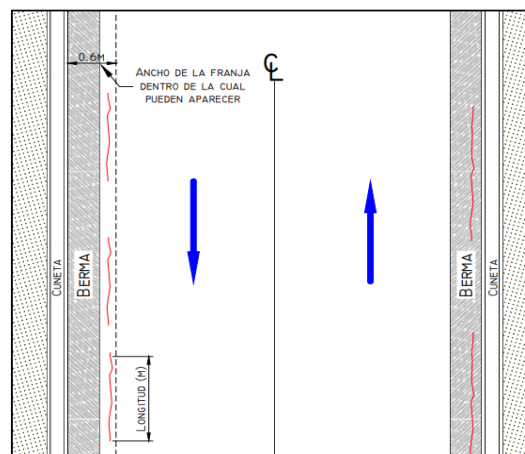
Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

2.6.5 Fisuras de Borde

Es un tipo de fisura que ocurre exclusivamente en caminos donde el pavimento no tiene berma, las fisuras que se producen son paralelas al borde exterior del pavimento y generalmente dentro de los 30 a 60 cm de este borde. Progresiva destrucción de los bordes de la calzada por desintegración total y pérdida del aglomerado asfáltico (mezcla o tratamiento) que conforma la superficie de rodamiento. Como consecuencia los bordes de la calzada exhiben irregularidades en su alineamiento horizontal y reducen su ancho efectivo, dejando al descubierto parte de la base del pavimento. Suele ser precedida por otros daños tales como agrietamientos, hundimientos y desprendimientos, que ocurren típicamente al borde del pavimento.

Figura 12

Falla fisura de borde



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Las posibles causas de la formación de grietas en los bordes son una compactación insuficiente de las capas inferiores.
- ✓ Deficiencias en el drenaje.
- ✓ Exceso de humedad en el hombro.
- ✓ Ancho inadecuado del pavimento que obliga al tráfico a moverse demasiado cerca del borde del pavimento.

b) Niveles de severidad:

BAJA: Grietas sin rotura o deshilachado que van en dirección al borde con un ancho medio de hasta 3mm. Esto puede originar desprendimientos graves a tal magnitud que las fisuras avancen.

MEDIA: Para la severidad media, se pueden observar grietas con algo de rotura entre 3mm y 6mm, en consecuencia, del tránsito pequeños trozos pueden sobrar en la zona de falla.

ALTA: Es evidente la desintegración en los bordes de la calzada provocado por grietas con roturas o desgarros considerables, como consecuencia del volumen del tránsito se encuentran dispersados los aglomerados de la mezcla asfáltica.

Figura 13

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla fisura de borde



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

- ✓ Preparación adecuada de la grieta antes de la aplicación del sellador: asegúrese de que la grieta esté limpia, seca y configurada correctamente para la aplicación.
- ✓ El posible tratamiento es sellar el ancho de las grietas con aglutinante de baja viscosidad según el nivel de severidad en que se encuentre.
- ✓ Mejorar la condición del hombro y dar soporte lateral al pavimento.

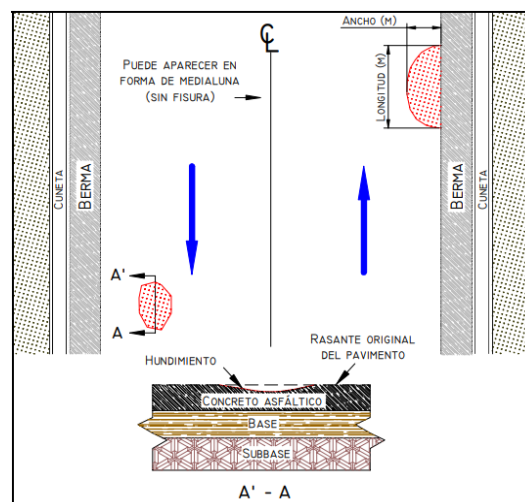
2.6.6 Hundimiento

Son deformaciones plásticas o permanentes, que sufren depresión longitudinal de la superficie de la acera. Cuando la carpeta asfáltica se encuentra seca, se pueden encontrar depresiones debido a las manchas causadas por el agua estancada. La capa superior del pavimento está deformada por el asentamiento de la calzada o por una construcción inadecuada.

Las carreteras de asfalto se consideran flexibles, y esto se denota en zonas con altas temperaturas de calor, ocurre cuando el aglutinante en la superficie de las carreteras de asfalto más antiguas comienza a adherirse a las llantas de los vehículos. Provocando surcos por tener un espesor insuficiente en el pavimento.

Figura 14

Falla hundimiento



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Compactación insuficiente de una o más capas durante construcción.
- ✓ Mezcla asfáltica inadecuada (con baja estabilidad).
- ✓ Debilitamiento de una o más capas debido a la infiltración de agua.

b) Niveles de severidad:

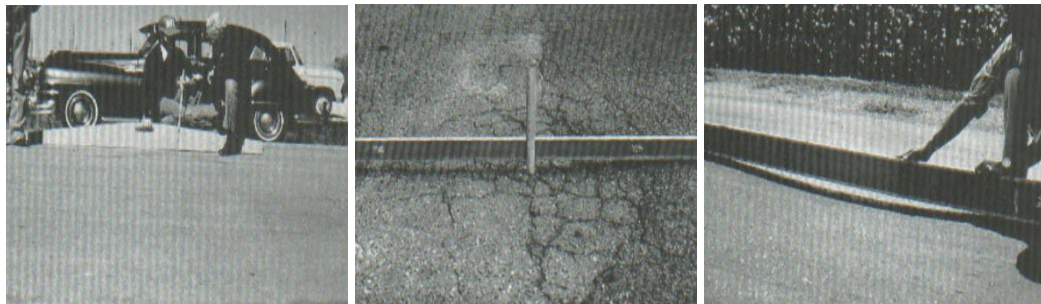
BAJA: Producto del hundimiento el vehículo sufre un pequeño balanceo. Se puede considerar que la profundidad máxima para el nivel bajo está entre los 13 a 25 milímetros.

MEDIA: El hundimiento provoca un balanceo considerable en el vehículo, pero aun así es manejable para el usuario. La profundidad ya cambia de 25 a 50 milímetros.

ALTA: La comodidad del usuario ya no es buena, comienza a verse incómodo a causa del hundimiento, inclusive de no ser maniobrado bien por la persona puede ocasionar movimientos bruscos y peligrosos. La profundidad abarca los 50 milímetros en adelante.

Figura 15

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla hundimiento



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

Cuando existe un problema estructural subyacente, estas soluciones serán de corta duración. En lugar de perder tiempo y dinero en una solución rápida, vale la pena evaluar la causa e invertir en una solución adecuada.

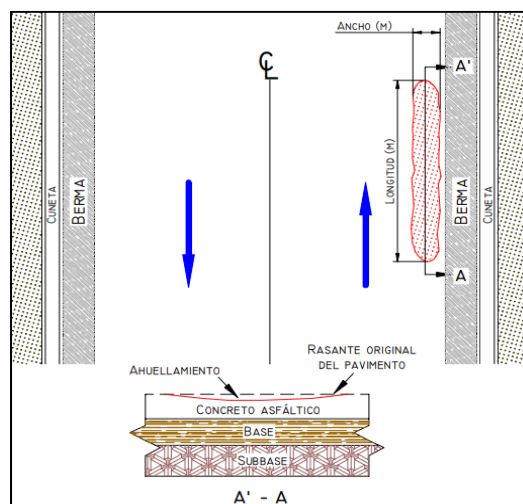
- ✓ Implica cortar el tramo de camino y reemplazarlo.
- ✓ En algunos casos, reemplazar la carretera por sí solo no es suficiente, lo que requiere el reemplazo de la subbase también, lo que puede ser un gasto considerable.
- ✓ Demos tomar muy en cuenta que sustituir el pavimento no servirá de nada si la subbase aún es insuficiente o la mezcla es inadecuada, no es lo suficientemente espesa o blanda.
- ✓ Algunas de las causas de la formación de surcos se pueden prevenir con buenas prácticas de construcción.
- ✓ Realizar una buena compactación, ya que esto evitará asentamientos en el futuro.

2.6.7 Ahuellamiento

Los surcos que se forman a lo largo de la vía son descensos ocasionados por la acción de tráfico. Cuando el surco es bastante ancho y uniforme, el problema normalmente se encuentra en las capas del pavimento y esto a su vez es muy visible en presencia de agua de lluvia. Este fenómeno ocurre cuando el espesor del pavimento es inadecuado, donde ciertas veces inicia con fisuras interconectadas.

Figura 16

Falla ahuellamiento



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

La secuencia del peso producido por el volumen del tránsito produce la falla conocida como Ahuellamiento. Algunos factores se mencionan a continuación:

- ✓ Defectuosa estabilidad de la capa de la subrasante, debido a la filtración del agua o mala calidad del material.
- ✓ Muchas veces los espesores de la mezcla asfáltica son muy insuficientes para el flujo vehicular.
- ✓ Mala compactación en las capas que conforman la estructura del pavimento.

b) Niveles de severidad:

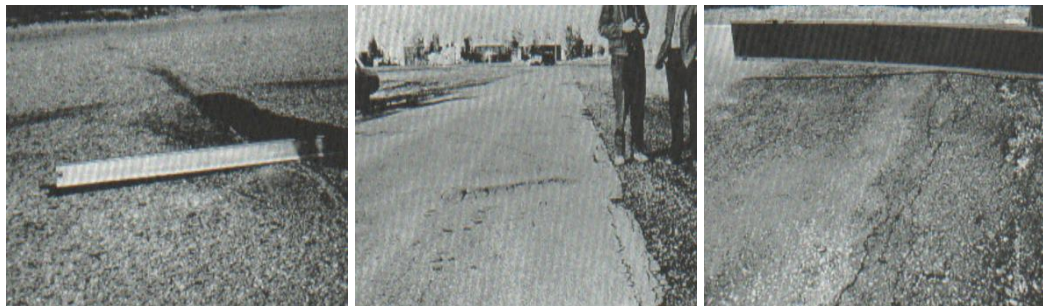
BAJO: La profundidad de la falla está entre los 6 a 13 milímetros.

MEDIO: La profundidad de la falla está entre los 13 a 25 milímetros.

ALTO: La profundidad de la falla es mayor a los 25 milímetros.

Figura 17

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla ahuellamiento



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

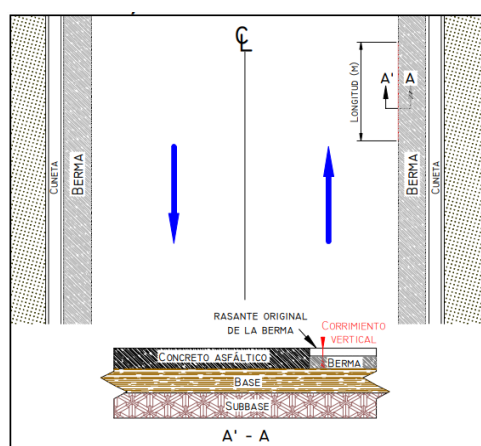
- ✓ Rellenar con material premezclado de grado abierto / denso y compactar hasta los niveles deseados después de aplicar una capa de pegajosidad.
- ✓ Si la formación de surcos se debe a una falla de la subrasante, entonces se realiza la excavación y rectificación de la subrasante.

2.6.8 Corrugación

La ondulación o corrugación son deformaciones plásticas que forman intervalos ondulados de menos de 3 metros, transversales al eje en la superficie del pavimento, que pueden ocurrir en zonas fuertemente solicitadas por efectos tangenciales ocasionados por la fuerza de frenado o aceleración, en zonas con mucho tráfico, siendo más pronunciada.

Figura 18

Falla corrugación



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Inestabilidad de la mezcla bituminosa de la capa de recubrimiento.
- ✓ Exceso de humedad en las capas subyacentes.
- ✓ Contaminación de la mezcla asfáltica por materiales extraños.
- ✓ Retención de agua en la mezcla asfáltica.

b) Niveles de severidad:

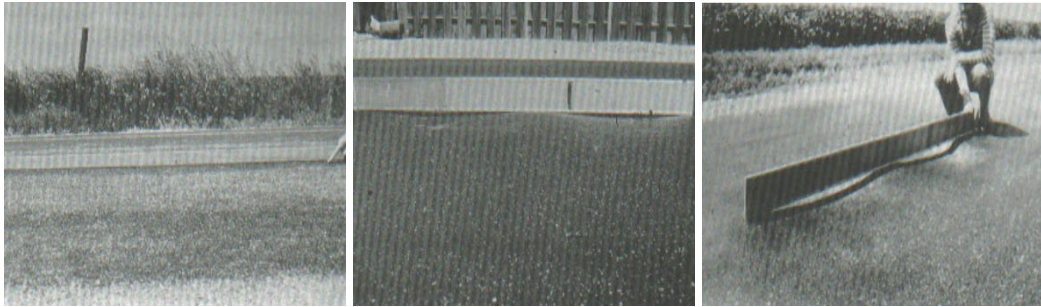
BAJO: La contracción causa cierta vibración al coche, pero no genera mucha inconformidad al usuario.

MEDIO: Para la severidad media, ya las ondulaciones comienzan a generar inconformidad al usuario.

ALTO: Ya la falla comienza a generar una excesiva vibración para el vehículo, lo que implica que la velocidad comience a bajar debido a la acción del deterioro.

Figura 19

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla corrugación



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

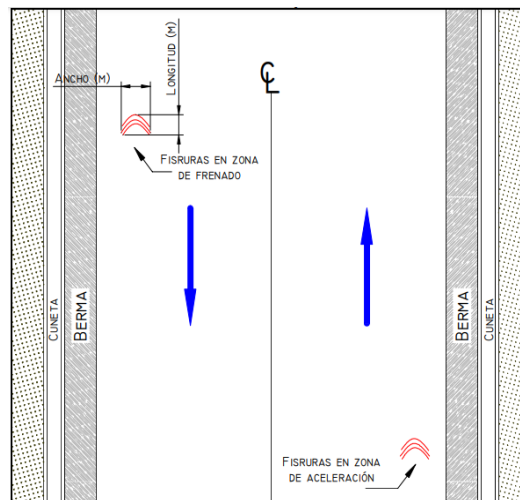
- ✓ Quite las capas que no hayan sido compactadas adecuadamente y reconstrúyalas con la compactación adecuada.
- ✓ Baje el nivel freático proporcionando un sistema de drenaje subterráneo adecuado.
- ✓ Si la falla se debe a una mezcla defectuosa de la capa superficial, coloque otra capa de la capa superficial con la mezcla adecuada.
- ✓ Si el suelo de la subrasante es pobre, estabilice toda la subrasante con agentes estabilizadores adecuados como cal, cemento, etc.

2.6.9 Deformación por Empuje

Desplazamiento del revestimiento debido al empuje horizontal provocado por las cargas del tráfico, con aparición de fisuras en forma de media luna. Ocurre principalmente donde el tráfico comienza o se detiene o en curvas cerradas (las zonas de frenado e intersección), cuando el vehículo provoca el deslizamiento de la masa asfáltica o su deformación. Es una forma de movimiento plástico que da como resultado un abultamiento localizado de la superficie.

Figura 20

Falla deformación por empuje



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Deslizamiento del revestimiento de asfalto debido a fallas en la construcción.
- ✓ Se encuentra generalmente solo en pavimentos con mezclas de conglomerados bituminosos muy líquidas.
- ✓ Falta de estabilidad en la mezcla (aglomerante excesivo, alta proporción de finos, aglutinante demasiado blando) de la superficie o capa base
- ✓ Este problema se debe a la falta de unión entre capas. Esto a menudo se debe a que no se usó una capa adhesiva para desarrollar una unión entre las capas de asfalto o porque no se usó una capa de imprimación para unir el asfalto a la capa de base subyacente.
- ✓ La falta de unión también puede ser causada por suciedad, aceite u otros contaminantes que impiden la adhesión entre las capas.

b) Niveles de severidad:

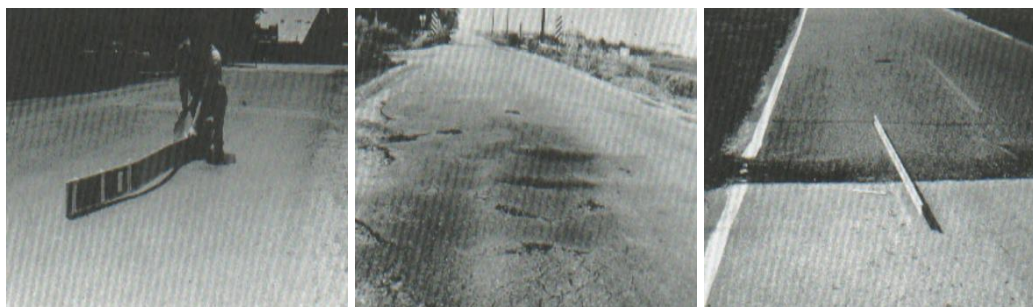
BAJO: En este nivel no incide mucho el nivel de serviciabilidad de la vía.

MEDIO: Comienza a producir un pequeño efecto en la serviciabilidad que brinda la vía.

ALTO: Para la severidad alta, el efecto es muy notorio y produce efectos negativos para la vía.

Figura 21

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla deformación por empuje



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) **Medidas de reparación:**

- ✓ Relleno de la depresión con materiales premezclados después de aplicar una capa de adherencia adecuada.
- ✓ Retirar el material de la zona afectada hasta dejar una base firme y colocar un parche de premezcla adecuado.
- ✓ Todas las áreas que exhiben las "estrías" deberán ser removidas y requerirán un parche de profundidad parcial o total.

2.6.10 Hinchamiento

Las protuberancias se caracterizan por una elevación gradual de la superficie de la carretera que se extiende por más de 3 m. El fenómeno es causado por la acción de las heladas en el sustrato; a menudo ocurre con la formación de grietas deslizantes.

a) **Causas que ocasionan esta falla:**

Tomando a consideración que la Provincia de Santa Elena no sufre los fenómenos de congelamiento debido a los cambios climáticos, el origen de esta falla se deduce sólo al proceso de expansión, como consecuencia de:

- ✓ Fundaciones de arcillas expansivas.
- ✓ Ciertas veces las capas que conforman la estructura del pavimento, se contaminan por materia orgánica.

b) Niveles de severidad:

BAJO: Se produce un pequeño defecto en el perfil longitudinal.

MEDIO: Comienza a generar una inconformidad en el manejo por parte del usuario, lo que produce bajar la velocidad.

ALTO: El efecto que produce es mayor, implica un cambio brusco en el manejo del vehículo, además del peligro que se genera en la circulación del tránsito.

Figura 22

Grados de severidad de la falla hinchamiento



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

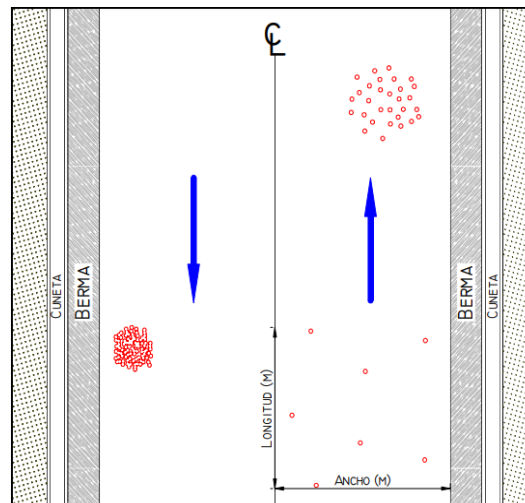
2.6.11 Pérdida del Agregado

Este daño se trata de una desintegración superficial que se produce en la capa de rodadura, por causa de que los materiales del agregado han sido mal graduados, haciendo que la parte superficial tienda hacer más rigurosa, siendo que esta se vuelva contraproducente, ya que se vuelve más propensa al volumen del tránsito y los efectos del cambio climático.

(Javier & Rebolledo, 2010) Por ello, estos daños se vuelven muy comunes poder visualizarlos en la carretera, ya que resultan ser problemas que se originan por la poca adherencia entre el asfalto y los agregados.

Figura 23

Falla pérdida de agregado



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Exceso de bitumen en la mezcla asfáltica debido a que los materiales han sido mal graduados.
- ✓ Pérdida de adherencia entre el agregado y el bitumen, porque muchas veces se utiliza materiales que tengan mayor afinidad con el agua.
- ✓ Exceso de endurecimiento del betún por un inapropiado manipuleo durante la mezcla asfáltica sea en la elaboración o puesta en obra.

b) Niveles de severidad:

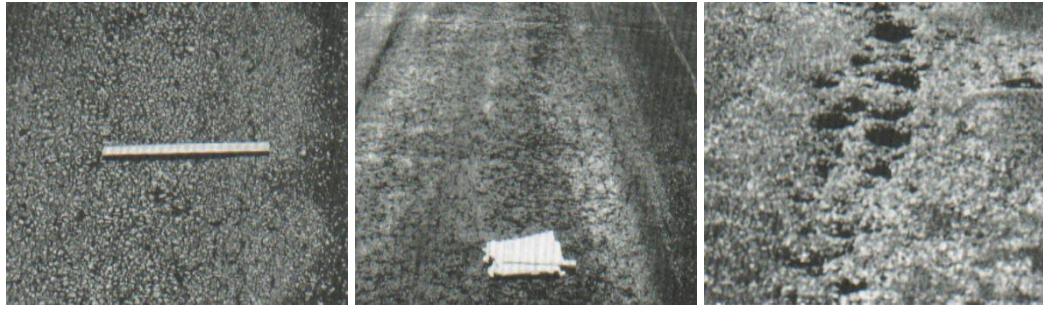
BAJO: El agregado que compone la mezcla asfáltica comienza a desprenderse, pero no genera mayor implicación en la estructura.

MEDIO: El desprendimiento del material bituminoso es muy notorio, de tal forma que deja expuesto al agregado grueso. El pavimento comienza a demostrar una rugosidad en su estructura.

ALTO: La rugosidad se presenta muy elevada en el firme. El desprendimiento del material ya es muy significativo lo que produce grandes peladuras en la estructura.

Figura 24

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla perdida del agregado



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

Varían según su gravedad.

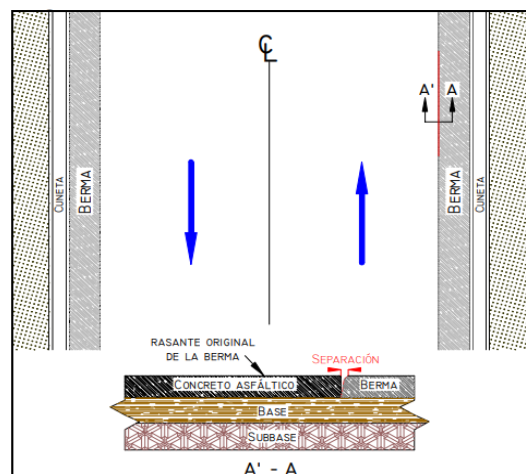
- ✓ Si el desmoronamiento está presente solo en áreas pequeñas y localizadas, el equipo de construcción generalmente quitará el pavimento deshilachado y lo reemplazará.
- ✓ Para grandes áreas de desmoronamiento, el daño general del asfalto es generalmente el culpable. El pavimento dañado generalmente se quita en este caso y se aplica una superposición.

2.6.12 Diferencia entre calzada/hombro

La caída del borde es la diferencia de elevación entre el carril de tráfico y el arcén exterior. Por lo general, ocurre cuando el hombro exterior se asienta o se erosiona. No se suele considerar un defecto del desnivel que sea inferior a 25 mm.

Figura 25

Falla diferencia entre calzada / hombrillo



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Ocurre debido a la erosión del suelo o por su asentamiento
- ✓ Las irregularidades en la capa superior pavimentada de asfalto pueden hacer que la altura del desnivel sea mayor, a veces de manera significativa.
- ✓ El frente de la bajada suele ser vertical, lo que puede causar problemas de seguridad para los conductores que están expuestos a ellos.

b) Niveles de severidad:

BAJO: La diferencia del nivel entre el piso y hombrillo está entre 20 a 50 milímetros.

MEDIO: La diferencia del nivel está en 75 milímetros.

ALTO: La diferencia de niveles es mayor a la de 100 milímetros.

Figura 26

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla diferencia entre calzada/hombro



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

- ✓ Parcheo de borde
- ✓ Mantenimiento del hombro
- ✓ Reconstrucción del hombro

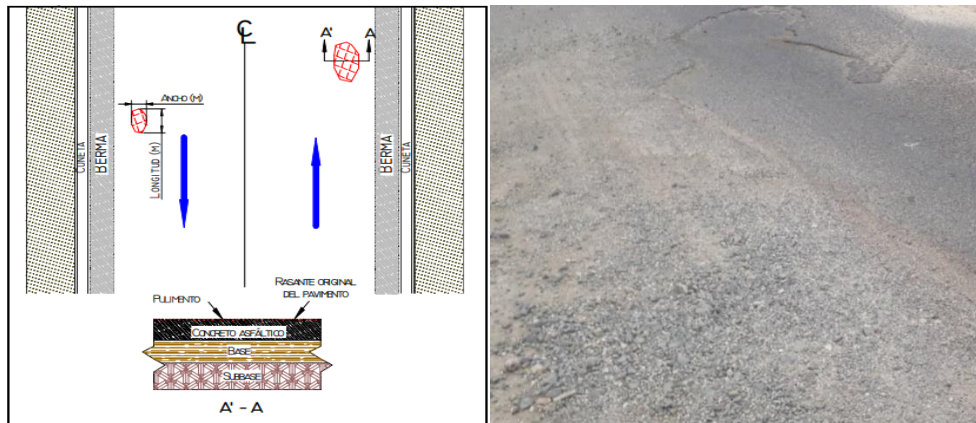
2.6.13 Agregados Pulidos

El pulido del agregado en el pavimento de asfalto es causado por las aplicaciones repetidas de cargas de vehículos que circulan de manera consecutiva, los cuales son los causantes de alisar el agregado en la superficie, y también puede ser originado por la inadecuada compactación de las capas y el bombeo de los finos del

pavimento, disminuyendo el agarre con los neumáticos. La consecuente disminución de la resistencia al deslizamiento son problemas que van relacionados con la seguridad del tráfico de vehículos.

Figura 27

Falla agregados pulidos



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Falta de aglutinante.
- ✓ Agregados inadecuados (bajo resistencia).
- ✓ Generalmente, a medida que un pavimento envejece, las partículas angulares y rugosas que sobresalen se pulen. Envejecimiento, oxidación y endurecimiento del revestimiento.
- ✓ Esto puede ocurrir más rápido si el agregado es susceptible a la abrasión o está sujeto a un desgaste excesivo de los neumáticos con clavos, impidiendo que haya fricción en el pavimento.

b) Niveles de severidad:

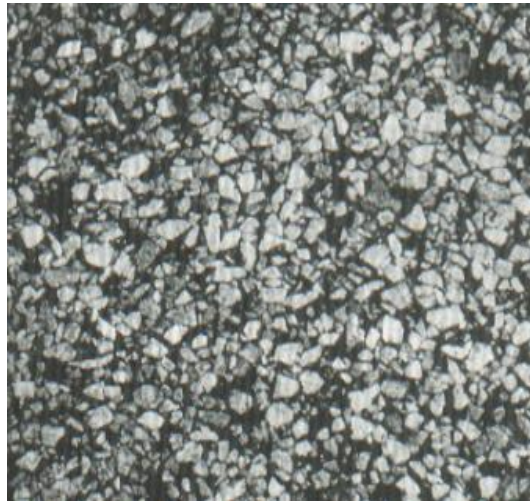
BAJA: etapa inicial, con pérdida de pequeños agregados.

MEDIO: textura superficial rugosa, con pérdida de agregados finos y algunos gruesos.

ALTA: textura superficial muy rugosa, con pérdida de agregados gruesos.

Figura 28

Grados de severidad de la falla agregados pulidos



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

- ✓ El micro-fresado del pavimento puede restaurar o mejorar la resistencia al deslizamiento.
- ✓ Una capa delgada de levantamiento con una mezcla de asfalto caliente proporcionará una nueva superficie altamente antideslizante, al tiempo que agrega resistencia a la estructura del pavimento.
- ✓ También se pueden lograr algunas mejoras mediante la aplicación de un sellador de lechada incrustado con agregado / antideslizante o mediante la aplicación de un tratamiento superficial bituminoso a la superficie existente.

2.6.14 Baches

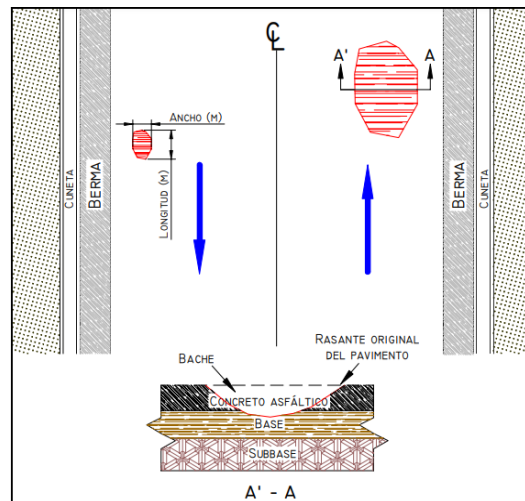
Son pequeños hoyos o desniveles en forma de oquedades cóncavas que se encuentran localizadas en la carretera, usualmente sus bordes tienen una apariencia afilada causando un grave daño en los neumáticos de los vehículos que transitan en la vía.

Los baches son provocados por el agrietamiento por fatiga el mismo que promueve la desintegración de la capa de asfalto exponiendo el material particulado, y si no se reparan, rápidamente ocasionara la descomposición de los tramos adyacentes, lo cual conduce a un aumento en el área afectada y una mayor profundidad debido a la actividad del tráfico. Son daños estructurales que no deben confundirse

con deslizamientos de tierra o meteorización. Si no se reparan, rápidamente provocarán la descomposición de los tramos adyacentes, comprometiendo aún más seriamente la carretera.

Figura 29

Falla de baches



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Exceso de carga por eje del vehículo
- ✓ Desintegración localizada de materiales
- ✓ Menor contenido de betún en áreas localizadas o superficie bituminosa demasiado delgada.
- ✓ Deficiencias constructivas, es decir mala unión entre la superficie y las capas.
- ✓ Entrada de agua en el pavimento a través de grietas provocando una acción de infiltración en la superficie.

b) Niveles de severidad:

BAJO: El bache se mantiene en buenas condiciones.

MEDIO: Se comienza a ser visibles el desgaste, por lo que genera pequeños deterioros en la vía, incidiendo en el volumen del tránsito

ALTO: El bache se encuentra muy deteriorado. Se requiere pronta intervención en la zona de falla.

Tabla 3

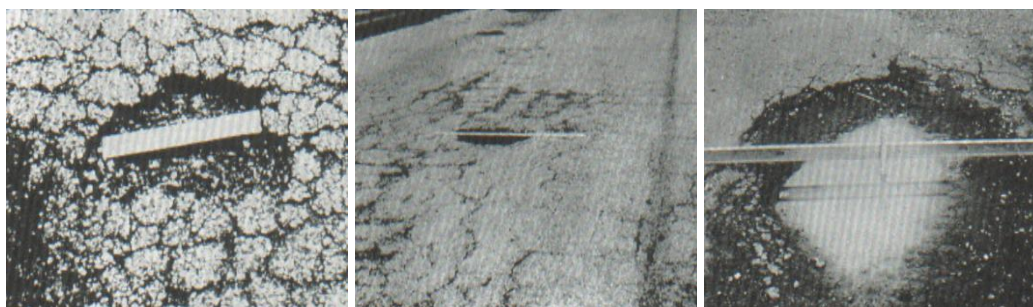
Nivel de severidad de baches en función del diámetro y profundidad

PROFUNDIDAD MÁX	DIAMETRO DE BACHE		
	102mm a 203mm	203mm a 457mm	457mm a 762mm
12.7mm – 25mm	B	B	M
25.4mm – 50.8mm	B	M	A
>50.8	M	A	A

Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

Figura 30

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla de baches



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

- ✓ El tratamiento se realiza mediante parches o reparaciones con parches. Para rellenar los baches (después de la limpieza) con la premezcla parches de grado abierto / denso o incluso parches de penetración y seguido de compactación.

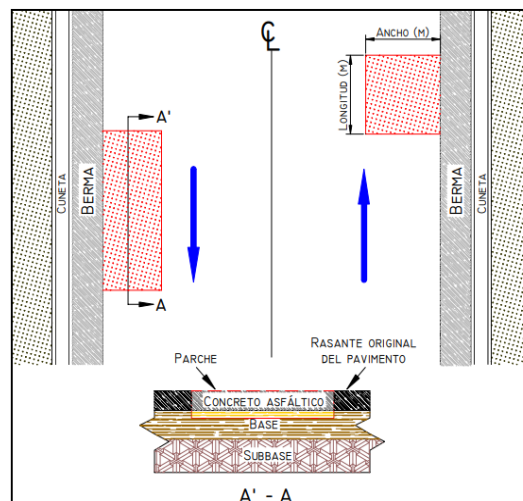
2.6.15 Parche

El parche es un área del pavimento que consiste en remover y reparar con nuevos materiales el deterioro local de la superficie de la carretera. Muchas veces esta acción de reparación no es favorable, puesto que se sigue considerando una falla por su aspecto áspero, sin importar que tan bien se realice.

Si el daño requiere el reemplazo parcial o total de partículas, a esto se le llama bacheo, pero si el daño implica reponer parte o todo el espesor del hormigón asfáltico, se denomina como parcheo.

Figura 31

Falla de Parches



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Solicitud de tráfico intensa
- ✓ Cuando la reparación de pequeños defectos no se realiza a tiempo.
- ✓ Diseño de mezcla deficiente y técnica de mantenimiento obsoleta.
- ✓ Uso de material de mala calidad
- ✓ Agresividad de las condiciones ambientales
- ✓ Apertura de la carretera al tráfico antes de que el parche se repare correctamente.

b) Niveles de severidad:

BAJA: El parche está en buenas condiciones o tiene un malestar de baja gravedad de cualquier tipo. Profundidad inferior a 25 mm.

MEDIO: El parche tiene malestar de gravedad moderada de cualquier tipo y las reparaciones del parche se realizan según el tipo de malestar. Profundidad entre 25 y 50 mm.

ALTA: El parche tiene un malestar de alta gravedad de cualquier tipo, necesita un reemplazo inmediato. La profundidad es superior a 50 mm.

Figura 32

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla parches



Nota. Tomado (Vásquez, 2002)

c) Medidas de reparación:

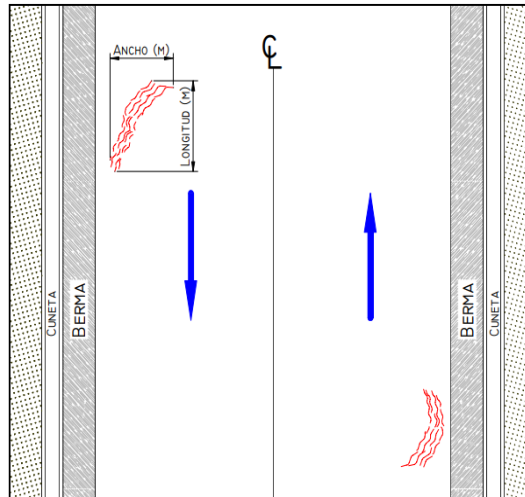
- ✓ Se emplea una lechada asfáltica en las ranuras que están en el área
- ✓ Tener un diseño de mezcla adecuado y elegir agregados y aglutinantes según las condiciones y especificaciones climáticas imperantes.
- ✓ El parche reparado debe fusionarse con el tipo de superficie original y erradicar la causa de la falla.

2.6.16 Exudación del Betún

La exudación es un exceso de ligante asfáltico que se encuentra sobre la capa de rodadura, generando una película que forma manchas de diferentes dimensiones, la cual se asemeja a una superficie vidriosa, que por lo general cuando está seca, tiende a volverse muy pegajosa y pierde resistencia al deslizamiento cuando se encuentra húmeda.

Figura 33

Falla Exudación



Nota. Tomado de (Ministerio de Transporte et al., 2006)

a) Causas que ocasionan esta falla:

- ✓ Se produce por las altas temperaturas y la acción repetitiva del tráfico
- ✓ Resultando en errores en la dosificación (exceso) de ligante bituminoso y/o bajo índice de vacío de la mezcla, provocando su expansión, transponiendo el ligante a la superficie del Recubrimiento donde se concentrará dando al asfalto un aspecto brillante.
- ✓ Exceso de material utilizado en imprimación o impermeabilización
- ✓ Dosis inadecuada de la mezcla de asfalto, lo que resulta en un contenido excesivo de aglutinante o un índice de vacíos muy bajo;
- ✓ Temperatura del aglutinante superior a la especificada en el momento de la mezcla;
- ✓ Errores en la ejecución del recubrimiento (dosificación y aplicación).

b) Niveles de severidad:

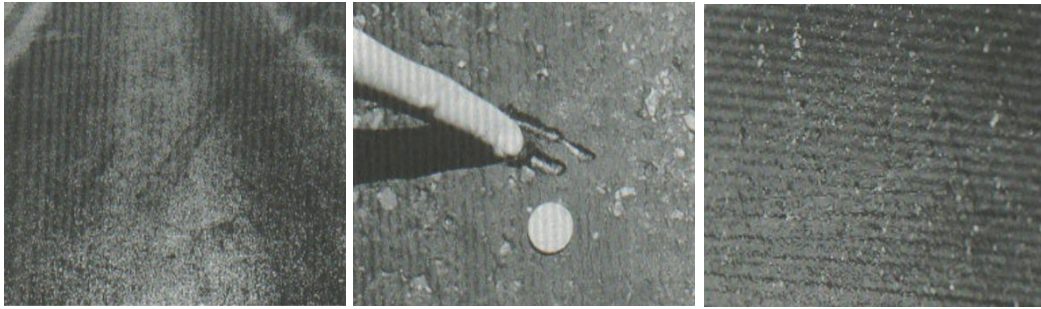
BAJO: Por el efecto de pequeñas porciones del asfalto, se hace notoria la coloración en la superficie.

MEDIO: Se presenta asfalto libre de tal forma que genera huellas producto del tránsito vehicular.

ALTO: Existe exceso de asfalto libre en la vía, ocasionando un aspecto húmedo, con superficie negra y pegajosa.

Figura 34

Grados de severidad bajo, medio y alto de la falla exudación de betún



Nota. Tomado de (Vásquez, 2002)

c) **Medidas de reparación:**

- ✓ La remoción y reemplazo de áreas de pavimento sangrantes es un método de reparación costoso, pero a veces rentable.
- ✓ Otra opción es realizar un sellado de virutas con una emulsión mínima o nula, pero este enfoque requiere una planificación previa adecuada.

2.6.17 Bombeamiento

El bombeo se efectúa cuando la presión de poro que existe en el interior del pavimento es bombeada hacia la superficie, ocasionando la aparición de material fino a través de las grietas existentes, bajo la carga del tráfico sufriendo mayores tensiones de tracción. Los finos al mezclarse con agua forman una mancha terrosa produciendo un lodo fluido, la misma que contamina las capas superiores de la carretera.

a) **Causas que ocasionan esta falla:**

- ✓ Muchas veces el agua que se infiltra queda atrapada en una capa intermedia porosa, y sus extremos son capas impermeables.
- ✓ Desplazamiento del agua al interior del pavimento, como producto de variaciones térmicas. (Irigoyen & Simo, 2016).

b) **Niveles de severidad:**

No se definen niveles de severidad, tan sólo es suficiente con indicar que existe exudación en la superficie ocasionada por el agua.

2.7 Principales técnicas de reparación y conservación en el pavimento asfáltico

Los tipos de intervención que se ejecutan en la vía, dependen de la severidad de la falla que se encuentre en la carpeta de rodadura, ésta se evalúa mediante el método del PCI, tal como se muestra en la Figura 36.

Figura 35

Intervención en base al rango PCI

RANGOS PCI		TIPOS DE INTERVENCIÓN
100	85	MANTENIMIENTO RUTINARIO
85	70	
70	55	MANTENIMIENTO PERIÓDICO
55	40	
40	25	REHABILITACIÓN
25	10	CONSTRUCCIÓN
10	0	

Nota. Tomado de la Norma ASTM D 6433-07

✓ Sellado de grietas

Mantenimiento rutinario

Para el sellado de grietas, se deberá aplicar el material en caliente, cumpliendo con todos los requisitos expuestos en la norma ASTM D6690. Además, también se deberá cumplir con los respectivos ensayos que están en la norma ASTM D5329.

Para realizar la respectiva reparación de este sellado, se establece lo siguiente:

1. Se limpia el lugar donde se encuentra ubicado la fisura.

Figura 36

Pavimento Asfáltico



Nota. Tomado de (Javier & Rebolledo, 2010)

2. Se procede a rellenar las respectivas fisuras con la mezcla del concreto asfáltico, considerando que la graduación sea fina.

Figura 37.

Pavimento Asfáltico



Nota. Tomado de (Javier & Rebolledo, 2010)

3. Después se aplica el riego de ligante en el tramo a reparar.
4. Luego se nivela y se procede a su debida compactación con la máquina de un compactador vibrante.

✓ **Bacheo superficial**

Mantenimiento rutinario

1. Se debe precautelar la vida de los trabajadores, instalando conos de seguridad y señales de prevención para el tramo a reparar.

2. Se marca el tramo que será reparado, dando forma rectangular o cuadrada.
3. Se procede a perfilar los bordes verticales, de preferencia con máquina para cortar pavimentos, hasta topar la capa de base, con la finalidad de llegar hasta un material que no sufra alteración alguna, es decir, hasta que se encuentre material que no esté agrietado.
4. Con el compresor de aire, se retira el polvo de las paredes verticales, el área rectangular o cuadrada donde se cortó y además se limpia el fondo.
5. Se procede a aplicar un riego de liga en las paredes verticales para evitar la filtración de agua.
6. Luego, se esparce la mezcla asfáltica uniformemente con el rastrillo, donde se tendrá en cuenta que la mezcla deberá estar a una temperatura para su posterior aplicación y facilitar una mejor adherencia entre las partículas.
7. Luego se compacta con rodillo a una densidad adecuada.

✓ **Bacheo profundo**

Mantenimiento rutinario

1. Se coloca conos de seguridad dentro del área a reparar.
2. Se marca el tramo a reparar, extendiendo unos 0,50 cm del área.
3. El área limitada debe ser rectangular y posteriormente, se procede a cortar lo delimitado con un equipo de corte.
4. La profundidad será de acuerdo al espesor del pavimento anteriormente diseñado, se tomará en cuenta las paredes verticales, además de que el fondo quede plano.
5. Para finalizar, se procederá a compactar en fondo plano hasta llegar al 95% del ensayo de laboratorio de suelos de Proctor modificado, cumpliendo con la norma.
6. El fondo y las paredes se deben limpiar de forma adecuada.
7. Luego se procederá a recubrir con el ligante, con los elementos que permitan esparcir uniformemente el material.
8. Entonces se procede a verificar que el riego de imprimación haya sido penetrado según lo especificado, para así, colocar la mezcla asfáltica, donde por medio de rastrillos se esparcirá la mezcla y se deberá colocar la

cantidad adecuada para que se pueda nivelar y coincidir con las líneas de corte.

9. Para la compactación del tramo, se deberá utilizar un rodillo neumático o a su vez un compactador manual dependiendo del espesor de la estructura.

✓ **Sellos bituminosos**

Mantenimiento periódico

En la actualidad, existen diversos tipos de selladores que se aplican para sellados cuando falla el pavimento, debido aquello depende su calidad, tipo de materiales, los componentes que han sido utilizados y lo más novedoso su forma de aplicarlo en la construcción.

Para tener un mejor criterio al momento de elegir el mejor sellador, es indispensable tomar en cuenta ciertos parámetros como su elasticidad, compatibilidad y adherencia junto a demás elementos empleados en la misma.

Los sellos bituminosos, han sido de mucha utilidad para el proceso de reparación en las vías. Hay que considerar que, una vez colocado un sellador, esta debe aglomerar compuesto que sean elásticos, resistentes a la variedad del clima, como también a las licitaciones a la que se someterá durante su serviciabilidad. (Jorge Silva, 2015)

✓ **Remoción del pavimento existente con maquinaria**

Rehabilitación

Esta actividad se lleva a cabo con el propósito de corregir una serie de defectos superficiales, se puede realizar por dos métodos: escarificación (corte lineal) y fresado (corte circular) los cuales consisten en un perfilado de cierto espesor en la carpeta asfáltica existente en las áreas de reconstrucción total, sin alterar en lo posible la capa de base granular existente, de modo de permitir la conformación de la estructura del pavimento de acuerdo con los límites especificados.

✓ **Imprimación Asfáltica**

Rehabilitación

Es un proceso que consiste en la aplicación de un riego asfáltico diluido sobre la superficie de una base debidamente preparada, con la finalidad de recibir una capa de pavimento asfáltico o de impermeabilizar y evitar la disgregación de la base construida. Dicho de otra manera, se emplea al sustrato una película asfáltica con la finalidad de sellar poros, grietas y fisuras.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método del PCI

Paver (1980) fue un método empleado en sus inicios por un grupo de ingenieros especialistas del ejército de los Estados Unidos (años 80), punto clave para poder ser utilizada a nivel civil y militar. De acuerdo, a los resultados prácticos y eficaces que se obtuvieron desde su inicio, es así como se ha ido extendiendo hasta la actualidad siendo este método usado por la mayoría de los países debido a su alto rango de confiabilidad.

Este método será utilizado dentro de una red vial delimitada, cuya ubicación es Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, Cantón Santa Elena – Provincia de Santa Elena, dónde se evaluarán ciertas áreas de estudio, los cuales serán detallados mediante un formato de estudio donde se ingresarán cada tipo de falla junto con su respectivo nivel de severidad que se encuentre en las unidades de muestra de la vía.

La parte visual en la que se asienta este método consiste en la identificación y muestreo del tramo de vía que es estudiada, lo cual se denominará unidad de muestra. De acuerdo con ello, los tipos de fallas que se encuentren en la vía serán clasificados por su grado de severidad, lo que nos ayudará a poder definir el rango del PCI, para el tramo de vía estudiado.

3.2 Parámetros a Considerar

Se debe tomar como principal característica el estado actual en el que se encuentra el pavimento en la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, junto al estudio de tránsito que se realizará a la vía, mediante el conteo del tráfico que circula en la misma, y a su vez por inspección visual, evaluar en qué condiciones operacionales se encuentra la carretera, sea esté en condiciones óptimas o deteriorada.

3.3 Tabla de Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Se conoce al PCI, como una calificación numérica que se establecerá al pavimento, tomando a consideración las fallas que se puedan visualizar durante el estudio en la vía y en su capacidad operacional que brinda al usuario.

Figura 38

Escala de graduación del PCI

RANGO DEL PCI (%)	COLOR	ESTADO
0 a 10	Grigio	Falla
11 a 25	Rojo	Muy Malo
26 a 40	Rojo	Malo
41 a 55	Rosa	Regular
56 a 70	Amarillo	Bueno
71 a 85	Verde claro	Muy Bueno
86 a 100	Verde oscuro	Excelente

Nota. Tomado de (ASTM D 6433-03)

En la imagen que nos ilustra la Figura 38, se puede visualizar la Escala de Graduación del PCI, conforme a lo establecido en la norma ASTM D 6433-03. Mediante el método de Índice de condición del pavimento, se podrá evaluar a la estructura desde el nivel inferior, denominado con cero, como un pavimento deteriorado o colapsado, y con cien, a los pavimentos que mantienen conservada su estructura.

3.4 Descripción de la evaluación del pavimento

Tabla 4*Tipos de fallas*

	NOMBRE DE LA FALLA	U. DE LA MUESTRA
1	Piel de cocodrilo	m²
2	Exudación	m²
3	Agrietamiento en bloque	m
4	Abultamiento y Hundimiento	m²
5	Corrugación	m²
6	Depresión	m²
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel carril/berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m
11	Parcheo	m²
12	Pulimiento de agregados	m²
13	Huecos	Ud
14	Cruces de vía Férrea	m²
15	Ahuellamiento	m²
16	Desplazamientos	m²
17	Grieta Parabólica	m²
18	Hinchamiento	m²
19	Desprendimiento de agregados	m²

Nota. Manual de evaluación de pavimentos Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de tecnología de la construcción.

El nivel de falla se la procederá a clasificar como nivel bajo, nivel medio y nivel alto, teniendo en cuenta las condiciones de afectación en el que se encuentra el pavimento a estudiar, identificando el grado de seguridad que tendrá el usuario al transitar por la vía, sea este por un vehículo liviano o pesado con la velocidad recomendada por un estudio vial.

3.5 Materiales a Utilizar

Los materiales que se usarán para poder verificar y determinar las patologías presentes en el tramo de la vía de estudio, se detallan a continuación:

- ✓ Cámara.
- ✓ Formato de clasificación de las patologías.
- ✓ Flexómetro de 8 m.
- ✓ Cinta métrica de 100 m.
- ✓ Equipos de seguridad para las personas (chaleco y casco).
- ✓ Conos de seguridad.
- ✓ Brocha.

3.6 Identificación y Determinación de Longitud de la Muestra

Para determinar el Índice de condición del pavimento se puede considerar evaluar toda la red vial del tramo a estudiar, pero esto generalmente no se da, debido a ciertos factores, uno de ellos es el factor tiempo y otro el factor seguridad de las personas que estarán evaluando la vía.

En este estudio de caso, se procedió a dividir la vía en dos tramos, siendo el Tramo 1 – Av. Francisco Pizarro y Tramo 2 – calle Cuarta. Luego de dividir los tramos de vía se determinó la longitud total de la carretera para cada tramo, con la finalidad de poder encontrar la longitud de cada unidad de muestra por cada tramo, siendo un parámetro que está sujeto al ancho de la calzada de la carretera, tal como se muestra en la tabla 6.

Según la norma ASTM D 6433-03, se aplica el ancho de la calzada como parámetro de selección del método, para obtener la longitud de unidad de muestra. Para el estudio de la Av. Francisco Pizarro con longitud de vía de 672m y con ancho de calzada de 11.1m, éste es superior al ancho de la calzada que se muestra en la tabla 6, por lo que, su longitud de muestra será tomada, considerando el criterio del rango de muestreo establecido por área de análisis que expresa la norma ASTM D 6433-03, tal como se describe en la Tabla 5.

Tabla 5*Intervalos de área de muestreo*

$A_T = 230 \pm 90m^2$		
ÁREA MÁX	320	m ²
ÁREA MÍN	140	m ²

Nota. ASTM D 6433-03

Luego de conocer todos los parámetros mencionados en el párrafo anterior, se considerará una longitud de muestra de 310.8m², logrando cumplir el rango de área de muestreo que establece la norma ASTM D 6433-03.

No obstante, para el caso de la calle Cuarta se tomará como referencia el ancho de la calzada tal como se muestra en la tabla 6, ya que considerando el área de análisis por unidad de muestra que permite la norma ASTM D 6433-03, esta se encuentra dentro del rango establecido que muestra en la Tabla 5.

Tabla 6*Longitud de unidad de muestra según ancho de la calzada*

ANCHO DE CALZADA	LONGITUD DE LA MUESTRA
3.40	50.00
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30	31.50

Nota. “ASTM D 6433-03”

3.7 Determinación de Muestras a Inspeccionar

Para determinar el índice de condición del pavimento se puede evaluar a lo largo de una carretera, pero esto no se logra dar, muchas veces por el factor tiempo y la parte económica.

Para analizar este trayecto de vía comprendido desde la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta, se debe considerar el número mínimo de unidades de muestra a evaluar dentro del tramo a estudiar, así logrando obtener un 95% de confiabilidad del PCI.

Según la norma ASTM D 6433-03, expresa que para determinar el número de unidades de muestras a ser evaluadas se puede realizar mediante ecuaciones matemáticas o siguiendo un criterio alternativo como lo indica la siguiente tabla.

Tabla 7

Criterio alternativo para determinar el número de muestras a inspeccionar

DADAS	INSPECCIONAR
1 a 5 unidades de muestra	1 unidad de muestra
6 a 10 unidades de muestra	2 unidades de muestra
11 a 15 unidades de muestra	3 unidades de muestra
16 a 40 unidades de muestra	4 unidades de muestra
Más de 40 unidades de muestra	10%

Nota. "ASTM D 6433-03"

Para nuestro estudio, se implementará el uso de expresiones matemáticas, con el fin de considerar más unidades de muestras para ser evaluadas, cuyo propósito es obtener resultados satisfactorios y más cercanos a la realidad, alcanzando el 95% de confiabilidad del método.

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

Cuando:

n = Número mínimo de unidades de muestras a evaluar.

N = Número total de unidades de muestreo que se encuentran en el pavimento.

e = Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ($e = 5\%$) ASTM D633, inciso (7.5.2) (Asfalto y de Concreto).

SD = Desviación estándar del índice de condición del pavimento entre las unidades; ASTM D6433, inciso (7.5.2) (Pavimento Asfáltico).

3.8 Selección de Muestras

Después de haber determinado el número de muestras a evaluar, se debe calcular el intervalo entre cada unidad de muestra, tomando como referencia un muestreo aleatorio, es decir, se elige la primera unidad de muestra aleatoriamente y luego las siguientes unidades de muestras con intervalos iguales en todo el tramo de la vía a estudiar, con la siguiente ecuación:

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

Tomando en cuenta, que:

i = Intervalo de muestreo (se redondea al número entero inferior)

N = Número total de muestreo.

n = Número mínimo de unidades a evaluar.

(Rodriguez Granado Alfredo Hernan, 2019) describe que el comienzo es aleatorio, seleccionando la primera unidad de muestreo “1” y el intervalo de muestra denominado “ i ”, es decir, sí tomase el valor de 8, la unidad de muestra a evaluar puede estar dentro del rango de 1 a 8 para posteriormente conocer las unidades de muestras como (S ; $S + i$; $S + 2i$) así sucesivamente. Por el contrario, sí la primera unidad de muestreo toma el valor de 3 y para el intervalo del muestro es 8, las unidades a evaluar tomarían los valores de 3, 11, 19, 27, 35, etc.

3.9 Muestras Adicionales

Una desventaja que existe a menudo al visualizar las fallas, es no poder identificar en primer instante las muestras que se encuentran deterioradas o aquellas que se encuentran en un óptimo estado. El método PAVER nos permitirá considerar aquellas muestras adicionales que no han sido tomadas dentro de la selección inicial y esto se verá reflejado en el resultado final del PCI al llegar a tener resultados menores a las tomadas durante su muestreo.

3.10 Cálculos de Densidad

Posteriormente para evaluar por medio de cálculos matemáticos las patologías en el área de estudio se lo procederá a realizar dividiendo la unidad de medida sobre el área de unidad en donde se encuentra la muestra, cuyos resultados deberán quedar expresados en porcentaje.

- ✓ Sí la medida de falla está en Unidad, como por ejemplo los baches, se utilizará la siguiente expresión matemática:

$$Densidad = \frac{Número (N)}{Área de la muestra (m^2)} \times 100$$

- ✓ Sí la medida de falla está en Metros lineales (ml), como por ejemplo los fisuramiento, se utilizará la siguiente expresión matemática:

$$Densidad = \frac{Longitud de la falla (m)}{Área de la muestra (m^2)} \times 100$$

- ✓ Sí la medida de falla está expresada en m^2 , se utilizará la siguiente expresión matemática:

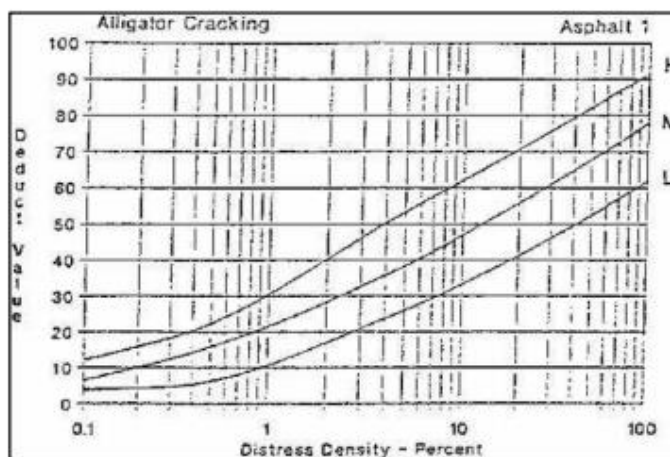
$$Densidad = \frac{Área de falla (m^2)}{Área de la muestra (m^2)} \times 100$$

3.11 Valor de Deducción

El siguiente parámetro se lo determinará mediante gráficas de curvas por cada tipo de daño que se encuentre en el pavimento junto a su nivel de severidad (H, M, L). A continuación, se adjunta una imagen que muestra lo anteriormente mencionado.

Figura 39

Valor de deducción (Falla Piel de Cocodrilo)



Nota. Tomado de (ASTM D 6433-03, 2011)

(Daniela Lisbeth Romero Sarmiento, 2017) expresa que, el siguiente ábaco nos ilustra como se ingresa el tipo de falla junto a la densidad existente en esa unidad de muestra, hasta interceptar la curva con su nivel de severidad (H, M, L), es decir, alto, medio y bajo, para así obtener el valor de deducción respectivo para cada tipo de falla que se está estudiando.

3.12 Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

Se determina el valor del número máximo de valores deducidos, usando la siguiente expresión matemática:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

ASTM D 6433-03 (2011), define que, si contamos con un número de valores deducidos menores a m , todos los valores deducidos obtenidos deberán ser usados en

los cálculos. Es necesario recordar que los valores deducidos se alistarán de manera descendente.

3.13 Valor de Deducción Corregido

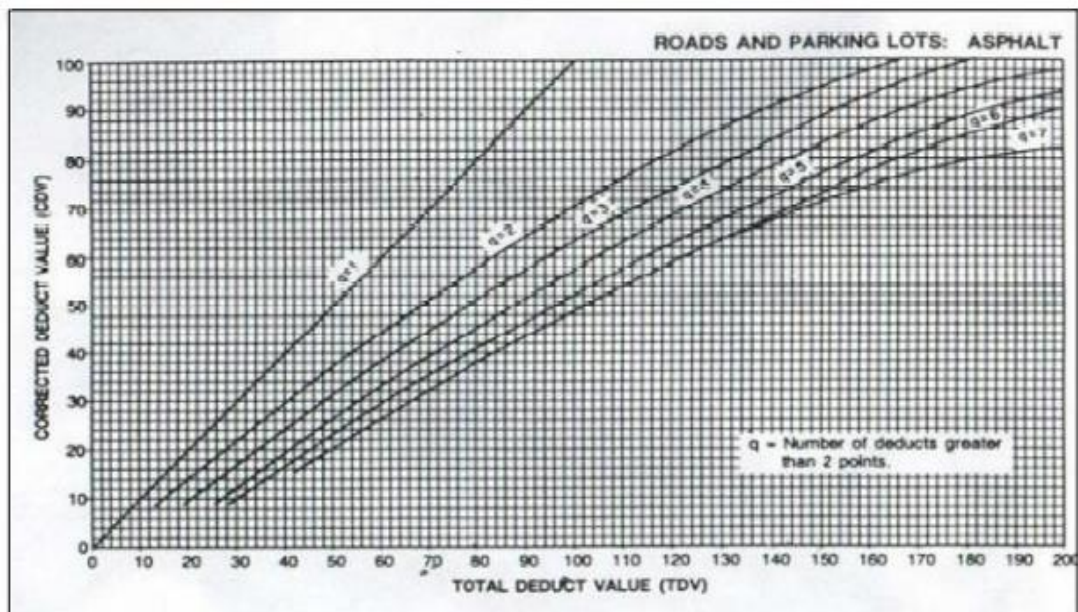
Una vez encontrado el valor de deducción total (VDT), siendo la suma de todos los valores de deducción por fallas encontradas, luego se procede a identificar el valor de (q); para ello se escogerá todos los valores mayores a 2. Usando la gráfica de valor de deducción corregida, se intercepta el valor de deducción total con la curva del valor “q”, para finalmente encontrar el valor de CDV.

Luego se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales que sean mayores a 2 y repetir el procedimiento de las etapas iniciales hasta llegar a 1.

El valor máximo de CDV será el valor mayor obtenido en las intercepciones del valor de deducción corregido.

Figura 40

Gráfica para determinar el valor de Valor de Deducción Corregido.



Nota. Tomado de (ASTM D 6433-03, 2011)

Luego, se procede a obtener el cálculo PCI, siguiendo la ecuación descrita a continuación:

$$PCI = 100 - \text{máx } CDV$$

3.14 Tránsito

Para realizar el análisis de tráfico es necesario una recopilación de todos los datos relevantes del proyecto, mediante el cual se registran los tipos de vehículos donde es preciso contar el volumen de tránsito que circulan por cada carril en un tiempo determinado con la finalidad de clasificar la magnitud de la carga que se encuentran normados por el MTOP (Ministerios de Transporte y Obras Públicas).

Este conteo se realiza mediante observaciones visuales en la carretera que nos permitirá conocer el volumen del tránsito que circula en ella.

3.15 Volumen y Carga de Tráfico

Es el factor más importante e influyente que afecta e influye en el rendimiento del pavimento flexible. El rendimiento del pavimento flexible se ve afectado e influenciado principalmente por el volumen de tránsito de la carga de tráfico y el número de repeticiones de carga de vehículos pesados.

Para este tipo de estudio se obtuvo un volumen de tráfico vehicular manual durante 9 horas diarias de 7 días consecutivos, el cual se realizó desde el día 29 de diciembre del 2020 hasta el día 4 de enero del 2021 y además adquirir datos consistentes del tráfico existente que circula por la vía. Los resultados se presentan en los anexos 32 y 33 de la presente tesis.

Para realizar el conteo del volumen del tráfico vehicular se dispuso a realizar en 2 estaciones, en la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, con personal correctamente preparado para estas actividades, se registraron los vehículos que viajan desde el cantón Santa Elena hacia el cantón La Libertad y viceversa. Los datos se registraron en formularios basados a la clasificación general de los vehículos, de manera que se acentuó el número de paso de los vehículos frente al delegado, distribuyendo en sus diversas categorías en periodos definido.

El volumen del tránsito que circula en una vía varía según días ordinarios, horas pico, fines de semana, días libres y otros parámetros que influyen en el incremento o disminución del volumen del tránsito, por lo que es recomendable realizar un estudio del tráfico largo y en distintos periodos de tiempo, con la finalidad de recopilar información más cercana a la realidad y lograr un estudio más eficaz.

3.15.1 Tránsito Promedio Diario (TPD)

Es el cálculo total del tráfico que ha circulado sobre la vía en un periodo determinado, este periodo debe ser hallado de acuerdo con días completos, es decir, 24 horas al día y durante 365 días del año, de tal forma poder clasificarla en:

Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM)

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

3.15.2 Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

Es el total de vehículos que circulan en la vía durante una semana determinada. Se calcula este valor siguiendo la ecuación:

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{D_n}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{D_c}{m}$$

Dónde:

Dn: Días normales (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes)

De: Días de semana (sábado y domingo)

m: Número de días que se realizó el conteo vehicular

3.15.3 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Para calcular el TPDA se emplea factores de variación siguiendo la siguiente expresión matemática:

$$TPDA = (TPDS_{VEH.LIV.})(Fm_{VEH.LIV.})(Fd) + (TPDS_{VEH.B-P})(Fm_{VEH.B-P})(Fd)$$

Dónde:

Fm: Factor de estacionamiento mensual

Fd: Factor de ajuste diario

TPDS: Tránsito promedio diario semanal

3.15.4 Factor de Estacionamiento Mensual (Fm)

Para hallar el valor de factor mensual, se verifica la siguiente tabla descrita a continuación:

Tabla 8

Factor mensual

FACTOR DE ESTACIONALIDAD MENSUAL PARA EL AÑO 2011	
MES	FACTO R
ENERO	1,07
FEBRERO	1,132
MARZO	1,085
ABRIL	1,093
MAYO	1,012
JUNIO	1,034
JULIO	1,982
AGOSTO	0,974
SEPTIEMBRE	0,923
OCTUBRE	0,931
NOVIEMBRE	0,953
DICIEMBRE	0,878

Nota. Tomado de (Chiquito, 2014)

3.15.5 Factor de Ajuste Diario (F_d)

Para determinar el factor de ajuste diario, se debe considerar el promedio de toda la semana, es decir, el valor de F_d se obtiene al dividir el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS) sobre el tránsito durante las 24 horas del día (TD), como se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$F_d = \frac{TPDS}{TD}$$

Dónde:

TPDS: Tránsito promedio diario semanal

TD: Tránsito durante las 24 horas del día

Luego de haber obtenido los valores del Tránsito promedio diario semanal (TPDS) y los valores de los factores de ajuste diario y mensual, se procede a calcular el valor del Tránsito promedio diario anual actual (TPDA), que se lo obtiene siguiendo la siguiente ecuación:

$$TPDA = TPDS * F_m * F_d$$

Cabe recalcar que, para nuestro estudio, también se determinará el Esal's de diseño tal como se muestra en el Anexo 32 y 33, variable relevante para poder hallar el espesor de la carpeta asfáltica que se debe usar para los tramos de vía Calle Cuarta y Av. Francisco Pizarro, tomando como referencia la tabla 17.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Estudio preliminar

Por medio del presente trabajo, se pondrá en conocimiento los respectivos resultados alcanzados utilizando el método PAVER, determinando el índice de condición del pavimento “PCI”, el cual fue elegido para poder evaluar y determinar las fallas que presentan en la vía comprendida entre la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta, ubicado en el Cantón Santa Elena - Provincia de Santa Elena.

4.2 Caso de la Investigación

4.2.1 Descripción General

Para el estudio de la vía, se la procedió a dividir en 2 tramos, el primer tramo de nuestro estudio se encuentra ubicado en la Av. Francisco Pizarro considerando que el ancho de vía es diferente a la del segundo tramo, esto se debe a que la vía conecta la Terminal Terrestre de Santa Elena “SUMPA”. Se visualizó que la carretera está formada por 4 carriles, obteniendo un ancho de calzada de dos carriles de 11,1 m, con separación de parterres, que hace de la vía con mejor estética. El trazado de nuestro tramo de estudio, se lo puede evidenciar mediante la Figura 1.

Asimismo, el segundo tramo que comprende la calle Cuarta, teniendo un ancho de vía de 7.3 metros, dividida con un ancho de 3.65 metros por carril, cuya longitud va desde la curva que se conecta con la Av. Francisco Pizarro hasta el semáforo de la vía Ballenita. En este tramo se pudo observar que no existen aceras ni bordillos, además mediante el estudio de campo se evidenció que no existen rompe velocidades y que la carretera no cuenta con señales de tránsito adecuados como medida de seguridad ante accidentes que pueden ocurrir a luz del día.

A continuación, se describe el área a estudiar.

Tabla 9

Características de la vía

Tramo	Ancho de la calzada (m)	Sentido de la vía	Número de carriles	Berma	Cunetas
Avenida Francisco Pizarro	11.1	Doble vía	4	si	no
Calle Cuarta	7.3	Doble vía	2	no	no

Nota. Características geométricas de la Av. Francisco Pizarro y calle Cuarta.

4.2.2 Punto de Coordenadas

✓ Av. Francisco Pizarro

Su referencia es el Vía que conecta al Comisariato de Ballenita con el malecón de Ballenita.

Tabla 10

Coordenadas de la Av. Francisco Pizarro

Coordenadas	Punto Inicial	Punto Final
Este	514178.449	514581.694
Norte	9756045.47	9755448.585
Altitud	29m	23m

✓ Calle Cuarta

Como punto de referencia se puede ubicar el semáforo que termina con la Av. Leopoldo López.

Tabla 11*Coordenadas de la Calle Cuarta*

Coordenadas	Punto de Inicio	Punto Final
Este	513939.753	514178.449
Norte	9756234.182	9756045.47
Altitud	23m	13m

4.3 Variaciones Climáticas

Las temperaturas en las costas ecuatorianas están comprendidas entre un 16.2° como temperatura mínima en épocas frías y un 31,7° en temperaturas calientes. Hay que considerar que las variaciones climáticas son parámetros que muchas veces influyen en el deterioro del pavimento. Se considera que el exceso de precipitaciones son precursores del daño en la estructura del firme. Otro factor para considerar son las elevadas temperaturas que se puedan registrar en el día a día, ya que, esta ocasiona variaciones en la elasticidad del firme lo que produce presencias de fallas.

4.4 Método PAVER

El método PAVER fue desarrollado por un grupo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos en el año 1968, cuyo objetivo era desarrollar un método práctico y eficaz que sirva para evaluar la condición estructural del pavimento.

Este método se basa en determinar el Índice de condición del pavimento o también conocido por sus siglas como “PCI”. Para ello, se deben considerar ciertos aspectos para poder obtener resultados satisfactorios usando este método:

- ✓ Se debe levantar información de la vía, tomando en cuenta si la misma es congestionada por el tráfico vehicular y su serviciabilidad es óptima para la funcionalidad de esta.
- ✓ Identificar y determinar las unidades de muestras, para que la persona que evalúe la vía usando este método pueda encontrar sin ningún problema cada área de la Unidad de muestreo, y a su vez facilitar información para

poder determinar el tipo de falla junto a su severidad que se encuentra localizada dentro del área de estudio.

- ✓ Siguiendo los parámetros establecidos en la norma ASTM 6433-03, nos señala que el área de las unidades de muestra para pavimentos asfálticos deberá estar comprendido en un rango de $230 \pm 90 \text{ m}^2$

4.5 Procedimiento Tramo 1

Nuestro trabajo de titulación se dividió en 2 tramos, ya que el ancho de la calzada para el tramo 1 es diferente al tramo 2.

Número total de unidades de muestra para el tramo 1:

Datos para el respectivo cálculo:

- ✓ Longitud total de la vía (Av. Francisco Pizarro): 672 m.
- ✓ Ancho de calzada: 11.1 m
- ✓ Longitud de la Unidad de muestra: 28 m

Según el ancho de vía, se procede a determinar la longitud de Unidad de muestra, que siguiendo con la Tabla 6, la longitud sería de 31,5 m. Pero debido a que el resultado obtenido por área de unidad de muestra sale mayor al rango establecido por la norma ASTM 6433-03, se procede a bajar la longitud de unidad de muestra a 28m, obteniendo como área 310 m^2 , cumpliendo así con lo estipulado en la Norma ASTM D 6433-03.

$$N = \frac{\textit{Longitud de vía}}{\textit{Longitud de muestra}}$$

$$N = \frac{672 \text{ m}}{28 \text{ m}}$$

$$N = 24$$

Siendo **N = 24 unidades de muestras**

Luego de delimitar las unidades de muestras, se marcó con pintura de color azul a cada 28 metros por longitud de cada unidad de muestra en el tramo de la vía comprendida para la Av. Francisco Pizarro.

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

$$n = \frac{24 x (10)^2}{\left(\left(\frac{5^2}{4}\right)(24 - 1)\right) + (10)^2}$$

$$n = 9.84$$

Siendo $n = 10$ unidades de muestra a inspeccionar y posteriormente su evaluación.

4.6 Intervalos de Unidad de muestra

Se procede a determinar los intervalos de unidades de muestra y posteriormente garantizar resultados reales. Por consiguiente, se aplica la siguiente ecuación:

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

$$i = \frac{24}{10}$$

$$i = 2.4$$

Siendo $i = 2$, intervalo de una unidad de muestra por cada inspección.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidenció que, por cada 2 unidades de muestra, se va a evaluar una. Esto se refiere que si se escoge la Unidad de muestra 2 (U2), la próxima muestra a ser evaluada será la (U4), (U6) y así sucesivamente.

Posteriormente se detalla la evaluación por cada unidad de muestra en el tramo 2 de la vía ubicado en la Av. Francisco Pizarro del Cantón Santa Elena, mediante una

evaluación in situ de la vía, junto con la descripción de cada tipo de falla y su nivel de severidad. Además de ello, de acuerdo al tipo de falla que se presente en el área a estudiar se la clasificará por su unidad de medida sea este en metros lineales, metros cuadrados, por unidad, etc.

4.7 Resultados del Tramo 1 Carril Izquierdo.

UNIDAD DE MUESTRA 6

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U6), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+140 hasta la abscisa final 0+168.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontraron fallas como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $3.96 m^2$, fisuras longitudinales que se extendió por 24 metros y la falla hueca. Las fallas con severidad media fue la fisura longitudinal y con severidad baja la falla parcheo.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 32.64; 0.9; 30.07; 3.25; 32.52. Posteriormente se evaluó el número de deducciones permisibles (m), considerando que el HDV_i se toma del valor de deducción máximo, para este caso fue de 32.64. A continuación, se presentan los cálculos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 32.64) = 7.69$$

Siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03 (2011), se determina:

- a. El valor de q , se expresa como todos los valores mayores a 2. Cabe destacar que, para la U6 de la Av. Francisco Pizarro, existen 4 valores mayores a 2, que estarán ubicados de manera descendente, una vez ubicado se sumarán para poder obtener el VDT por fila.

- b. Luego se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales y se repite el proceso hasta que q tome el valor de 1, tal como se indica en el Anexo 4.
- c. Se procede a encontrar el CDV por cada valor deducido total, tomando en cuenta que estos valores se determinan de la intersección del VDT y el valor de q , tal como se visualiza en la Figura 40. Para el caso de la unidad de muestra 2 el valor máximo de CDV es de 61.88.
- d. Para el cálculo del PCI, se procede a restar 100 menos el valor de deducción corregido, obteniendo un PCI de 38.12, que, siguiendo la escala de graduación del PCI, denota el pavimento como “Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 8

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U8), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+196 hasta la abscisa final 0+224.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $22.83 m^2$. También se presentaron fallas clasificadas con severidad media como fisuras longitudinales y los huecos que son evaluados por unidad.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 57.30; 8.81; 31.40.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 4.92, siendo mayor al valor de q de 3, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 64.49.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U8

fue de 64.49, dando como resultado final un valor de 35.51, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 10

Se delimitó la Unidad de muestra como (U10), cuya área de estudio es de 310.8 m^2 . La abscisa inicial es de 0+252 hasta la abscisa final 0+280.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de 4.4 m^2 , además se encontró 3 baches en la sección estudiada. También se presentaron fisuras longitudinales dentro del área estudiada cuya severidad se clasificó como Media y su longitud fue de 22.4 m .

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 34.16; 14.62; 51.13.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 5.49, siendo mayor al valor de q de 3, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 62.83.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U10 fue de 62.83, dando como resultado final un valor de 37.17, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 12

Para la unidad de muestra 14, se obtuvo un área de estudio de 310.8 m^2 . La abscisa inicial es de 0+308 hasta la abscisa final 0+336.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de 2.162 m^2 , además de encontrar fallas como fisuras

longitudinales con extensión de 25.75 m. También se clasificó las fisuras longitudinales con severidad media cuya medida fue de 5.89 m y una falla conocida como Hueco o bache.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 25.90; 31.29; 4.38; 14.16.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 7.31, siendo mayor al valor de q de 4, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 46.51.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U12 fue de 46.51, dando como resultado final un valor de 53.49, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Regular”.

UNIDAD DE MUESTRA 14

Se delimitó la Unidad de muestra como (U14), cuya área de estudio es de 310.8 m². La abscisa inicial es de 0+364 hasta la abscisa final 0+392.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de 27.65 m², además se encontraron 3 fallas conocidas como Hueco o Bache, clasificadas por unidad. Dentro del tramo de la vía, se encontraron fisuras longitudinales clasificadas como severidad media y cuya extensión fue de 2.25 m.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 59.84; 1.74; 51.13.

Para esta unidad de muestra el valor de m fue de 4.69, siendo mayor al valor de q de 2, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 77.36.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U14 fue de 77.36, dando como resultado final un valor de 22.64, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Muy Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 16

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U16), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+420 hasta la abscisa final 0+448.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $10 m^2$. Dentro del tramo de la vía, se encontraron fisuras longitudinales clasificadas como severidad media y cuya extensión fue de $14.1 m$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 46.34; 10.44.

Para esta unidad de muestra el valor de m fue de 5.93, siendo mayor al valor de q de 2, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 48.34.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U16 fue de 48.34, dando como resultado final un valor de 51.66, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Regular”.

UNIDAD DE MUESTRA 18

La unidad de muestra 18, su área de estudio fue de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+476 hasta la abscisa final 0+504.

Las fallas estructurales encontradas y clasificadas se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontraron fallas como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $6.40 m^2$. Las fallas clasificadas por severidad media fueron el

agrietamiento por bloque con área de 3.45 m^2 y fisura longitudinal cuya extensión fue de 5 m . También se visualizaron fallas con severidad baja en los bordes de la vía por lo que se tuvo que evaluar como falla de grietas de bordes y pequeñas fisuras longitudinales.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 40.38; 2.15; 1.20; 4.38; 2.25.

Para esta unidad de muestra el valor de m fue de 6.48, siendo mayor al valor de q de 4, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 47.58.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U18 fue de 47.58, dando como resultado final un valor de 52.42, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como "Regular".

UNIDAD DE MUESTRA 20

Para la unidad de muestra 20, se tomó un área de 310.8 m^2 . La abscisa inicial es de 0+532 hasta la abscisa final 0+560.

Las fallas estructurales encontradas en la estructura se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontraron fallas como Piel de Cocodrilo dentro de un área de 12.21 m^2 , fisuras longitudinales que se extendieron a lo largo del pavimento con 20.14 metros. La falla clasificada por severidad media fue la fisura longitudinal con 14.14 m de extensión. Además, la única falla con severidad baja fue la patología denominada como Ahuellamiento con 0.48 m^2 .

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 49.03, 26.80, 10.47. El valor que toma m es de 5.68, siendo mayor al valor de q , por lo que, el valor que tomará q serán todos los valores de deducción, tal como se indica en los anexos.

El valor de CDV máximo para esta unidad de muestra fue de 56.48. Para determinar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U20 fue de 56.48, dando como resultado final un valor de 43.52, calificando el pavimento como “Regular”.

UNIDAD DE MUESTRA 22

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U22) para carril derecho, con área de estudio de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+588 hasta la abscisa final 0+616.

Las fallas estructurales encontradas en esta unidad de muestra que alteran la estructura del pavimento de acuerdo a su grado de afectación severo fueron las fallas piel de cocodrilo, agrietamientos en bloques y con mediana severidad se presentaron fisuras longitudinales y transversales.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 39.32; 40.15; 41.74; 38.86; 38.03. Posteriormente se procede a calcular el valor de m cuyo resultado fue de 7.24. Siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03 (2011) inciso 9.5.4 el número de valores deducidos ($q = 5$) es menor al valor número máximo de valores deducidos m , por lo que todos los valores deducidos tendrán que ser usados.

Luego de reducir los valores menores a 2, se determina el valor de CDV que de todos los datos se escogerá el valor máximo, tomando el valor de 41.74.

Finalmente, el valor del Índice de Condición del Pavimento, se lo obtiene de la resta de 100 menos el valor de CDV, cuyo resultado para esta U22 fue de 58.26, que según la escala de graduación califica el pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 24

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U24), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+644 hasta la abscisa final 0+672.

La falla estructural más notoria fue la patología piel de cocodrilo con área de $58.9 m^2$, seguida de la falla agrietamiento en bloque cuya extensión fue de $10.2 m^2$.

Las fisuras longitudinales también se presentaron con severidad alta y media; la severidad alta se extendió por 4.3 metros y la severidad media con menor incidencia en la estructura por 9.5 metros.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 69.44, 15.06, 9.51, 7.04. Posteriormente se evaluó el número de deducciones permisibles (m), considerando que el HDV_i se toma del valor de deducción máximo, para este caso fue de 69.44. A continuación, se presentan los cálculos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 69.44) = 3.81$$

Siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03 (2011), se determina:

- a. El valor de q , se expresa como todos los valores mayores a 2. Cabe destacar que para la U24 de la Av. Francisco Pizarro – Carril derecho, existen 4 valores mayores a 2, pero como valores de deducción máximo se corregirán sólo 3.81 valores, que estarán ubicados de manera descendente, una vez ubicado se sumarán para poder obtener el VDT por fila.
- b. Luego se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales y se repite el proceso hasta que q tome el valor de 1, tal como se indica en el Anexo 22.
- c. Se procede a encontrar el CDV por cada valor deducido total, tomando en cuenta que estos valores se determinan de la intersección del VDT y el valor de q , tal como se visualiza en la Figura 40. Para el caso de la unidad de muestra 2 el valor máximo de CDV es de 75.44.
- d. Para el cálculo del PCI, se procede a restar 100 menos el valor de deducción corregido, obteniendo un PCI de 24.56, que, siguiendo la escala de graduación del PCI, denota el pavimento como “Muy Malo”.

4.8 Resultados Tramo 2 Carril Derecho.

UNIDAD DE MUESTRA 6

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U6), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+140 hasta la abscisa final 0+148.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $8.8 m^2$. También se presentó falla conocida como Parche clasificada como severidad media y cuya área fue de $14 m^2$ y además se presentaron fallas con severidad baja como fisuras longitudinales.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 44.57; 1.52; 21.25. Posteriormente se evaluó el número de deducciones permisibles (m), considerando que el HDV_i se toma del valor de deducción máximo, para este caso fue de 44.57. A continuación, se presentan los cálculos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 44.57) = 6.09$$

Siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03 (2011), se determina:

- a. El valor de q , se expresa como todos los valores mayores a 2. Cabe destacar que para la U6 de la Av. Francisco Pizarro – Carril derecho, existen 2 valores mayores a 2, una vez ubicado de manera descendente se sumarán para poder obtener el VDT por fila.
- b. Luego se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales y se repite el proceso hasta que q tome el valor de 1, tal como se indica en el Anexo 5.

- c. Se procede a encontrar el CDV por cada valor deducido total, tomando en cuenta que estos valores se determinan de la intersección del VDT y el valor de q , tal como se visualiza en la Figura 40. Para el caso de la unidad de muestra 2 el valor máximo de CDV es de 49.14.
- d. Para el cálculo del PCI, se procede a restar 100 menos el valor de deducción corregido, obteniendo un PCI de 50.86, que, siguiendo la escala de graduación del PCI, denota el pavimento como “Regular”.

UNIDAD DE MUESTRA 8

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U8), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+196 hasta la abscisa final 0+224.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla denominada como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $7.7 m^2$. También se presentaron fallas clasificadas con severidad media como el parcheo con área de $38.7 m^2$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 42.67; 33.83.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 6.27, siendo mayor al valor de q de 2, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 55.55.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U8 fue de 55.55, dando como resultado final un valor de 44.45, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Regular”.

UNIDAD DE MUESTRA 10

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U10), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+252 hasta la abscisa final 0+280.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontraron fallas como Piel de cocodrilo con área de $1 m^2$ y Parches en gran parte de la sección estudiada cuya área alcanzó los $23.46 m^2$. También se presentaron fallas clasificadas con severidad media, como hueco y parche con área de $9.76 m^2$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 18.84; 45.38; 17.78; 14.16.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 6.02, siendo mayor al valor de q de 4, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 54.7.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U10 fue de 54.7, dando como resultado final un valor de 45.3, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Regular”.

UNIDAD DE MUESTRA 12

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U12), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+308 hasta la abscisa final 0+336.

Las fallas estructurales encontradas en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontraron fisuras longitudinales cuya extensión fue de $25.5 m$, además se evaluaron fallas clasificadas por severidad media como el Parcheo en la vía con área de $6.25 m^2$, junto a una grieta parabólica con área de $6.48 m^2$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 30.46; 14.33; 19.78.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 7.39, siendo mayor al valor de q de 3, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 40.97.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U12 fue de 40.97, dando como resultado final un valor de 59.03, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 14

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U14), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+364 hasta la abscisa final 0+392.

Las fallas estructurales que se presentaron en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad alta, se encontró la falla Hueco o Bache registrada como Unidad. También se visualizaron fallas como fisuras longitudinales con severidad media de 11.27 m .

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 8.35; 32.52.

En esta unidad de muestra el valor de m fue de 7.20, siendo mayor al valor de q de 2, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 34.52.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U14 fue de 34.52 dando como resultado final un valor de 65.48, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 16

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U16), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+420 hasta la abscisa final 0+448.

Las fallas estructurales que se presentaron en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad media, se encontraron fallas como Piel de Cocodrilo cuya área fue de $5.2 m^2$, fallas como fisuras longitudinales cuya extensión fue de $19.08 m$ y falla denominada como Hueco o Bache registrada por Unidad. También se visualizaron fallas como fisuras longitudinales con severidad baja con medida de $8.15 m$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 13.18; 1.28; 14.16; 26.15.

Para esta unidad de muestra el valor de m fue de 7.78, siendo mayor al valor de q de 3, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 34.34.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U16 fue de 34.34, dando como resultado final un valor de 65.66, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 18

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U18), cuya área de estudio fue de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+476 hasta la abscisa final 0+504.

Las fallas estructurales que se presentaron en la vía, se describen a continuación: Clasificadas con severidad media, se encontraron fallas como Parcheo cuya área fue de $21 m^2$, fallas como fisuras longitudinales cuya extensión fue de $4.15 m$ y grieta de borde con $1.38 m$. También se visualizaron fallas como fisuras longitudinales con severidad baja con medida de $10.85 m$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 4.06; 3.15; 1.03; 26.04.

Para esta unidad de muestra el valor de m fue de 7.79, siendo mayor al valor de q de 3, por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 31.07.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U18 fue de 31.07, dando como resultado final un valor de 68.93, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 20

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U20), cuya área de estudio es de $310.8 m^2$. La abscisa inicial es de 0+532 hasta la abscisa final 0+560.

Las fallas estructurales encontradas y clasificadas de acuerdo a su grado de afectación fueron las siguientes: con severidad alta, se encontraron fallas como fisuras longitudinales cuya extensión fue de 0.8 m, también se encontraron fallas como ahuellamiento con área de $1.2 m^2$, huecos detallados por unidad y falla parcheo con área de $1.22 m^2$. La falla de severidad media fue la fisura longitudinal con 16.77 m de extensión. Además, la única falla con severidad baja fue la fisura longitudinal con 1.55 m de extensión.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 12.1; 12.73; 32.52; 18.53.

Para esta unidad de muestra el valor de m es de 7.20, siendo mayor al valor de q , por lo tanto, se usarán todos los valores deducidos. Luego se determina el valor de CDV máximo que fue de 42.53.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la U20 fue de 42.53, dando como resultado final un valor de 57.47, siguiendo la escala de graduación del PCI, califica el estado del pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 22

Se delimitó la Unidad de muestra cómo U22, dentro de un área de estudio de 310.8 m^2 . La abscisa inicial es de 0+588 hasta la abscisa final 0+616.

Las fallas estructurales encontradas fue la patología piel de cocodrilo, alcanzando un área de 4.97 m^2 cuya severidad se clasificó en alta, además de presentarse agrietamientos en bloques extendiéndose en un área de 8.3 m^2 . A lo largo del pavimento se presentaron fisuras longitudinales cuya severidad se clasificó en baja con 8.82 m de extensión, además se evidenciaron parches en el pavimento dentro de un área de 5.55 m^2 .

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 35.99, 7.41, 1.70, 3.96.

Se calcula el valor de m siendo el valor de 6.88. La norma (ASTM D 6433-03, 2011) menciona que si el valor de q es menor al valor de m , se usarán todos los valores deducidos. Se verifican todos los valores mayores a 2, siendo $q=3$.

Luego se determina el CDV, usando la Fig. 40, siendo el valor de deducción corregido máximo 41.69.

Finalmente, para hallar el índice de condición del pavimento, se obtiene mediante la diferencia de 100 menos el valor de deducción corregido que para la Unidad de muestra fue de 41.69, dando como resultado final un valor de 58.31, calificando el pavimento como “Bueno”.

UNIDAD DE MUESTRA 24

La unidad de muestra U24, está delimitado por área de estudio de 310.8 m^2 . La abscisa inicial es de 0+644 hasta la abscisa final 0+672.

Las fallas estructurales que se encontraron, se describen a continuación, la patología Piel de cocodrilo alcanzó un área de 4.55 m^2 clasificada con severidad alta,

y con severidad media $2.64 m^2$. Además, las fallas que más se extendió en la carpeta asfáltica y con mayor extensión en la unidad de muestra fue las fisuras longitudinales con 14.2 m siendo de mediana severidad. Otro tipo de falla presente fue los baches o huecos en la vía, ingresada como Ud.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 34.57; 0.30; 10.51; 14.16. Posteriormente se evaluó el número de deducciones permisibles (m), considerando que el HDV_i se toma del valor de deducción máximo. A continuación, se presenta los cálculos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 34.57) = 7.01$$

Siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03 (2011), se determina:

- a. El valor de q hace referencia a todos los valores mayores a 2. Cabe mencionar que para la U24 de la Av. Francisco Pizarro, existen 3 valores mayores a 2, pero el número de deducciones permisibles para esta unidad de muestra fue de 7.01.
- b. Según ASTM D 6433-03 (2011) inciso 9.5.4 menciona que sí en el estudio del pavimento se cuenta con un número deducidos menor a m , todos los valores deducidos serán usados. Los valores estarán ubicados de manera descendente para luego sumarlos y poder obtener el VDT por fila.
- c. Posteriormente se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales y se repite el proceso hasta que q tome el valor de 1, tal como se indica en el Anexo 23.
- d. Se procede a encontrar el CDV por cada valor deducido total, tomando en cuenta que estos valores se determinan de la intersección del VDT y el valor de q , tal como se visualizan en la Figura 40. Para el caso de la unidad de muestra 2 el valor máximo de CDV es de 38.87.

- e. Para el cálculo del PCI, se procede a restar 100 menos el valor de deducción corregido, obteniendo un PCI de 61.13, que, siguiendo la escala de graduación del PCI, denota el pavimento como “Bueno”.

4.9 Procedimiento Tramo 2

Para el tramo 2, se procedió a realizar los cálculos tal cual se hizo en el tramo 1 anteriormente descrito.

Número total de unidades de muestra para el tramo 2:

Datos para el respectivo cálculo:

- ✓ Longitud total de la vía (Calle Cuarta): 346.5 m.
- ✓ Ancho de calzada: 7.3 m.
- ✓ Longitud de la Unidad de muestra: 31.5 m

Según el ancho de vía, se procede a determinar la longitud de Unidad de muestra, que siguiendo con la Tabla 6, la longitud sería de 31,5 m, obteniendo como área de unidad de muestra, un valor que está comprendido dentro del rango de $230 \pm 90 \text{ m}^2$, que establece la norma.

$$N = \frac{\textit{Longitud de vía}}{\textit{Longitud de muestra}}$$

$$N = \frac{346.5 \text{ m}}{31.5 \text{ m}}$$

$$N = 11$$

Siendo **N = 11 unidades de muestras**

Luego de delimitar las unidades de muestras, se marcó con pintura de color azul a cada 40 metros por longitud de cada unidad de muestra en el tramo de la vía comprendida entre la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta.

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

$$n = \frac{11 \times (10)^2}{\left(\left(\frac{5^2}{4}\right)(11 - 1)\right) + (10)^2}$$

$$n = 6.7$$

Siendo $n = 6$ unidades de muestra a inspeccionar y posteriormente su evaluación. Se debe considerar que para elegir el número de muestreo se redondea al número entero inferior.

4.10 Intervalos de Unidad de Muestra (U1)

Se procede a determinar los intervalos de unidades de muestra y posteriormente garantizar resultados reales. Por consiguiente, se aplica la siguiente ecuación:

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

$$i = \frac{11}{6}$$

$$i = 1.83333$$

Siendo $i = 2$, intervalo de una unidad de muestra por cada inspección.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidenció que, por cada 2 unidades de muestra, se va a evaluar una. Esto se refiere que si se escoge la Unidad de muestra 1 (U1), la próxima muestra a ser evaluada será la (U3), y así sucesivamente.

Posteriormente se detalla la evaluación por cada unidad de muestra en el tramo 2 de la vía, mediante inspección visual, junto con la descripción de cada tipo de falla junto a su nivel de severidad. Además de ello, de acuerdo con el tipo de falla que se presente en el área a estudiar se la clasificará por su unidad de medida sea este, en metros lineales, metros cuadrados, por unidad, etc.

Por ello, se efectuó todo el levantamiento de información con su respectiva evaluación en el tramo 2 comprendido en la Calle Cuarta.

4.11 Resultados Tramo 2

UNIDAD DE MUESTRA 1

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U1), cuya área de estudio es de $229.95 m^2$. La abscisa inicial es de 0+672 hasta la abscisa final 0+703.5.

Es necesario saber identificar todas las fallas que se originan en la estructura del pavimento asfáltico, ya que, de una u otra manera alteran la serviciabilidad de la vía. Dentro del área de muestra 11 se presentó la falla piel de cocodrilo que, de acuerdo a su severidad, alcanzó un área de $10.01 m^2$ la severidad alta y la severidad media se extendió $1.64 m^2$. Las fisuras longitudinales se extendieron $16.34 m$, y se visualizaron otros tipos de fallas como parches, desnivel de calzada y hombrillo y desprendimientos de agregados en la parte final del tramo con área de $14.38 m^2$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 50.34; 18.58; 9.08; 5.65; 14.47; 54.60; 14.81. Una vez determinado el valor de deducción total, se calcula el valor de deducción permisible siendo m 5.17.

Luego se reduce a 2 el valor de números deducidos individuales y repetir el proceso hasta que tome el valor de 1, se suma por fila obteniendo un valor de VDT, que luego se interseca con el valor de q que para esta unidad de muestra es de 5, tomando un valor de CDV máximo de 77.14.

Después de obtener el valor de CDV de 77.14 se resta menos 100, adquiriendo un valor de PCI de 22.86, denominando el pavimento como “Muy Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 3

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U3), cuya área de estudio es de $229.95 m^2$. La abscisa inicial es de 0+735 hasta la abscisa final 0+766,5.

La falla predominante en la unidad de muestra tres, fue la falla piel de cocodrilo clasificada mediante su grado de afectación que causó dentro del área de muestra, la severidad alta se extendió $66.54 m^2$ y la severidad media $3.46 m^2$. También se presentaron fallas como fisuras longitudinales cuyos deterioros se extendieron 5.03 metros, además de presentar parcheo en la vía.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 75.23; 25.16; 5.04; 6.71; 18.19. Una vez determinado el valor de deducción total, se calcula el valor deducción permisible siendo m 3.27.

Luego se reduce a 2 el valor de números deducidos individuales y repetir el proceso hasta que tome el valor de 1, se suma por fila obteniendo un valor de VDT, que luego se interseca con el valor de q que para esta unidad de muestra es de 5, tomando un valor de CDV máximo de 79.23.

Después de obtener el valor de CDV de 79.23, se resta menos 100, adquiriendo un valor de PCI de 20.77, denominando el pavimento como “Muy Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 5

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U5), cuya área de estudio es de $229.95 m^2$. La abscisa inicial es de 0+798 hasta la abscisa final 0+829.5.

La falla estructural Piel de cocodrilo se clasificó de acuerdo a su grado de afectación, la severidad alta se extendió $45.76 m^2$ y la severidad media $12.74 m^2$. Seguida la falla agrietamiento en bloque, abarcando un área de $3.70 m^2$. En la esquina del pavimento se presentaron grietas de borde, junto con fisuras transversales. También se presentaron fallas que no alteran el área de muestra como parcheo y huecos leves en la estructura.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 70.31; 39.03; 4.20; 2.75; 0.12; 11.49; 18.19. Además, se calculó el valor de deducción permisible alcanzando un m de 3.73.

Luego se reduce a 2 el valor de números deducidos individuales y repetir el proceso hasta que tome el valor de 1, se suma por fila obteniendo un valor de VDT, que luego se interseca con el valor de q que para esta unidad de muestra es de 6, tomando un valor de CDV máximo de 78.24.

Después de obtener el valor de CDV de 78.24, se resta menos 100, adquiriendo un valor de PCI de 21.76, denominando el pavimento como “Muy Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 7

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U7), cuya área de estudio es de $229.95 m^2$. La abscisa inicial es de 0+861 hasta la abscisa final 0+892.5.

La falla estructural que predominó en el área fueron fisuras longitudinales y transversales extendiéndose 12.3 metros en la vía. También la falla piel de cocodrilo tuvo incidencias que han causado deterioros en la estructura, clasificando su severidad como alto y medio, tomando la severidad alta el valor de $8 m^2$ y el nivel medio el valor de $10.30 m^2$. Además, se visualizó fallas como huecos y parches en la vía.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 47.32; 36.75; 4.65; 4.58; 7.18; 18.19. Del mismo modo, se procedió al cálculo de m que tomó el valor de 5.84.

Luego se reduce a 2 el valor de números deducidos individuales y repetir el proceso hasta que tome el valor de 1, se suma por fila obteniendo un valor de VDT, que luego se interseca con el valor de q , siguiendo la Figura 40, que para esta unidad de muestra es de 6, tomando un valor de CDV máximo de 67.13.

Después de obtener el valor de CDV de 67.13, se resta menos 100, adquiriendo un valor de PCI de 32.87, denominando el pavimento como “Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 9

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U9), cuya área de estudio es de $229.95 m^2$. La abscisa inicial es de 0+924 hasta la abscisa final 0+955,5.

La falla estructural con mayor reiteración que se presentó dentro del área de la unidad de muestra 3, fue la falla del Parcheo, cuya extensión abarca los $12.85 m^2$, seguida la falla Piel de cocodrilo clasificada de acuerdo a su grado de afectación, la severidad media ocupó un área de $8.29 m^2$ y la severidad alta alcanzó un área de $7.98 m^2$. Del mismo modo, se pudo visualizar otros tipos de fallas con menor prolongación dentro del área de muestra, como fisuras longitudinales extendiéndose 3.14 metros lineales a lo largo de la vía, además de presentarse fallas estructurales en la vía como Huecos y la falla de desprendimiento de agregados abarcando un área de $6.7 m^2$.

Se determinó los valores deducidos para cada falla, los cuales se mencionan a continuación: 47.32; 34.39; 3.21; 10.96; 18.19; 2.66. Luego se procedió a calcular el valor de m que fue de 5.84, considerando que el menor valor de deducción se multiplica por la parte fraccionaria del valor de m .

Usando la gráfica 40, se determina el valor de deducción corregido máximo intersecando el valor de deducción por el valor de q , para luego poder restar menos 100, obteniendo un valor del PCI de 34.05, calificando el estado del pavimento como “Malo”.

UNIDAD DE MUESTRA 11

Se delimitó la Unidad de muestra cómo (U11), cuya área de estudio es de $229.95 m^2$. El comienzo de la U1 está localizado en el semáforo de la Calle Cuarta, con abscisa inicial de 0+987 hasta la abscisa final 1+018,5.

Según los resultados obtenidos mediante el uso del método Paver (1980), se comprobó que la falla más predominante en la calzada es la falla conocida como Piel de cocodrilo clasificándola con una severidad alta, así también el deterioro que se presentó con mayor continuidad son las grietas longitudinales y transversales a lo largo de la Unidad de muestra 1. Pasando los 25 metros se presentaron deterioros con modalidad de media a baja como la patología de desprendimiento de agregados y huecos en estructura del pavimento.

Este tramo de vía de muestra U11, la severidad que se encontró en los 6 tipos de fallas fueron:

- ✓ Alta (H): Una severidad alta de $48.83 m^2$ para el tipo de falla de piel de cocodrilo; se visualizó la falla de agregados pulidos arrojando un total de $3.81 m^2$.
- ✓ Media (M): Severidad media con $10.69 m^2$ para piel de cocodrilo; área de $4.98 m^2$ para la falla denominada como grietas en bloque; 8.96 metros lineales para las fisuras longitudinales y transversales; se evidenció una falla denominada Hueco cuya severidad fue clasificada como media presentándose 1 Ud.
- ✓ Baja (L): La severidad baja con $16.48 m^2$ para piel de cocodrilo; $2.94 m^2$ para grieta en bloque; 6.06 metros lineales para las fisuras longitudinales y transversales; la falla de desprendimiento de agregados con un área de $1.36 m^2$.

Luego, se determinó los valores deducidos que para la unidad de muestra once fueron los siguientes: 60.48; 37.16; 29.34; 6.21; 0.36; 8.97; 1.32; 0; 18.19; 1.58. Posteriormente se evaluó el número de deducciones permisibles (m), considerando que el HDV_i se toma del valor de deducción máximo. A continuación, se presenta los cálculos:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$$
$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 60.48) = 4.63$$

Siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03 (2011), se determina:

- a. El valor de q , siendo todos los valores mayores a 2. Cabe mencionar que para la U11 de la Calle Cuarta existen 6 valores mayores a 2, pero como máximo se corregirán sólo 4 valores, que estarán ubicados de manera descendente, una vez ubicado se sumarán para poder obtener el VDT.

- b. Luego se reduce a 2 el menor de los valores deducidos individuales y se repite el proceso hasta que q tome el valor de 1, tal como se indica en el Anexo 29.
- c. Se procede a encontrar el CDV por cada valor deducido total, tomando en cuenta que estos valores se determinan de la intersección del VDT y el valor de q , usando la Figura 39. Para el caso de la unidad de muestra 2 el valor máximo de CDV es de 77.74.
- d. Para el cálculo del PCI, se procede a restar 100 menos el valor de deducción corregido, obteniendo un PCI de 22.26, que, siguiendo la escala de graduación del PCI, denota el pavimento como “Muy Malo”.

4.12 Cuadro de Resultados Tramo 1 y Tramo 2

Mediante los valores obtenidos de acuerdo a la evaluación en campo, se realizó el cálculo del PCI, siguiendo los parámetros de la norma ASTM D 6433-03. Para ello, se comenzó por determinar el cálculo de las densidades para cada falla de la unidad de muestra a estudiar, luego se procedió al uso de ábacos para calcular el valor deducido (VD), clasificando cada falla de acuerdo a su grado de afectación, obteniendo un valor deducido total, de tal modo, que se pueda determinar el valor deducido corregido (CDV), intersecando el valor deducido total con el número de valores deducidos mayores a 2, para de esta manera poder hallar el cálculo del PCI del tramo de la vía.

Para el tramo 1 con sentido “CARRIL IZQUIERDO”, se presentan los resultados alcanzados para la Av. Francisco Pizarro, ubicada en el Cantón Santa Elena – Provincia de Santa Elena.

Tabla 12

PCI - Av. Francisco Pizarro "Carril Izquierdo"

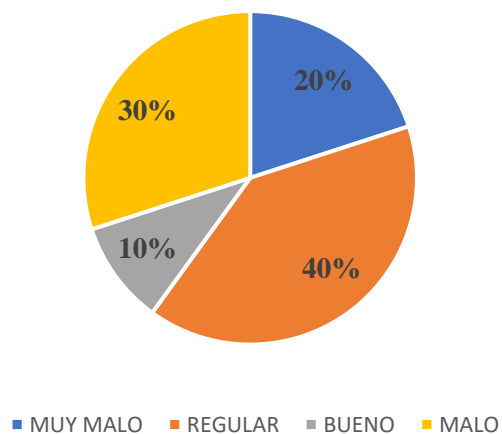
MÉTODO PAVER - PCI NORMA "ASTM D 6433-03"

UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA		CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
	INICIAL	FINAL		
U6	0+140	0+168	38,12	MALO
U8	0+196	0+224	35,51	MALO
U10	0+252	0+280	37,17	MALO
U12	0+308	0+336	53,49	REGULAR
U14	0+364	0+392	22,64	MUY MALO
U16	0+420	0+448	51,66	REGULAR
U18	0+476	0+504	52,42	REGULAR
U20	0+532	0+560	43,52	REGULAR
U22	0+588	0+616	58,26	BUENO
U24	0+644	0+672	24,56	MUY MALO
PCI TOTAL			41.74	REGULAR

Figura 41

Av. Francisco Pizarro – Carril Izquierdo

ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO



Del mismo modo, pero “CARRIL DERECHO”, que pertenece a la Av. Francisco Pizarro, se presentan los resultados alcanzados mediante la evaluación en la vía:

Tabla 13

PCI - Av. Francisco Pizarro "Derecho"

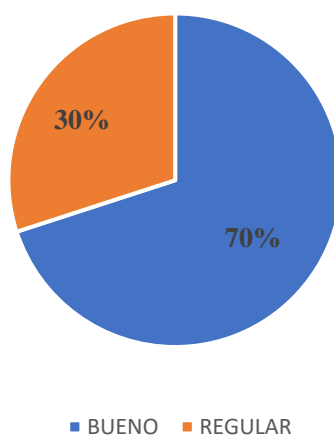
MÉTODO PAVER - PCI NORMA "ASTM 6433-03"

UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA		CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
	INICIAL	FINAL		
U2	0+140	0+168	50,86	REGULAR
U4	0+196	0+224	44,45	REGULAR
U6	0+252	0+280	45,30	REGULAR
U8	0+308	0+336	59,03	BUENO
U10	0+364	0+392	65,48	BUENO
U12	0+420	0+448	65,66	BUENO
U14	0+476	0+504	68,93	BUENO
U16	0+532	0+560	57,47	BUENO
U18	0+588	0+616	58,31	BUENO
U20	0+644	0+672	61,13	BUENO
PCI TOTAL			57,66	BUENO

Figura 42

Av. Francisco Pizarro - Carril Derecho

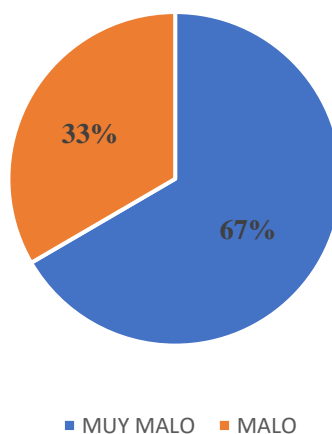
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO



A continuación, se presenta un cuadro de resultados obtenidos en el estudio de la Calle Cuarta:

Tabla 14*PCI - Calle Cuarta*

MÉTODO PAVER - PCI NORMA "ASTM D 6433-03"				
UNIDAD DE MUESTRA	ABSCISA		CALIFICACIÓN	CONDICIÓN DEL PAVIMENTO
	INICIAL	FINAL		
U1	0+672	0+703,5	22,86	MUY MALO
U3	0+735	0+766,5	20,77	MUY MALO
U5	0+798	0+829,5	21,76	MUY MALO
U7	0+861	0+892,5	32,87	MALO
U9	0+924	0+955,5	34,05	MALO
U11	0+987	1+018,5	22,26	MUY MALO
PCI TOTAL			25,8	MALO

Figura 43*Estado actual del pavimento***ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO****4.13 Volumen de Tránsito - Calle Cuarta**

Para poder determinar el TPDA, se optó la metodología del conteo vehicular manual, de tal modo, se realizó durante una semana completa correspondiente desde el 29 de diciembre del 2020 al 4 de enero del 2021, detallando los resultados en la tabla 15.

Tabla 15*Conteo del tránsito*

FECHA	DIAS DE LA SEMANA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H (TDd)
29/12/2020	MARTES	9339
30/12/2020	MIERCOLES	9434
31/12/2020	JUEVES	10582
1/1/2021	VIERNES	9551
2/1/2021	SABADO	8563
3/1/2021	DOMINGO	7589
4/1/2021	LUNES	8110
TOTAL		63168

4.13.1 Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

Se determinó los resultados para el TPDS, dividiendo el total del tránsito circulado en la vía sobre los días que contiene una semana.

Tabla 16*Cálculo del TPDS*

FECHA	DIAS DE LA SEMANA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H (TDd)
29/12/2020	MARTES	9339
30/12/2020	MIERCOLES	9434
31/12/2020	JUEVES	10582
1/1/2021	VIERNES	9551
2/1/2021	SABADO	8563
3/1/2021	DOMINGO	7589
4/1/2021	LUNES	8110
TOTAL		63168
TPDS		9024

4.13.2 Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Para poder determinar el Tráfico Promedio Diario Anual, es necesario obtener los valores del Factor Mensual, para vehículos livianos y de tránsito pesado además de hallar el Factor de ajuste diario, factores que ayudarán para poder encontrar el TPDA existente en la vía de estudio.

Tabla 17

Factor de ajuste diario

FECHA	DIAS DE LA SEMANA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H (TDd)	FACTOR DIARIO TPDS/TDd
29/12/2020	MARTES	9339	0,97
30/12/2020	MIERCOLES	9434	0,96
31/12/2020	JUEVES	10582	0,85
1/1/2021	VIERNES	9551	0,94
2/1/2021	SABADO	8563	1,05
3/1/2021	DOMINGO	7589	1,19
4/1/2021	LUNES	8110	1,11
TOTAL		63168	1,01

Cabe mencionar, que el valor para Fm será de 0.974 ya que el conteo del tráfico vehicular se lo realizó entre el mes de diciembre y enero. Después de determinar el valor del factor de ajuste diario, se puede calcular el valor del TPDA existente, como se lo adjunta en la tabla 18; arrojando un valor actual de 8885 vehículos mixtos por día en ambos sentidos.

Tabla 18

TPDA Existente

	TPDS	Fm	Fd
TPDA	9024	0,974	1,01
TPDA EXISTENTE		8885	

Además, se efectuó el cálculo del Esal's de diseño, tal como se muestra en el Anexo 31, que expresó como resultado un valor de 12056307.238, que siguiendo los parámetros establecidos en la tabla 19, se debió haber construido una carpeta de rodadura de 13 cm y no una de 6 cm, cómo se encontró al momento de realizar el ensayo de extracción de núcleo en la vía.

Tabla 19

Espesores mínimos de carpeta asfáltica, de acuerdo al nivel de tránsito en la vía.

NIVEL DE TRÁNSITO EN EJES EQUIVALENTES	ESPEJOR MÍN. DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN CM
10000	5
100000	5
1000000	7,5
10000000	10
MAYOR DE 10000000	13

4.14 Volumen de Tránsito – Av. Francisco Pizarro

El estudio del conteo de tráfico vehicular se lo realizó durante una semana corrida. Se procedió a utilizar la misma metodología para el cálculo del TPDA implementada en la Calle Cuarta. Los resultados del conteo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 20

Conteo del tránsito

FECHA	DIAS DE LA SEMANA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H (TDd)
29/12/2020	MARTES	16280
30/12/2020	MIERCOLES	19594
31/12/2020	JUEVES	20222
1/1/2021	VIERNES	10937

2/1/2021	SABADO	23156
3/1/2021	DOMINGO	19787
4/1/2021	LUNES	18067
TOTAL		128043

4.14.1 Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS)

Del mismo modo, se determinó el TPDS, dividiendo el total del tránsito que circula en la vía por los días que contiene una semana.

Tabla 21

Cálculo del TPDS

FECHA	DIAS DE LA SEMANA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H (TDd)
29/12/2020	MARTES	16280
30/12/2020	MIERCOLES	19594
31/12/2020	JUEVES	20222
1/1/2021	VIERNES	10937
2/1/2021	SABADO	23156
3/1/2021	DOMINGO	19787
4/1/2021	LUNES	18067
TOTAL		128043
TPDS		18292

4.14.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Luego de obtener el valor del TPDS, se procedió a determinar el valor correspondiente al Factor Mensual y Factor de ajuste diario, con la finalidad de poder encontrar el Tráfico Promedio Diario Anual Existente en nuestra vía de estudio.

Tabla 22*Factor de ajuste diario*

FECHA	DIAS DE LA SEMANA	CONTEO DIARIO DURANTE 24 H (TDd)	FACTOR DIARIO TPDS/TDd
29/12/2020	MARTES	16280	1,12
30/12/2020	MIERCOLES	19594	0,93
31/12/2020	JUEVES	20222	0,90
1/1/2021	VIERNES	10937	1,67
2/1/2021	SABADO	23156	0,79
3/1/2021	DOMINGO	19787	0,92
4/1/2021	LUNES	18067	1,01
TOTAL		128043	1,05

Se debe considerar que el valor que tomará el Factor mensual será de 0.974, ya que, el conteo vehicular fue realizado entre el mes de diciembre y enero. Una vez determinado tanto el valor de Fm y Fd, se procede a determinar el TPDA existente en la vía.

Tabla 23*TPDA existente*

	TPDS	Fm	Fd
TPDA	18292	0,974	1,05
TPDA EXISTENTE=		18735	

También se realizó el cálculo del Esal's de diseño como se muestra en el Anexo 31, expresando un valor de 29790105.213, que continuando con lo establecido en la tabla 24, nos hace referencia que con el valor del Esal's nuestra carpeta asfáltica debe ser de 13 cm de espesor. Gracias al ensayo de extracción de núcleo que se realizó a la Av. Francisco Pizarro se puede verificar que el espesor de la carpeta asfáltica tampoco cumple con lo recomendado en la tabla.

Tabla 24

Espesores mínimos de carpeta asfáltica, de acuerdo al nivel de tránsito en la vía.

NIVEL DE TRÁNSITO EN EJES EQUIVALENTES	ESPESOR MÍN. DE LA CARPETA ASFÁLTICA EN CM
10000	5
100000	5
1000000	7,5
10000000	10
MAYOR DE 10000000	13

Para finalizar la etapa del aforo vehicular, una vez hallado el Esal's de diseño se determinó si la vía fue diseñada para una condición de tránsito sea esta de manera ligera, mediana y pesada, tal como se adjunta en la tabla 25.

Tabla 25

Espesores de superficie de concreto asfáltico sobre bases granulares sin estabilizar.

NIVEL DEL TRÁNSITO EN EJES EQUIVALENTES	CONDICIÓN TRÁNSITO	ESPESOR MÍNIMO DE CARPETA ASFÁLTICA EN CM
HASTA 10,000	Ligero	7,5
ENTRE 10,000 y 1'000,000	Mediano	10
MAYOR DE 1'000. 000	Pesado	12,5 o más

De acuerdo, con el Esal's de diseño obtenido mediante el estudio de aforo vehicular, tanto la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta su condición de tránsito debe ser de carga Pesada y no de un tránsito ligero como está propuesta la vía.

4.15 Resultados de la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta

Durante el estudio preliminar que se realizó en la vía, se insistió en oficios dirigidos al Ministerio de Transportes y Obras Públicas para que faciliten información sobre la construcción que se realizó en la vía, además de los espesores que se usaron

para las capas que conforman la estructura del pavimento flexible y el estudio del volumen del tránsito que se debió haber realizado en la vía antes de empezar con los trabajos de construcción. Al no contar con la información solicitada, se realizaron los ensayos de extracción del núcleo del asfalto con la finalidad de poder determinar el ensayo de Gravedad Bulk, el ensayo de estabilidad Marshall ASTM D-1559 y el espesor de la carpeta de rodadura.

De acuerdo, al ensayo Extracción del núcleo del asfalto y al cálculo de Esal's de Diseño se pudo comprobar que el espesor de la carpeta asfáltica de la Calle Cuarta y Av. Francisco Pizarro no cumplen con los 13 cm recomendados por la tabla 19 y 24, pero destacando que mediante la evaluación del PCI realizada al pavimento la Av. Francisco Pizarro se encuentra en un estado Bueno y la Calle Cuarta se encuentra en un rango deteriorado.

4.16 Uso del Dron

Los drones son ampliamente percibidos como dispositivo de trabajo que se envían a los cielos para realizar impresionantes fotografías aéreas y videos de alta definición. En algunos casos se usa para el entretenimiento, y en demás aspectos durante la última década. Esto se debe al desarrollo tecnológico de drones y cada vez son más ligeros y accesibles de conseguir. Con los drones se puede lograr una resolución espacial muy alta y flexible, lo que no es posible con imágenes de satélite debido a sus órbitas fijas.

Las imágenes de ortofoto se han utilizado ampliamente para las clasificaciones de patologías que son generadas por el tráfico en un pavimento flexible; por ejemplo, el estudio realizado en la Av. Francisco Pizarro y Calle Cuarta.

Para adquirir las imágenes del área de estudio se utilizó un vehículo Aéreo No Tripulado (UAV), del fabricante DJI modelo Mavic 2 Pro Dron profesional con cámara (Figura 44). Este dron de DJI plegable y portátil posee un peso aproximado de 907 gr. y está equipada con una cámara de 20 megapíxeles (capaz de filmar a 4k/30fps), con un alcance de transmisión de video de 6km. La elección del equipo se

basó en su facilidad de uso, estabilidad de vuelo, calidad de imágenes generadas y precio considerable.

Tabla 26

Características del dron

PARÁMETROS	VALOR
<i>Altitud</i>	60m
<i>Posicionamiento</i>	GPS + GLONASS
<i>Tasa de cobertura horizontal</i>	85%
<i>Tasa de cobertura vertical</i>	85%
<i>Velocidad de vuelo</i>	15km/h
<i>Tiempo de vuelo</i>	12min
<i>Numero de fotos</i>	100
<i>Distancia de vuelo</i>	1000m

Figura 44

Drone - DJI modelo Mavic 2 Pro



4.17 Estudio de patologías con Drone

Las ortofotos nos dieron una gran facilidad de muestra del estado en el que se encuentra el pavimento y nos permitieron localizar los tramos e identificar fácilmente qué caminos estaban en peor estado, pero sí nos referimos a las grietas estas son muy pequeñas y debido a la resolución del dispositivo no se pueden identificar con claridad. Se dispuso el uso de dron para obtener una mejor apreciación del estudio en relación con el software ArcGis.

Basándonos a los datos descritos anteriormente, la falla piel de cocodrilo se encuentran en mayor cantidad en comparación con otras formas de interferencia. A partir de la ortofoto que se muestra en la Figura 45, se observó que la mayoría de las secciones que contenían este defecto presentan una condición de pavimento "regular". Esto se refleja directamente en el cálculo de PCI, ya que este es uno de los defectos más significativos debido a cuánto afecta la calidad del tráfico.

Tabla 27

Comparación entre el Uso del Drone y la Forma Tradicional

USO DEL DRONE	MODO TRADICIONAL
	
	
	

Los parches Tabla 27 son predominantes entre las interferencias georreferenciadas. Se encuentran en caminos con diferentes condiciones de pavimento, siendo más expresivos en caminos donde los tramos están en una condición que va desde “pobre” a “regular”. Los parches también son un tipo de defecto que influye en el cálculo del PCI, e incluso tienen un peso mayor que el de los baches; por tanto, se justifica su mayor presencia en tramos con peores condiciones.

Al superponer estos puntos a los caminos clasificados, según el estado del pavimento, se pudo observar que defectos como piel de cocodrilo, baches y parches cubren la mayor parte de los tramos, estando presentes en todo tipo de condiciones del pavimento.

Figura 45

Ortofoto del tramo de vía



4.18 Software ArcGIS

Para este tramo se empleó el Software ArcGIS como ayuda para el modelamiento de los resultados obtenidos visualizando los daños que se presentaron en los tramos de la vía del pavimento mediante la clasificación de colores, en el cual se pudieron detectar las grietas en el pavimento por medio de las imágenes obtenidas por el drone y también de manera tradicional.

Figura 46

Proyección del software ArcGIS

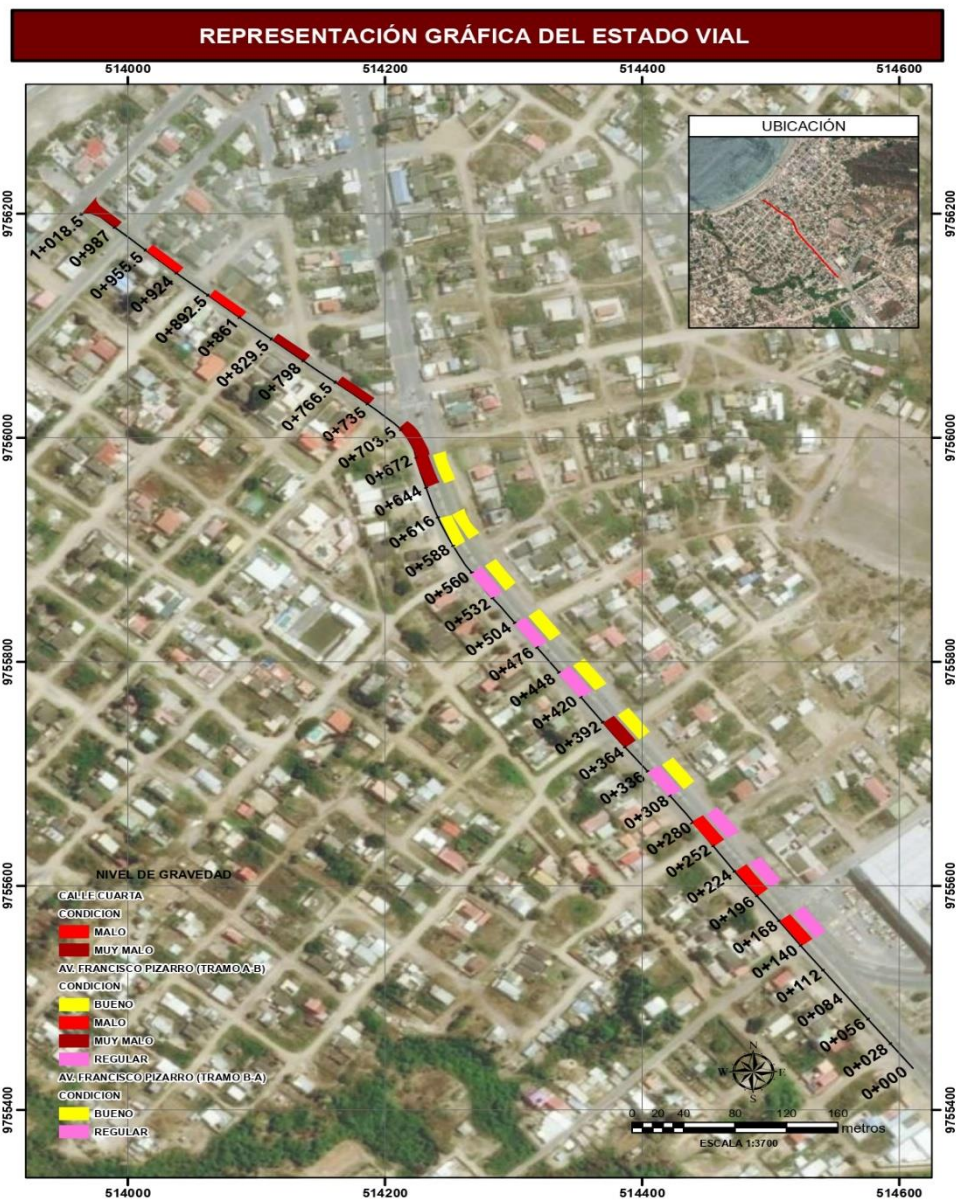


Figura 47

Proyección de los tipos de intervenciones mediante el software ArcGIS.



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se determinó diez unidades de muestra para el tramo de vía ubicado en la Av. Francisco Pizarro entre las abscisas 0+000 a 0+672 y la Calle Cuarta entre las abscisas 0+672 a 1+108,5 dividida en seis unidades de muestra donde se denotaron que las fallas más predominantes fueron las de piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, huecos y parches. Las mismas que fueron evaluadas según el método del PCI, obteniendo el índice de condición de pavimento de 49,7 para las Av. Francisco Pizarro y 25,8 para la calle Cuarta calificando al pavimento como “Regular” y “Malo”.

En base al estudio de aforo vehicular realizado para la Av. Francisco Pizarro se obtuvo un TPDA de 18735 y la Calle Cuarta un TPDA de 8885, determinando que los espesores de la carpeta asfáltica para estas vías son insuficientes, ya que mediante el ensayo de Extracción de núcleo se pudo corroborar que el espesor de la carpeta asfáltica se encontraba alrededor de 6.50 cm.

Con la ayuda de la tecnología, se realizó un levantamiento por dron, logrando procesar las imágenes por ortofotos, zonificando la vía según las fallas y además de poder realizar propuestas de alternativas para mejorar las unidades de muestras que se han visto afectadas en nuestro estudio.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda intervenir los tramos afectados de la vía, realizando actividades de mantenimiento y de carácter inmediato en el siguiente tramo (k0+672 – k0+703,5), ya que el valor del PCI fue de 22,86 el cual es muy malo y es necesario poder evitar deterioros de mayor magnitud en el pavimento, cuyas reparaciones se ciñen a la norma ASTM 6433-07, según el porcentaje obtenido por el PCI (Índice de Condición del Pavimento); para la Av. Francisco Pizarro se proponen alternativas de reparación como un parcheo profundo, sustitución del parche, sellado de grietas y un recapeo de 1 ½ pulg, recalando que se recomienda sólo 1 ½ pulg, debido a que la vía cuenta con un total de 6 carriles, lo que genera una mejor distribución de esfuerzos, mientras que para la Calle Cuarta se proponen soluciones como el parcheo, sellado de grietas y un recapeo de 2 pulg de espesor.

Se sugiere ensayos de control de calidad exigiendo que la carpeta asfáltica cumpla con las especificaciones técnicas de acuerdo con el MOP Tabla 405.5.4. tomando a consideración que la vía debe ser diseñada para un tránsito pesado y no para uno ligero.

Se debe considerar como alternativa la colocación de la capa de rodadura de hormigón hidráulico, analizando el costo/beneficio, tomando en cuenta que el mantenimiento de la vía actualmente necesitará de obras complementarias.

BIBLIOGRAFÍAS

- Angel, J. H. L. (2008). *ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROYECTOS VIALES CON EL MODELO DE ESTANDARES DE CONSERVACIÓN Y DISEÑO DE CARRETERAS*.
- ASTM D 6433-03. (2011). *ASTM D6433-11 Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos* (p. 49).
- Bryan Tenesaca. (2018). *UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL* [UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL]. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/TESIS BRYAN TENESACA.pdf
- Chincay, A. A. (2012). *Evaluación De Las Patologías Existentes En El Pavimento Flexible De La Avenida Don Bosco, Cuadras 28, 29,30 Y 31 Del Aa- Hh. Santa Rosa, Distrito Veintiseis De Octubre, Departamento De Piura, Octubre - 2017*. [UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES CHIMBOTE].
http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3342/ESTUDIO_VISUAL_PATOLOGIAS_AV_DON_BOSCO_AGUILERA_CHINCHAY_ANDRES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chiquito, P. (2014). *Estudios De Factibilidad Y Diseños Definitivos De La Via Laurel-Junquillal*. file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/estudio trafico.pdf
- Claudio Giordane & Diego Leone. (2010). Pavimento. *Universidad Tecnológica Nacional, 1*(encofrado), 1–6.
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC I-Pavimentos.pdf
- Corredor, G., & Drajat, D. A. (2010). Maestría en Vías Terrestres ó Módulo III Diseño de Pavimentos I. In Ing. Gustavo Corredor M (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9, pp. 1689–1699). Universidad Nacional de Ingeniería Facultad Facultad de Tecnología Tecnología de la Construcción Construcción Programa de Capacitación Académica. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf>
- Daniela Andrade, K. D. H. y M. L. S. (2014). Revisión de las metodologías de

evaluación y tipos de rehabilitación de las patologías presentes en pavimentos flexibles. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 1–70.

Daniela Lisbeth Romero Sarmiento. (2017). CUALIFICACIÓN CUANTITATIVA DE LAS PATOLOGÍAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA VIA SIBERIA – TENJO EN LA SABANA DE BOGOTÁ [UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA]. In *Вестник Росздравнадзора* (Vol. 6). <http://hdl.handle.net/10983/15274>

Eduardo, D., & Morgado, G. (2018). *Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito*. UNIVERSIDAD ANDRES BELLO.

Gaspar Pérez. (2010). *Diseño Del Pavimento Rígido Del Camino Que Conduce a La Aldea El Guayabal, Municipio De Estanzuela Del Departamento De Zacapa* [UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3151_C.pdf

INEN-NEC-SE-GM. (2014). CAPÍTULO 8: GEOTECNIA Y CIMENTACIONES. In *CAPÍTULO 8: GEOTECNIA Y CIMENTACIONES* (PRIMERA ED). http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/cpe_inen-nec-se-cg_26-1.pdf

Irigoyen, J. L., & Simo, L. F. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. *Морс*, 212.

Javier, R., & Rebolledo, M. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos [UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE]. In *Universidad Austral De Chile*. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

Jorge Silva. (2015). *Sellos de juntas*. 3. <http://www.vialidad.cl/areasdevialidad/laboratorionacional/MaterialCursos/CA P III SELLOS %5BModo de compatibilidad%5D.pdf>

Juan Carlos Morales. (2008). *Análisis del sistema CASAA(carpeta asfáltica superficial altamente adherida) para el mejoramiento de la calidad de los pavimentos asfálticos en México* [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO]. <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2576>

Ministerio de Transporte, C., Instituto Nacional de Vías, C., & Universidad

Nacional, C. (2006). Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles [UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA]. In *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles* (Vol. 212, Issue 3456778).
http://www.invias.gov.co/index.php/historico-cartelera-virtual/doc_download/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS, M. (2012). Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales. In Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (Ed.), *Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador: Vol. Volumen 2A*.
[file:///C:/Users/USUARIO/Documents/CIVIL 8vo 1/Pavimentos/CAMPOVERDE PAVIMENTOS/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Documents/CIVIL%208vo%201/Pavimentos/CAMPOVERDE%20PAVIMENTOS/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_2A.pdf)

Paola Beatriz Leguía Loarte, H. F. P. R. (2014). *Evaluación Superficial Del Pavimento Flexible Por El Método Pavement Condition Index (Pci) En Las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón Y Miguel Grau* [FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA].
<http://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>

Paver. (1980). *Sistema paver*. 62–115.

Pérez León, J. F. (2018). “ *EVALUACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO ASFÁLTICO EN LA AV. LOS TRÉBOLES – DISTRITO DE CHICLAYO – PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO LAMBAYEQUE.*” Asesor : Línea de Investigación : [UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIP]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/5534>

Rodríguez, A. R., Téllez, R., Paul, G., & Anguas, G. (1998). *Publicación Técnica No. 104 Sanfandila, Qro. 104*.
<https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt104.pdf>

Rodriguez Granado Alfredo Hernan. (2019). *PENÍNSULA DE SANTA ELENA* [UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA].
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5036>

Sauceda-Garcia, J. M. (1999). Diseño De Pavimento. *Gaceta Medica de Mexico*,

135(3), 290.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/gutierrez_g_f/capitulo4.pdf

VÁSQUEZ, L. R. (2002). Pavement Condition Index (Pci) Para Pavimentos Asfálticos Y De Concreto En Carreteras. *Ingepav*, 90.

Villacís, W. (2015). *Manual Práctico de Optimización Para la Revisión de Estudio de Diseño de Pavimentos* [UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR]. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2220>

Zambrano, W. (2016). *Diseño estructural de pavimentos*.

[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/44 DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS \(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/44%20DISE%C3%91O%20ESTRUCTURAL%20DE%20PAVIMENTOS%20(1).pdf)

Zevallos Gamarra, R. E. (2018). Identificación y Evaluación de las fallas superficiales en los pavimentos flexibles de algunas vías de la ciudad de Barranca – 2017. *Universidad César Vallejo*.

ANEXOS

Anexo 1

Fotografías de la evaluación



Anexo 2

Fallas Encontradas en el Área de Estudio

Fisuras Longitudinales y Transversales



SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA

Fisura de Bloque



SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA

Piel de cocodrilo



SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA

Grieta de borde



SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA

Hundimiento



Deformación por empuje



Perdida del agregado



Diferencia entre y calzada



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA

Exudación por betún



Baches



SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA



SEVERIDAD ALTA

Parches



SEVERIDAD BAJA



SEVERIDAD MEDIA

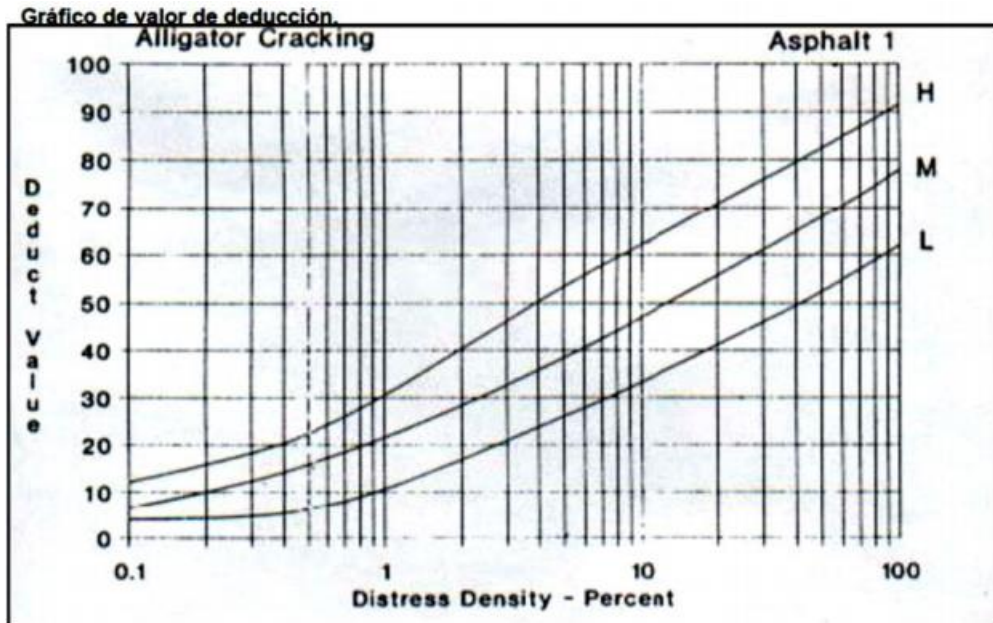


SEVERIDAD ALTA

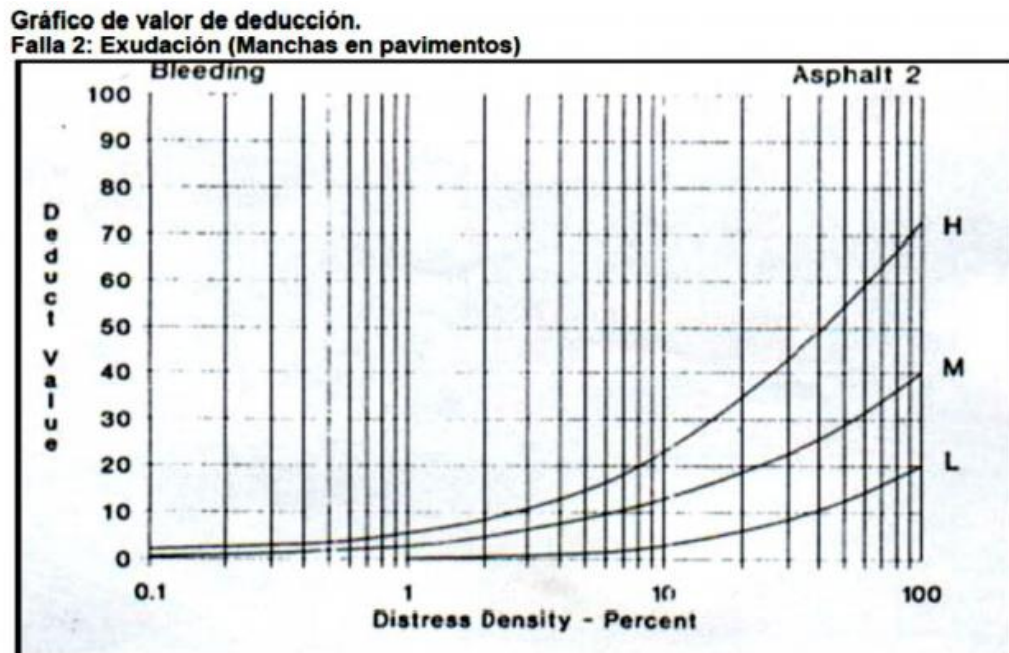
Anexo 3

Tablas para hallar el valor de deducción por tipo de daño y grado de afectación.

1. Piel de cocodrilo

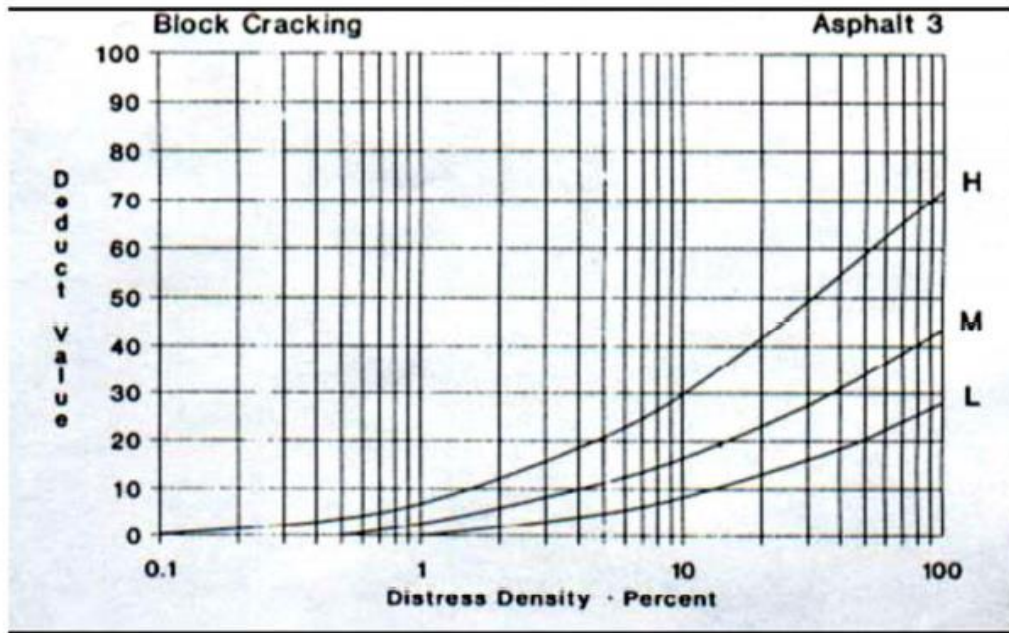


2. Exudación

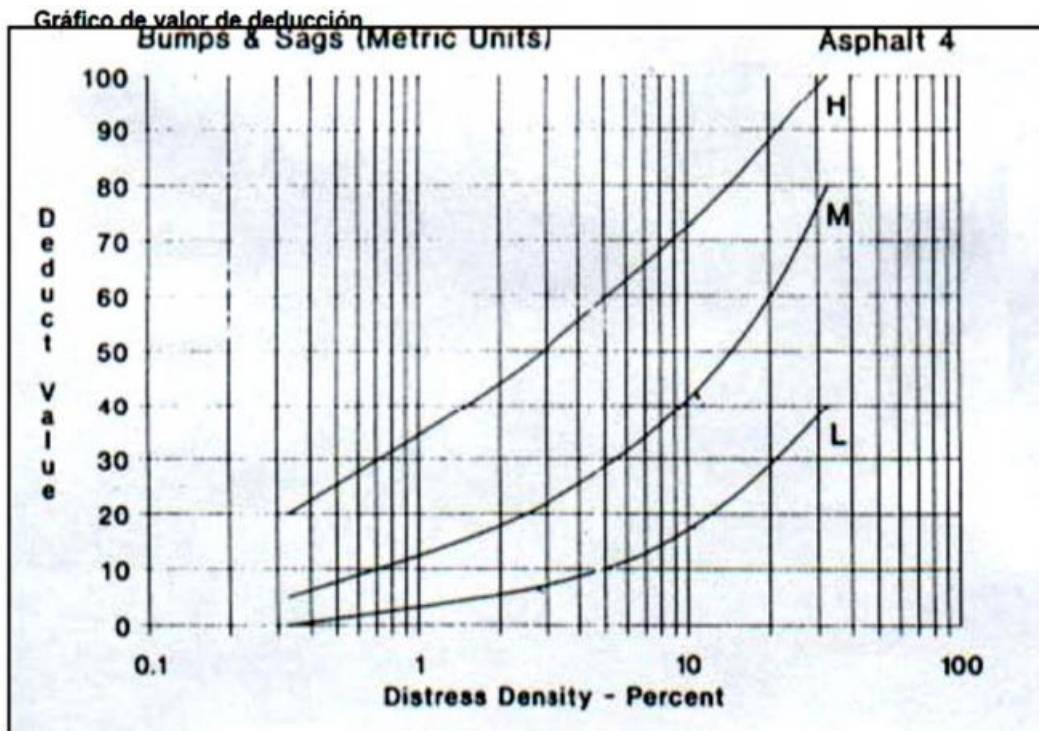


3. Grietas de bloque o contracción

Gráfico de valor de deducción.
Falla 3: Grietas de contracción

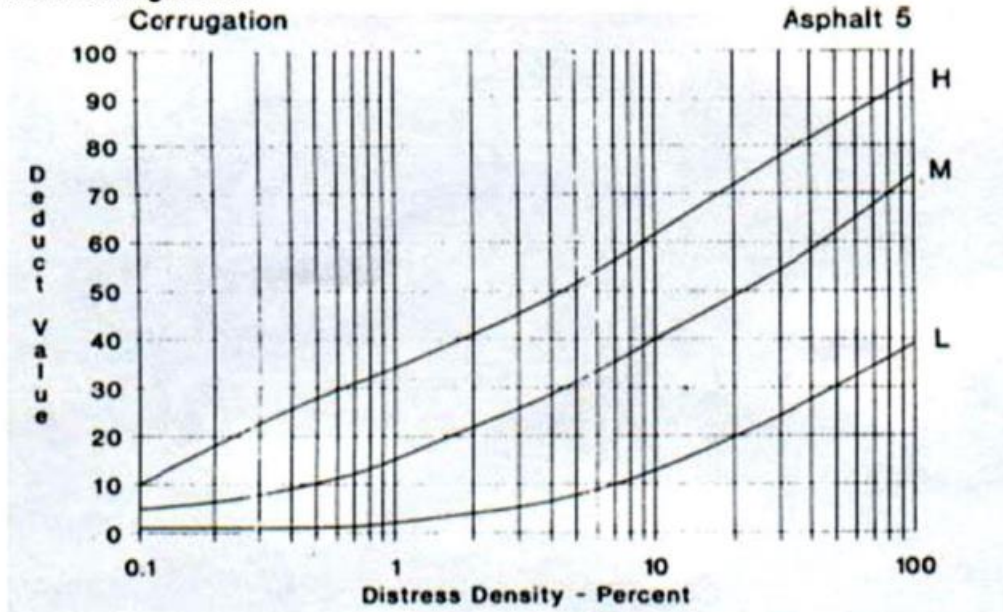


4. Elevaciones



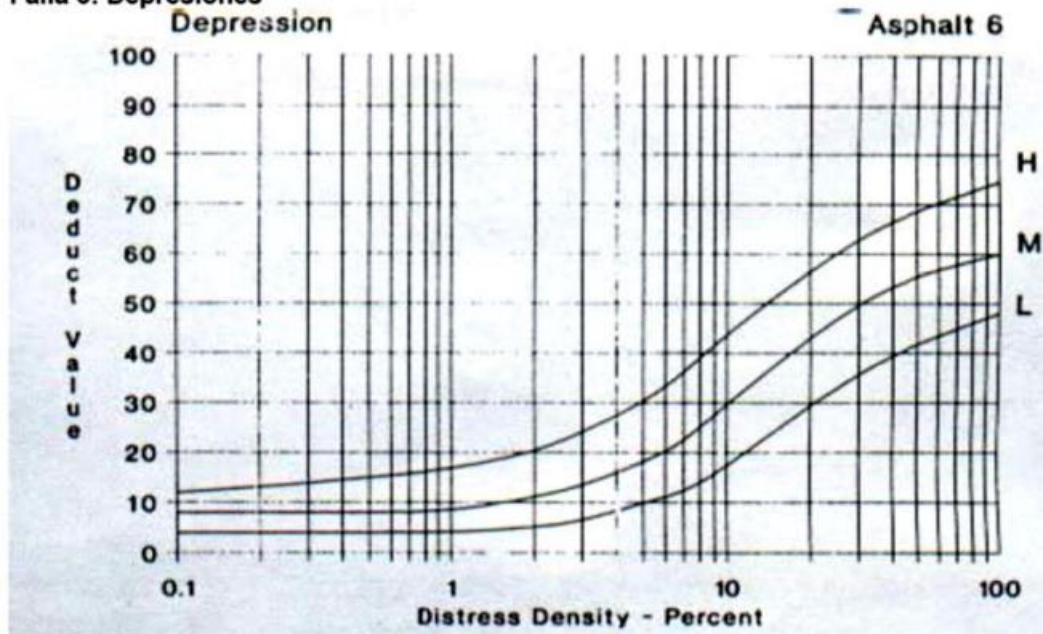
5. Corrugaciones

Gráfico de valor de deducción.
Falla 5: Corrugaciones



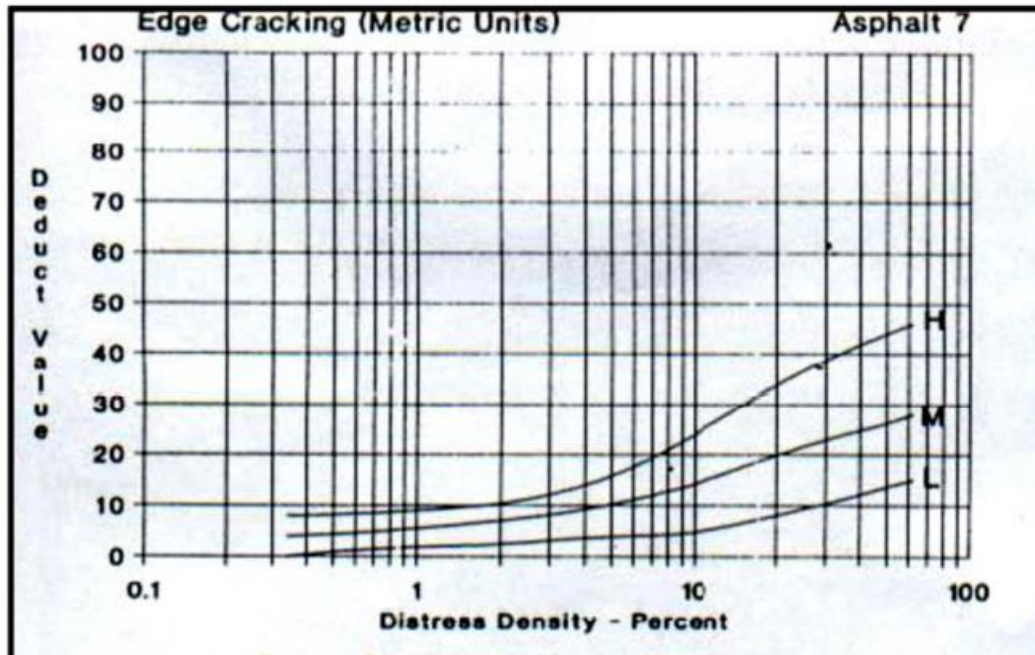
6. Depresiones

Gráfico de valor de deducción.
Falla 6: Depresiones



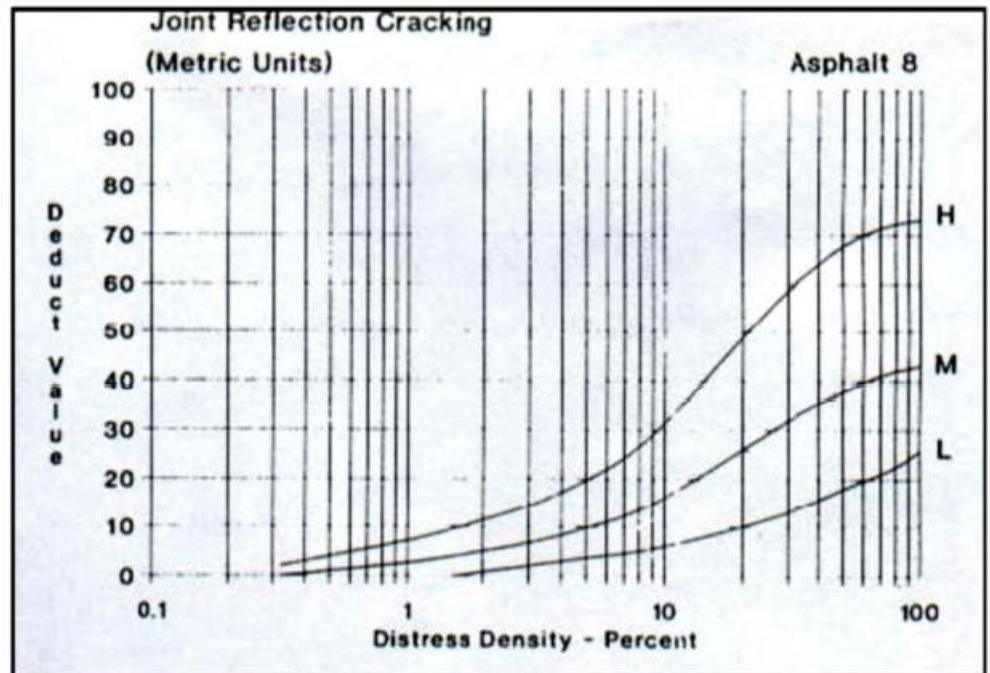
7. Grietas de Borde

Gráfico de valor de deducción.
Falla 7: Grietas de borde



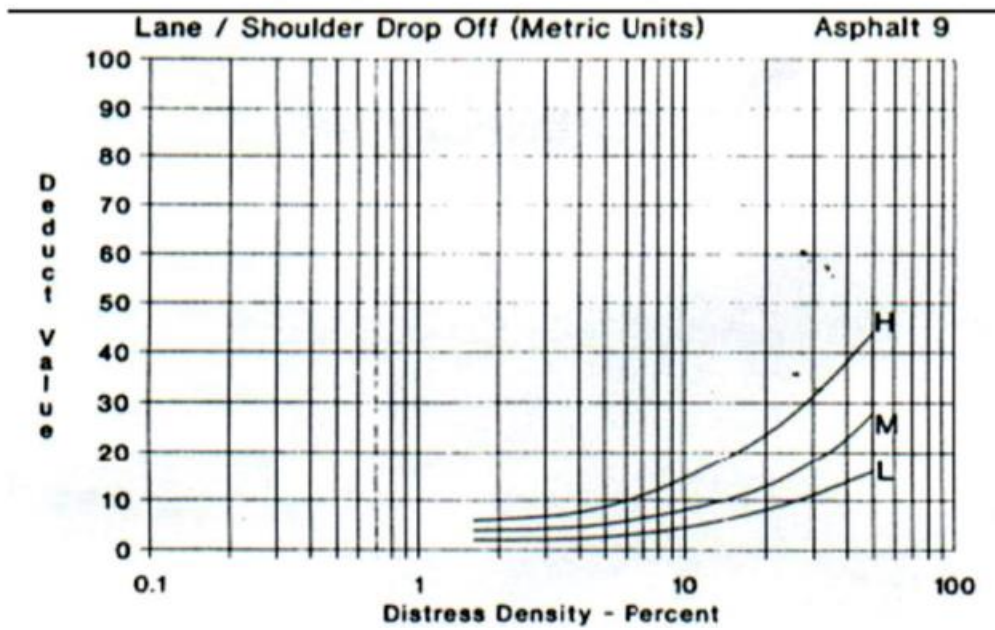
8. Grietas de Reflexión de Juntas

Gráfico de valor de deducción.
Falla 8: Grietas de reflexión de juntas



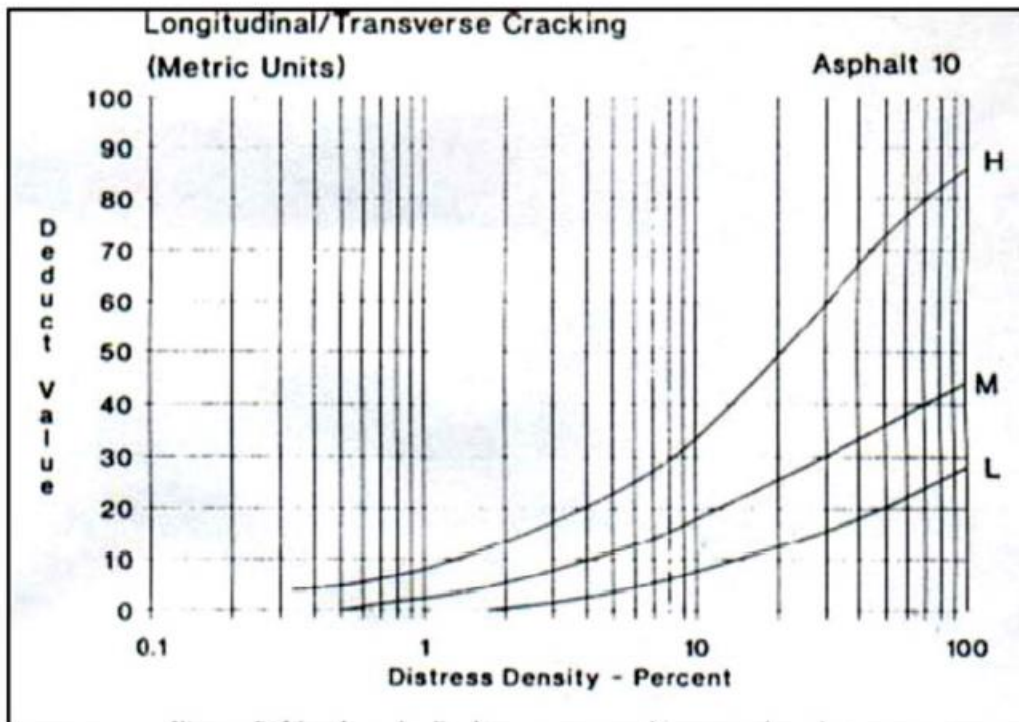
9. Desnivel Calzada – Hombrillo

Gráfico de valor de deducción
Falla 9: Desnivel entre calzada y hombrillo



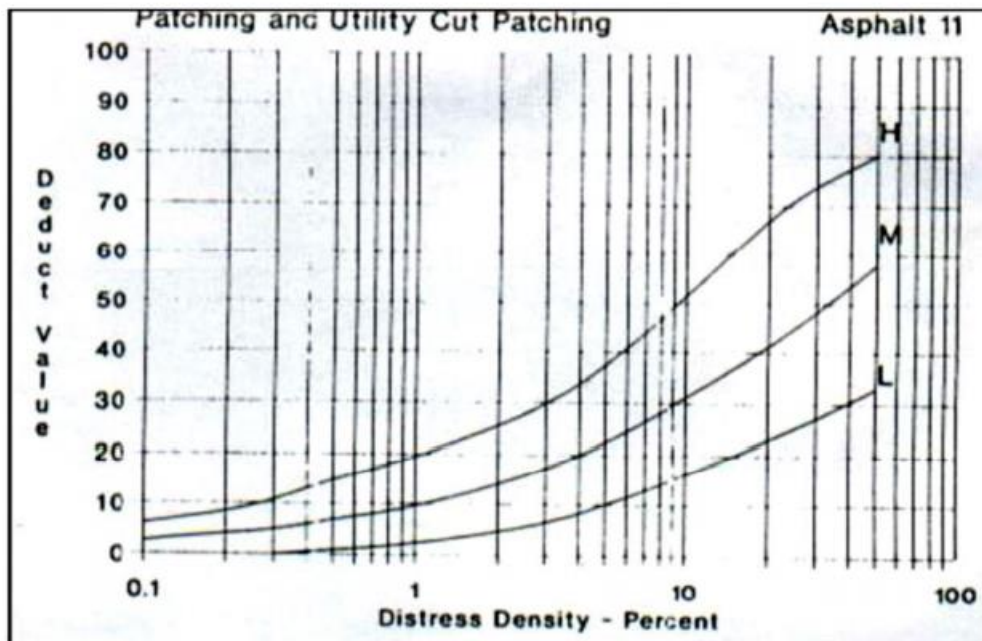
10. Grietas longitudinales y transversales

Gráfico de valor de deducción.
Falla 10: Grietas longitudinales y transversales



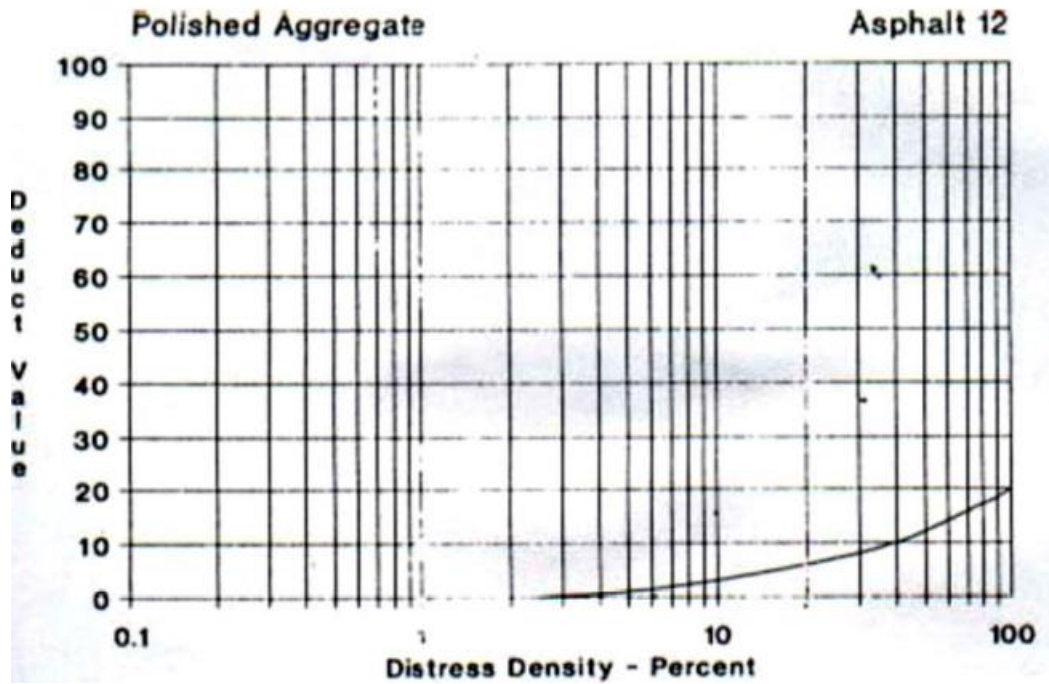
11. Bacheo

Gráfico de valor de deducción
Falla 11: Bechas y zanjas reparadas



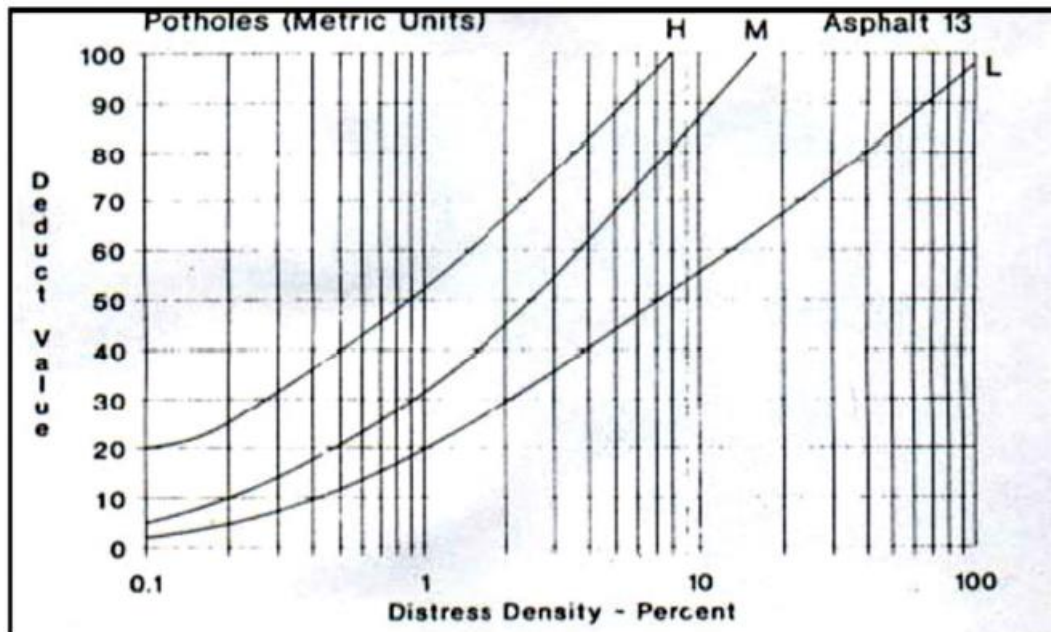
12. Agregados Pulidos

Gráfico de valor de deducción.
Falla 12: Agregados pulidos



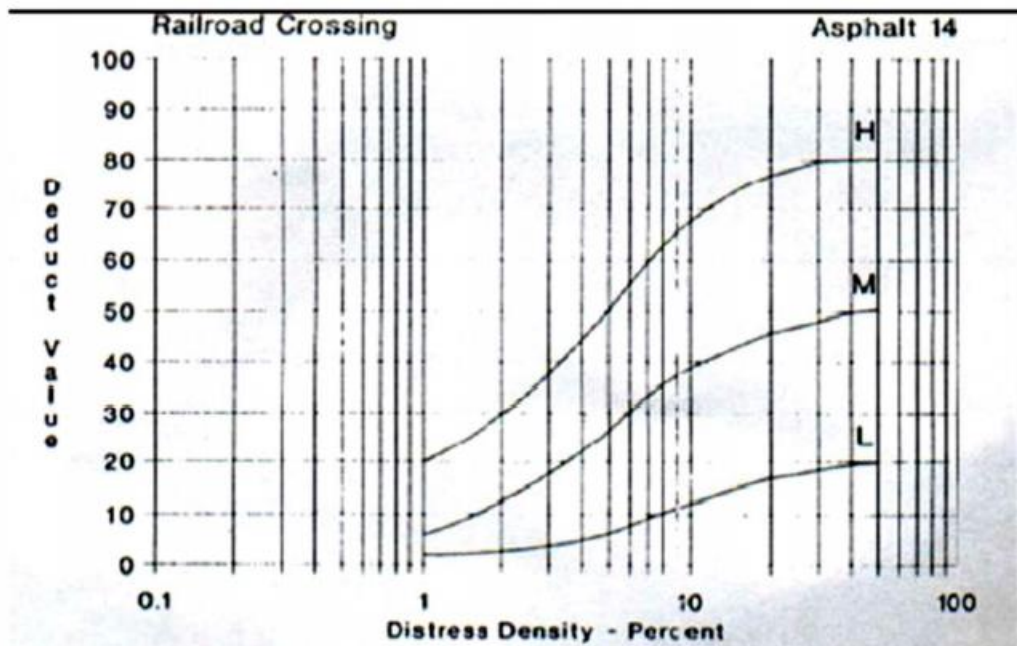
13. Huecos

Gráfico de valor de deducción.
Falla 13: Huecos



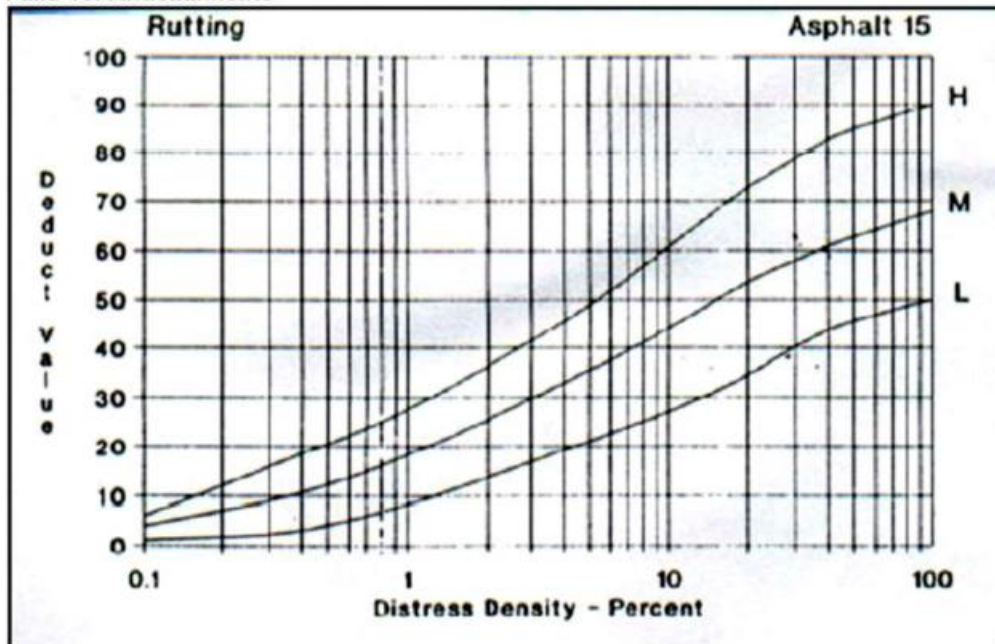
14. Cruces de Sumidero y Alcantarilla

Gráfico de valor de deducción
Falla 14: Cruce de Rieles (en Venezuela también cruce de rejillas de drenaje)



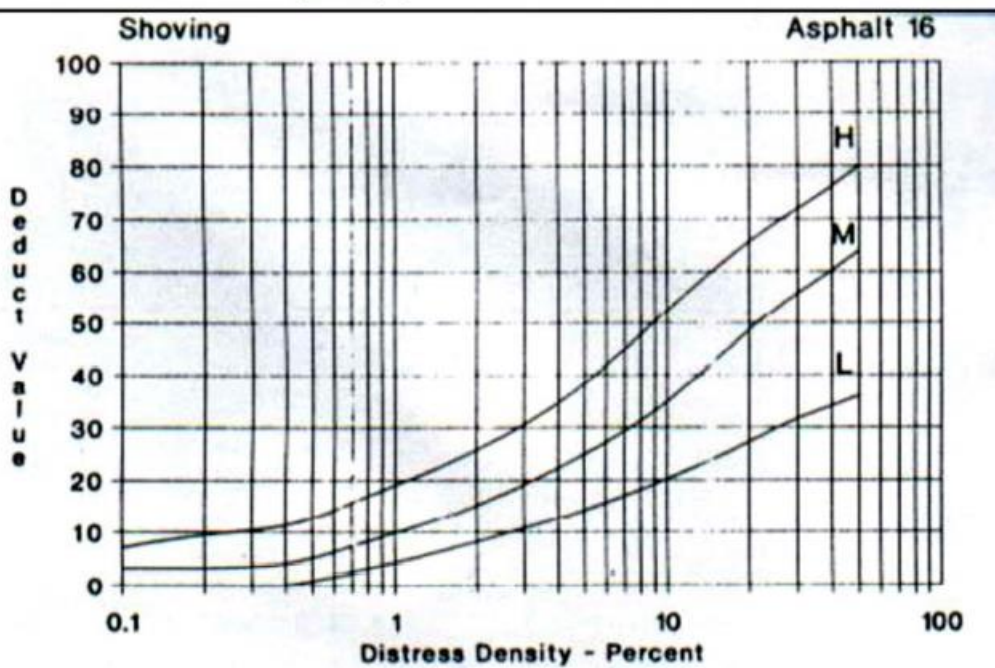
15. Ahuellamiento

Gráfico de valor de deducción.
Falla 15: Ahuellamiento



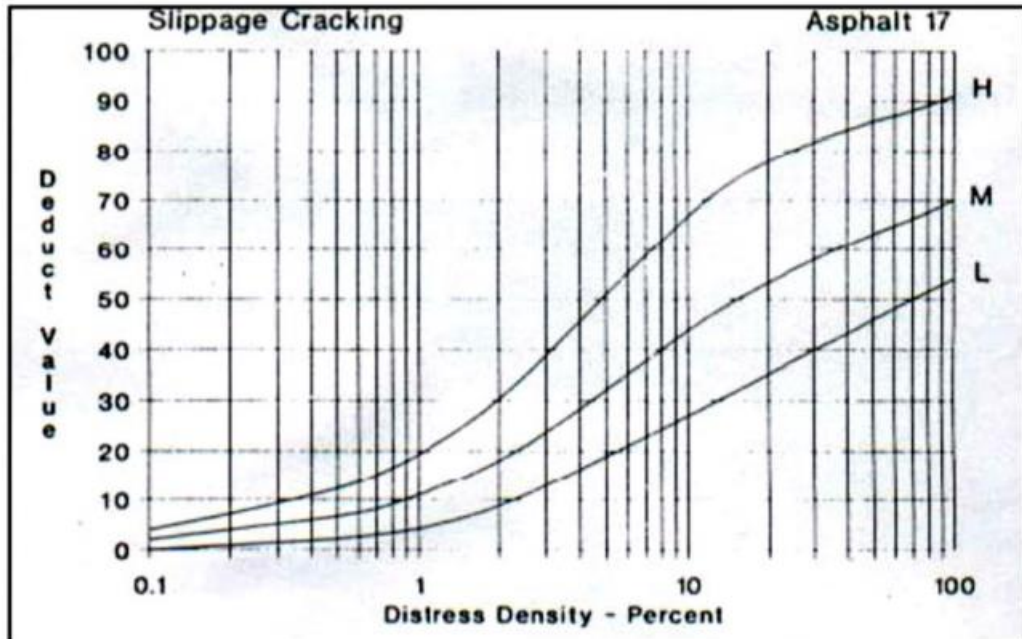
16. Deformación por Empuje

Gráfico de valor de deducción.
Falla 16: Deformaciones por empuje



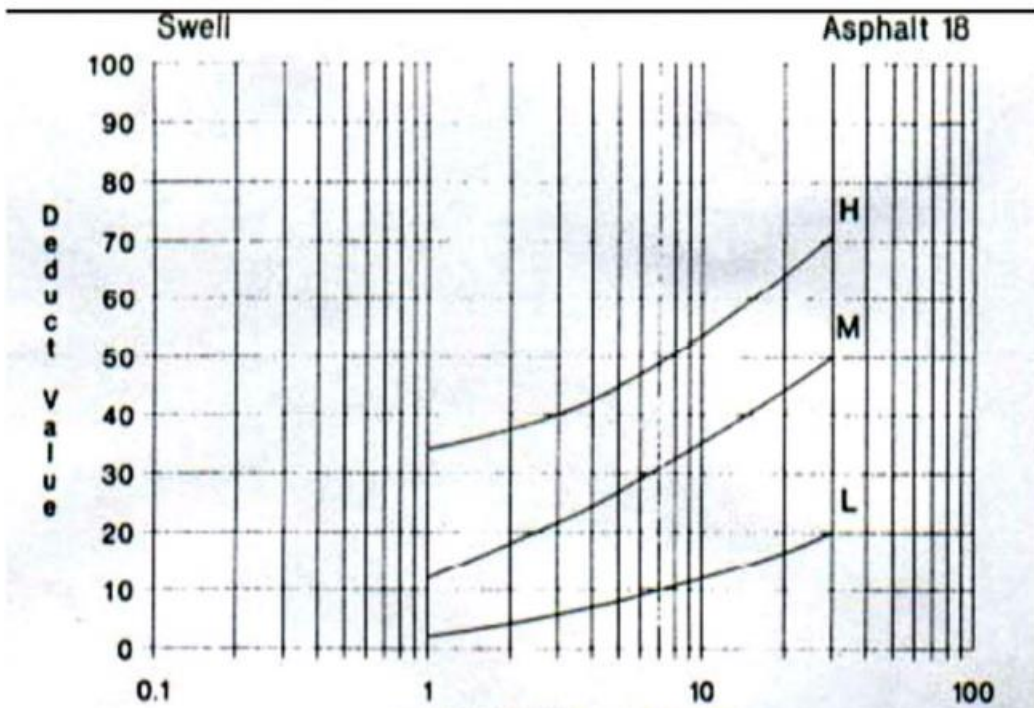
17. Grietas de Desplazamiento

Gráfico de valor de deducción.
Falla 17: Grietas de desplazamiento



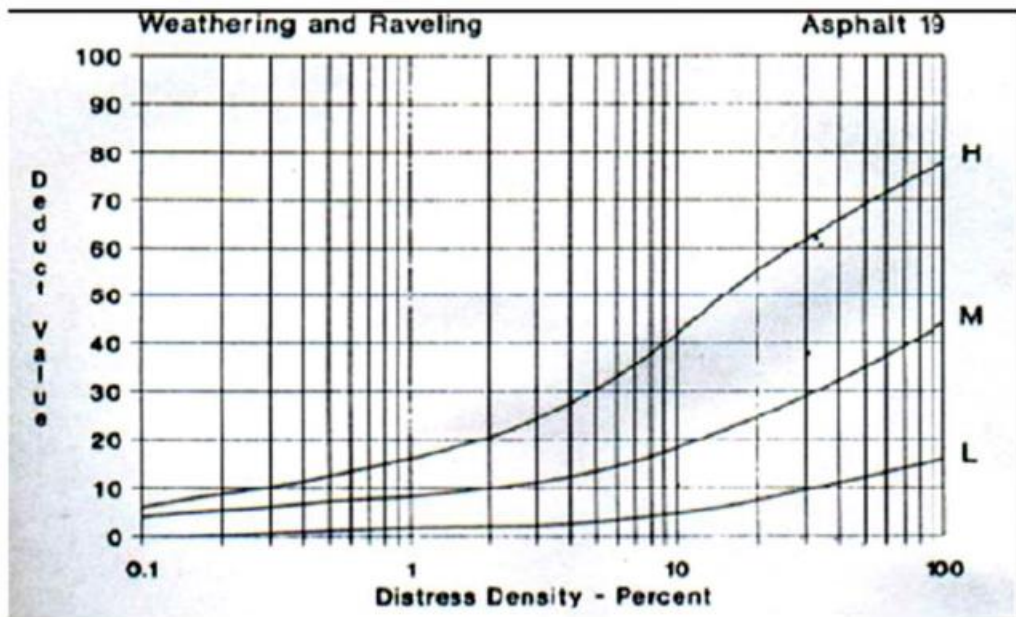
18. Hinchamiento

Gráfico de valor de deducción.
Falla 18: Hinchamientos

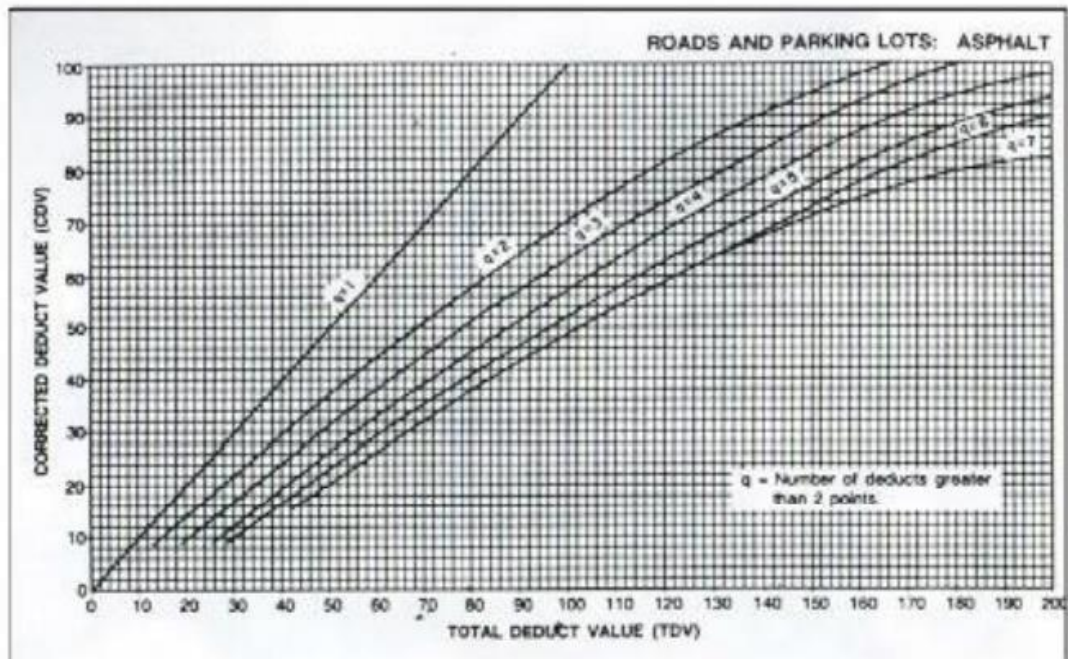


19. Disgregación

Gráfico de valor de deducción
Falla 19: disgregación



Valor de Deducción Corregida.



Anexo 4

Unidad de Medida 6 – Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+140										
MUESTRA:		U6 - Carril Izquierdo		ABCISA FINAL: 0+168										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2											
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA						$i = \frac{N}{n} = 2$								
NIVEL DE SEVERIDAD				<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	3,3	1,2		3,96	3,96	1,27	32,64	Parqueo profundo	1"			
10	M	m	2,8			2,80	2,80	0,90	0,9	Sello de grietas				
10	H	m	24			24,00	24,00	7,72	30,07	Sello de grietas				
11	L	m2	3	1,5		4,50	4,50	1,45	3,25					
13	H	und	1			1,00	1,00	0,32	32,52	Parqueo profundo				
Número de valores deducidos (q)			>2	4			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		99,38	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Valor deducido mas alto (HVDi)			32,64											
Número máx. de valores deducidos (mi)			7,19											
mi = 1,00 + 9/98 (100 - HVDi)														
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07			
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2								PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	Green	1	32,64	32,52	30,07	3,25	0,90		99,38	4	56,63	85 - 100	Mantenimiento Rutinario
70 - 85	Muy bueno	Yellow	2	32,64	32,52	30,07	2,00	0,90		98,13	3	61,88	70 - 85	
55 - 70	Bueno	Orange	3	32,64	32,52	2,00	2,00	0,90		70,06	2	51,04	55 - 70	Mantenimiento Periódico
40 - 55	Regular	Red	4	32,64	2,00	2,00	2,00	0,90		39,54	1	39,54	40 - 55	
25 - 40	Malo	Dark Red	5										25 - 40	Rehabilitación
10 - 25	Muy malo	Black	6										10 - 25	
0 - 10	Fallado	Grey	7										0 - 10	Construcción
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC					MÁX. VDC		61,88	Nota: En base al resultado del PCI = 38,22 se debe intervenir a la vía con rehabilitación			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =					38,12		MALO				

Anexo 5

Unidad de Muestra 6 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE													
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)													
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO													
UBICACIÓN:	Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta			ABCISA INICIAL:	0+140								
MUESTRA:	U6 - Carril Derecho			ABCISA FINAL:	0+168								
REALIZADO POR:	Matías Andy - Jami Leonela			AREA DE MUESTRA (m2):	310,8								
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA	DIAGRAMA								
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$									
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$									
2	Exudación	EX	m2										
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD									
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Baja	Low	L							
5	Corrugación	COR	m2	Media	Medium	M							
6	Depresión	DEP	m2	Alta	High	H							
7	Grieta de borde	GB	m										
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m										
9	Desnivel carril/berma	DN	m										
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m										
11	Parqueo	PA	m2										
12	Pulimiento de agregados	PU	m2										
13	Huecos	HUE	und										
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2										
15	Ahuellamiento	AHU	m2										
16	Desplazamiento	DES	m2										
17	Grieta parabólica	GP	m2										
18	Hinchamiento	HN	m2										
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2										
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA		
1	H	m2	4	2,2		8,80	8,80	2,83	44,57	Parqueo profundo	1"		
10	M	m	2			2,00	2,00	0,64	1,52	Sello de grietas			
11	M	m2	3	2		3,00	11,00	3,54	21,25	Sustitución del parqueo (de ser necesario)			
11	M	m2	4	2		8,00							
Número de valores deducidos (q)			>2	2		VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL			67,34	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"			
Valor deducido más alto (HVDi)				44,57		$m_1 = 3,00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Número máx. de valores deducidos (mi)				6,09									
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2									PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN
85 - 100	Excelente	1	44,57	21,25	1,52				67,34	2	49,14	85 - 100	Mantenimiento Rutinario
70 - 85	Muy bueno	2	44,57	2,00	1,52			48,09	1	48,09	70 - 85		
55 - 70	Bueno	3									55 - 70	Mantenimiento Periódico	
40 - 55	Regular	4									40 - 55		
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación	
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25		
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC						MÁX. VDC	49,14	Nota: En base al resultado del PCI = 50,86 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =						50,86	REGULAR			



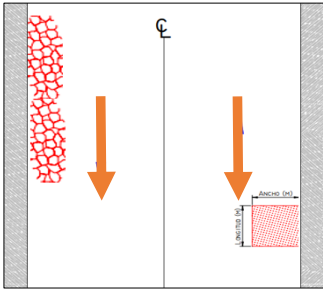
Anexo 6

Unidad de Muestra 8 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE															
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)															
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO															
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+196											
MUESTRA:		U8 - Carril Izquierdo		ABCISA FINAL: 0+224											
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8											
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA	DIAGRAMA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$											
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA											
2	Exudación	EX	m2			$i = \frac{N}{n} = 2$									
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Baja	Low	L									
5	Corrugación	COR	m2	Media	Medium	M									
6	Depresión	DEP	m2	Alta	High	H									
7	Grieta de bonde	GB	m												
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m												
9	Desnivel carril/berma	DN	m												
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m												
11	Parqueo	PA	m2												
12	Pulimiento de agregados	PU	m2												
13	Huecos	HUE	und												
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2												
15	Ahuellamiento	AHU	m2												
16	Desplazamiento	DES	m2												
17	Grieta parabólica	GP	m2												
18	Hinchamiento	HN	m2												
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA				
1	H	m2	6	1,8		10,80	22,83	7,35	57,30	Parqueo profundo	1"				
1	H	m2	4	2,6		10,40									
1	H	m2	1,9	0,86		1,63									
10	M	m	3,2			3,20	11,90	3,83	8,81	Sellado de grietas					
10	M	m	4,6			4,60									
10	M	m	1,9			1,90									
10	M	m	2,2			2,20	3,00	0,97	31,4	Parqueo parcial					
13	M	und	1			1,00									
13	M	und	1			1,00									
Número de valores deducidos (q)			>2	3			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		97,51	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"					
Valor deducido más alto (HVDi)			57,30			$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HVD_i)$									
Número máx. de valores deducidos (mi)			4,92												
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT		q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07		
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2									PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	Green	1	57,30	31,40	8,81				97,51	3	61,51	85 - 100	Mantenimiento Rutinario	
70 - 85	Muy bueno	Yellow	2	57,30	31,40	2,00				90,70	2	64,49	70 - 85		
55 - 70	Bueno	Orange	3	57,30	2,00	2,00				61,30	1	61,3	55 - 70	Mantenimiento Periódico	
40 - 55	Regular	Red	4										40 - 55		
25 - 40	Malo	Dark Red	5										25 - 40	Rehabilitación	
10 - 25	Muy malo	Black	6										10 - 25		
0 - 10	Fallado	Grey	7										0 - 10	Construcción	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC			MÁX. VDC		64,49		Nota: En base al resultado del PCI = 35,51 se debe intervenir a la vía con construcción nueva.					
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =			35,51		MALO							

Anexo 7

Unidad de Muestra 8 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

 UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)												
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO												
UBICACIÓN: Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta			ABCISA INICIAL: 0+196									
MUESTRA: US - Carril Derecho			ABCISA FINAL: 0+224									
REALIZADO POR: Matías Andy - Jami Leonela			AREA DE MUESTRA (m2): 310,8									
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA		DIAGRAMA						
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$								
2	Exudación	EX	m2	NIVEL DE SEVERIDAD								
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Baja	Low	L						
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Media	Medium	M						
5	Corrugación	COR	m2	Alta	High	H						
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril/berma	DN	m									
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA	
1	H	m2	7	1,1		7,70	7,70	2,48	42,67	Parqueo profundo	1"	
11	M	m2	12	1		12,00	35,65	11,47	33,83	Sustitución del parque (de ser necesario)		
11	M	m2	1,5	11,1		16,65						
11	M	m2	1,5	3,5		1,50						
11	M	m2	4	0,9		4,00						
11	M	m2	1,5	0,8		1,50						
Número de valores deducidos (q)			>2	2							VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL	
Valor deducido más alto (HVDi)			42,67		$m_i = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$							
Número máx. de valores deducidos (mi)			6,27									
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2							ASTM 6433-03 (Fig. X4-20)	PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN
85 - 100	Excelente	1	42,67	33,83				76,50	3	55,55	85 - 100	Mantenimiento Rutinario
70 - 85	Muy bueno	2	42,67	2,00				44,67	2	44,67	70 - 85	
55 - 70	Bueno	3									55 - 70	Mantenimiento Periódico
40 - 55	Regular	4									40 - 55	
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25	
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC					MÁX. VDC		55,55	Nota: En base al resultado del PCI = 44,45 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =					44,45		REGULAR		

Anexo 9

Unidad de Muestra 10 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+252										
MUESTRA:		U10 - Carril Derecho		ABCISA FINAL: 0+280										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$										
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD <table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
TIPO DE FALLA				DIAGRAMA										
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	1	1		1,00	1,00	0,32	18,84	Parqueo profundo	1"			
11	H	m2	2,5	1,1		2,75	23,46	7,55	45,38	Sustitución del parqueo				
11	H	m2	2	2		4,00								
11	H	m2	1,2	2,5		3,00								
11	H	m2	1	3		3,00								
11	H	m2	5,1	2,1		10,71								
11	M	m2	4,93	1,98		9,76	9,76	3,14	17,78	Sustitución del parqueo				
13	M	und	1			1,00	1,00	0,32	14,16	Parqueo parcial				
Número de valores deducidos (q)			>2	4			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		96,16	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Valor deducido mas alto (HVDi)			45,38											
Número máx. de valores deducidos (mi)			6,02											
$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HVDi)$														
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07		
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2									PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	1	45,38	18,84	17,78	14,16			96,16	4	54,70	85 - 100	Mantenimiento Rutinario	
70 - 85	Muy bueno	2	45,38	18,84	14,16	2,00		80,38	3	53,1	70 - 85			
55 - 70	Bueno	3	45,38	18,84	2,00	2,00		68,22	2	49,75	55 - 70	Mantenimiento Periódico		
40 - 55	Regular	4	45,38	2,00	2,00	2,00		51,38	1	51,38	40 - 55			
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación		
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25			
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC						MÁX. VDC	54,70	Nota: En base al resultado del PCI = 45,30 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =						45,30	REGULAR				



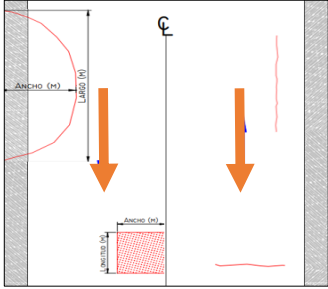







Anexo 10

Unidad de Medida 12 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL:										
MUESTRA:		U12 - Carril Izquierdo		ABCISA FINAL:										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2):										
TIPOS DE FALLAS		UNIDAD DE MUESTRA		DIAGRAMA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2											
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA		NIVEL DE SEVERIDAD												
$i = \frac{N}{n} = 2$		<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H		
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	1,88	1,15		2,16	2,16	0,70	25,9	Parqueo profundo	1"			
10	H	m	2,25			2,25	25,75	8,29	31,29	Sellado de grietas o parqueo parcial				
10	H	m	22			22,00								
10	H	m		1,5		1,50	5,89	1,90	4,38	Sellado de grietas				
10	M	m	1,68			1,68								
10	M	m		2,21		2,21	2,00							
10	M	m	2			2,00								
13	M	und	1			1,00	1,00	0,32	14,16	Parqueo parcial				
Número de valores deducidos (q)		>2		4				VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		75,73				
Valor deducido más alto (HVDI)		31,29								Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Número máx. de valores deducidos		(mi)		7,31										
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03		Nº		VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC		ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07		
PCI	CLASIFICACIÓN			*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2						ASTM 6433-03 (Fig. X4-20)		PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	1	31,29	25,90	14,16	4,38		75,73	4	40,64	85 - 100	Mantenimiento Rutinario		
70 - 85	Muy bueno	2	31,29	25,90	14,16	2,00		73,35	3	46,51	70 - 85			
55 - 70	Bueno	3	31,29	25,90	2,00	2,00		61,19	2	44,83	55 - 70	Mantenimiento Periódico		
40 - 55	Regular	4	31,29	2,00	2,00	2,00		37,29	1	37,29	40 - 55			
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación		
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25			
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)		PCI = 100 - Máx. VDC						MÁX. VDC	46,51		Nota: En base al resultado del PCI = 53,49 se debe intervenir a la vía con construcción nueva.			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		PCI =		53,49				REGULAR						

Anexo 11

Unidad de Media 12 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL														
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)																
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO																
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta				ABCISA INICIAL:		0+308								
MUESTRA:		U12 - Carril Derecho				ABCISA FINAL:		0+336								
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela				AREA DE MUESTRA (m2):		310,8								
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA		DIAGRAMA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$												
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA												
2	Exudación	EX	m2	$i = \frac{N}{n} = 2$												
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD												
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Baja	Low	L										
5	Corrugación	COR	m2	Media	Medium	M										
6	Depresión	DEP	m2	Alta	High	H										
7	Grieta de borde	GB	m													
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m													
9	Desnivel carril/berma	DN	m													
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m													
11	Parqueo	PA	m2													
12	Pulimiento de agregados	PU	m2													
13	Huecos	HUE	und													
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2													
15	Ahuellamiento	AHU	m2													
16	Desplazamiento	DES	m2													
17	Grieta parabólica	GP	m2													
18	Hinchamiento	HN	m2													
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2													
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA					
10	H	m	LARGO	ANCHO	PROF.	1,50										
10	H	m	21			21,00	25,50	8,20	30,46	Sellado de grietas	1"					
10	H	m	3			3,00										
11	M	m2	2	2		4,00	6,25	2,01	14,33	Sustitución del parqueo						
11	M	m2	1,5	1,5		2,25										
17	M	m2	3	2,16		6,48	6,48	2,08	19,78	Sellado de grietas						
Número de valores deducidos (q)			>2	3			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		64,57	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"						
Valor deducido mas alto (HVDI)			30,46		$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HVDI)$											
Número máx. de valores deducidos (mi)			7,39													
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT		q		VDC		ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2											PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN
85 - 100	Excelente		1	30,46	19,78	14,33			64,57	3	40,97			85 - 100	Mantenimiento Rutinario	
70 - 85	Muy bueno		2	30,46	19,78	2,00			52,24	2	38,57			70 - 85		
55 - 70	Bueno		3	30,46	2,00	2,00			34,46	1	34,46			55 - 70	Mantenimiento Periódico	
40 - 55	Regular		4											40 - 55		
25 - 40	Malo		5											25 - 40	Rehabilitación	
10 - 25	Muy malo		6											10 - 25		
0 - 10	Fallado		7											0 - 10	Construcción	
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC			MÁX. VDC		40,97		Nota: En base al resultado del PCI = 59,03 se debe intervenir a la vía con manatamiento periódico						
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =			59,03		BUENO								

Anexo 13

Unidad de Muestra 14 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE																
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)																
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO																
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+364												
MUESTRA:		U14 - Carril Derecho		ABCISA FINAL: 0+392												
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8												
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA	DIAGRAMA											
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$												
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$												
2	Exudación	EX	m2													
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD												
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2		Baja Low L											
5	Corrugación	COR	m2	Media Medium M												
6	Depresión	DEP	m2	Alta High H												
7	Grieta de borde	GB	m													
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m													
9	Desnivel carril/berma	DN	m													
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m													
11	Parqueo	PA	m2													
12	Pulimiento de agregados	PU	m2													
13	Huecos	HUE	und													
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2													
15	Ahuellamiento	AHU	m2													
16	Desplazamiento	DES	m2													
17	Grieta parabólica	GP	m2													
18	Hinchamiento	HN	m2													
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2													
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA					
10	M	m	LARGO	ANCHO	PROF.	2,57	11,27	3,63	8,35	Sellado de grietas	1"					
10	M	m	1,48			1,48										
10	M	m	1,98			1,98										
10	M	m		1,7		1,70										
10	M	m		0,97		0,97										
10	M	m		0,84		0,84										
10	M	m		0,8		0,80										
10	M	m		0,93		0,93										
13	H	und	1			1,00						1,00	0,32	32,52	Parqueo profundo	
Número de valores deducidos (q)			>2	2	$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)$							VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		40,87	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"	
Valor deducido mas alto (HVDi)			32,52													
Número máx. de valores deducidos (mi)			7,20													
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07					
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2							PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN				
85 - 100	Excelente	Verde	1	32,52	8,35			40,87	2	30,61	85 - 100	Mantenimiento Rutinario				
70 - 85	Muy bueno	Amarillo	2	32,52	2,00			34,52	1	34,52	70 - 85					
55 - 70	Bueno	Verde	3								55 - 70	Mantenimiento Periódico				
40 - 55	Regular	Amarillo	4								40 - 55					
25 - 40	Malo	Rojo	5								25 - 40	Rehabilitación				
10 - 25	Muy malo	Rojo	6								10 - 25					
0 - 10	Fallado	Negro	7								0 - 10	Construcción				
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC			MÁX. VDC		34,52		Nota: En base al resultado del PCI = 65,48 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico						
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =			65,48		BUENO								

Anexo 16

Unidad de Muestra 18 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+476										
MUESTRA:		U18 - Carril Izquierdo		ABCISA FINAL: 0+504										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{0,2}{\frac{1}{4} \times (N-1) + (SD)^2} = 6$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2											
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA						NIVEL DE SEVERIDAD								
$i = \frac{N}{n} = 2$				<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	2	3,2		6,40	6,40	2,06	40,38	Parqueo profundo	1"			
3	M	m2	3	1,15		3,45	3,45	1,11	2,15	Sellado de grietas				
7	L	m	1,5			1,50	1,50	0,48	1,20	Sellado de grietas				
10	M	m	5			5,00	5,00	1,61	4,38	Sellado de grietas				
10	L	m		0,9		0,90								
10	L	m	4			4,00	9,90	3,19	2,25	Sellado de grietas				
10	L	m	5			5,00								
Número de valores deducidos (q)			>2	4			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		50,36	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Valor deducido más alto (HVDi)			40,38											
Número máx. de valores deducidos (mi)			6,48											
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS							ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07				
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2				VDT	q	VDC	ASTM 6433-03 (Fig. X4-20)				
85 - 100	Excelente	1	40,38	4,38	2,25	2,15	1,20	50,36	4	26,25	PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN		
70 - 85	Muy bueno	2	40,38	4,38	2,25	2,00	1,20	50,21	3	31,15	85 - 100	Mantenimiento Rutinario		
55 - 70	Bueno	3	40,38	4,38	2,00	2,00	1,20	49,96	2	36,97	70 - 85			
40 - 55	Regular	4	40,38	2,00	2,00	2,00	1,20	47,58	1	47,58	55 - 70	Mantenimiento Periódico		
25 - 40	Malo	5									40 - 55			
10 - 25	Muy malo	6									25 - 40	Rehabilitación		
0 - 10	Fallado	7									10 - 25	Construcción		
		8									0 - 10			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC				MÁX. VDC		47,58	Nota: En base al resultado del PCI = 52,42 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico.				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =				52,42		REGULAR					

Anexo 18

Unidad de Muestra 20 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+532										
MUESTRA:		U20 - Carril Izquierdo		ABCISA FINAL: 0+560										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$										
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD <table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
DIAGRAMA														
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	3,53	1,63		5,75								
1	H	m2	3,8	1,7		6,46	12,21	3,93	49,03	Parqueo profundo o sobrecarpeta				
4	L	m2	1,2	0,4		0,48	0,48	0,15	0,00					
10	H	m	20,14			20,14	20,14	6,48	26,80	Sellado de grietas				
10	M	m		2,7		2,70					1"			
10	M	m	3,25			3,25								
10	M	m	4,12			4,12	14,14	4,55	10,47	Sellado de grietas				
10	M	m	3,07			3,07								
10	M	m	1			1,00								
Número de valores deducidos (q)			>2	3			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		86,30	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Valor deducido mas alto (HVDi)			49,03											
Número máx. de valores deducidos (mi)			5,68											
$m_1 = 3,00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)$														
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D 6433-07		
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2									PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	1	49,03	26,80	10,47				86,30	3	54,60	85 - 100		
70 - 85	Muy bueno	2	49,03	26,80	2,00				77,83	2	56,48	70 - 85	Mantenimiento Rutinario	
55 - 70	Bueno	3	49,03	2,00	2,00				53,03	1	53,03	55 - 70	Mantenimiento Periódico	
40 - 55	Regular	4										40 - 55		
25 - 40	Malo	5										25 - 40	Rehabilitación	
10 - 25	Muy malo	6										10 - 25		
0 - 10	Fallado	7										0 - 10	Construcción	
		8												
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC						MÁX. VDC	56,48	Nota: En base al resultado del PCI = 43,52 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =						43,52	REGULAR				

Anexo 19

Unidad de Muestra 20 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+532										
MUESTRA:		U20 - Carril Derecho		ABCISA FINAL: 0+560										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$										
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD <table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	DIAGRAMA 										
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
10	H	m				0,8		0,80	0,80	0,26	0,00	Sellado de grietas	1"	
10	M	m	15,25			15,25				Sellado de grietas				
10	M	m		1,52		1,52				Sellado de grietas				
10	L	m	1,55			1,55	1,55	0,50	0	Sellado de grietas				
11	H	m2	1	1,22		1,22	1,22	0,39	12,73	Sustitución del parqueo				
13	H	und	1			1,00	1,00	0,32	32,52	Parqueo profundo				
15	H	m2	1,2	1		1,20	1,20	0,39	18,53	Parqueo profundo				
Número de valores deducidos (q)			>2	4	$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL 75,88		Parcheo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Valor deducido mas alto (HVDi)			32,52											
Número máx. de valores deducidos (mi)			7,20											
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT		q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2									ASTM 6433-03 (Fig. X4-20)	PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN
85 - 100	Excelente	1	32,52	18,53	12,73	12,10			75,88	4	42,53	85 - 100	Mantenimiento Rutinario	
70 - 85	Muy bueno	2	32,52	18,53	32,52	2,00			85,57	3	41,76	70 - 85		
55 - 70	Bueno	3	32,52	18,53	2,00	2,00			55,05	2	40,54	55 - 70	Mantenimiento Periódico	
40 - 55	Regular	4	32,52	2,00	2,00	2,00			38,52	1	38,52	40 - 55		
25 - 40	Malo	5										25 - 40	Rehabilitación	
10 - 25	Muy malo	6										10 - 25		
0 - 10	Fallado	7										0 - 10	Construcción	
		8										0 - 10		
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC						MÁX. VDC		42,53		Nota: En base al resultado del PCI = 57,47 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico.	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =						57,47		BUENO			

Anexo 21

Unidad de Muestra 22 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE												
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)												
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO												
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+588								
MUESTRA:		U22 - Carril Derecho		ABCISA FINAL: 0+616								
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8								
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA	DIAGRAMA							
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$								
2	Exudación	EX	m2									
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD								
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Baja	Low	L						
5	Corrugación	COR	m2	Media	Medium	M						
6	Depresión	DEP	m2	Alta	High	H						
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril/berma	DN	m									
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA	
1	H	m2	2,55	1,95		4,97	4,97	1,60	35,99	Parqueo profundo	1"	
3	M	m2	2	1		2,00	8,30	2,67	7,41	Sellado de grietas		
3	M	m2	3	2,1		6,30						
10	L	m	5,1			5,10	8,82	2,84	1,70	Sellado de grietas		
10	L	m	1,5			1,50						
10	L	m	2,22			2,22						
11	L	m2	4	1		4,00	5,55	1,79	3,96			
11	L	m2	1,55	1		1,55						
Número de valores deducidos (q)			>2	3								
Valor deducido más alto (HVDi)			35,99									
Número máx. de valores deducidos (mi)			6,88									
						$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98}(100 - HVD_i)$		VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL	49,06	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"		
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07			
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2			VDT	q	VDC	ASTM 6433-03 (Fig. X4.20)		
85 - 100	Excelente	Green	1	35,99	7,41	3,96	1,70		49,06	3	30,34	
70 - 85	Muy bueno	Light Green	2	35,99	7,41	2,00	1,70		47,10	2	34,97	
55 - 70	Bueno	Yellow	3	35,99	2,00	2,00	1,70		41,69	1	41,69	
40 - 55	Regular	Orange	4									
25 - 40	Malo	Red	5									
10 - 25	Muy malo	Dark Red	6									
0 - 10	Fallado	Black	7									
			8									
ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC					MÁX. VDC	41,69	Nota: En base al resultado del PCI = 58,31 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico		
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =			58,31		BUENO				



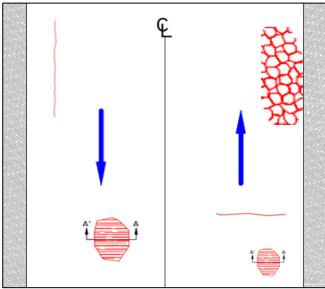
Anexo 22

Unidad de Muestra 24 - Av. Francisco Pizarro (Carril Izquierdo)

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+644										
MUESTRA:		U24 - Carril Izquierdo		ABCISA FINAL: 0+672										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 310,8										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	<div style="text-align: center;"> <p>DIAGRAMA</p> </div>										
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA						NIVEL DE SEVERIDAD								
$i = \frac{N}{n} = 2$				<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	11	3,2		35,20								
1	H	m2	3	2,5		7,50	58,90	18,95	69,44	Parqueo profundo o sobrecarpeta	1"			
1	H	m2	5,4	3		16,20								
3	H	m2	4,3	2		8,60	10,20	3,28	15,06	Sellado de grietas o sobrecarpeta				
3	H	m2	2	0,8		1,60								
10	H	m	4,3			4,30	4,30	1,38	9,51	Sellado de grietas				
10	M	m	4			4,00								
10	M	m	2,5			2,50	9,50	3,06	7,04	Sellado de grietas				
10	M	m	3			3,00								
Número de valores deducidos (q)			>2	4			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		101,05	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"				
Valor deducido mas alto (HVDi)			69,44											
Número máx. de valores deducidos (mi)			3,81											
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07			
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2								PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN		
85 - 100	Excelente	1	69,44	15,06	9,51	5,70		99,71	4	56,83	85 - 100	Mantenimiento Rutinario		
70 - 85	Muy bueno	2	69,44	15,06	9,51	2,00		96,01	3	60,61	70 - 85			
55 - 70	Bueno	3	69,44	15,06	2,00	2,00		88,50	2	63,1	55 - 70	Mantenimiento Periódico		
40 - 55	Regular	4	69,44	2,00	2,00	2,00		75,44	1	75,44	40 - 55			
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación		
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25			
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción		
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC					MÁX. VDC	75,44		Nota: En base al resultado del PCI = 24,56 se debe intervenir a la vía con una rehabilitación			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =					24,56	MUY MALO					

Anexo 23

Unidad de Muestra 24 - Av. Francisco Pizarro (Carril Derecho)

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)												
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA AV. FRANCISCO PIZARRO												
UBICACIÓN: Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL:		0+644								
MUESTRA: U24 - Carril Derecho		ABCISA FINAL:		0+672								
REALIZADO POR: Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2):		310,8								
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA		DIAGRAMA						
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 10$								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$								
2	Exudación	EX	m2	NIVEL DE SEVERIDAD								
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	Baja	Low	L						
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Media	Medium	M						
5	Corrugación	COR	m2	Alta	High	H						
6	Depresión	DEP	m2									
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril/berma	DN	m									
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA	
1	H	m2	3,5	1,3		4,55	4,55	1,46	34,57	Parqueo profundo	1"	
1	M	m2	2,2	1,2		2,64	2,64	0,85	0,30	Parqueo parcial		
10	M	m	3,7			3,70						
10	M	m	4			4,00	7,70	2,48	10,51	Sellado de grietas		
10	M	m	6,5			6,50						
13	M	und	1			1,00	1,00	0,32	14,16	Parqueo parcial		
Número de valores deducidos (q)			>2	3				VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		59,54	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 1"	
Valor deducido mas alto (HVDi)			34,57									
Número máx. de valores deducidos (mi)			7,01									
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS				VDT		q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2							ASTM 6433-03 (Fig. X4-20)	PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN
85 - 100	Excelente	1	34,57	14,16	10,51	0,30		59,54	3	37,68	85 - 100	Mantenimiento Rutinario
70 - 85	Muy bueno	2	34,57	14,16	2,00	0,30		51,03	2	37,72	70 - 85	
55 - 70	Bueno	3	34,57	2,00	2,00	0,30		38,87	1	38,87	55 - 70	Mantenimiento Periódico
40 - 55	Regular	4									40 - 55	
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25	
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción
		8									0 - 10	
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC				MÁX. VDC		38,87		Nota: En base al resultado del PCI = 61,13 se debe intervenir a la vía con mantenimiento periódico.	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =				61,13		BUENO			

Anexo 24

Unidad de muestra 1 - Calle Cuarta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL													
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE																	
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)																	
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA																	
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+672													
MUESTRA:		U1		ABCISA FINAL: 0+703,5													
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 229,95													
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA	DIAGRAMA												
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + (SD)^2} = 6$													
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$													
2	Exudación	EX	m2														
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD													
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2	Baja	Low	L											
5	Corrugación	COR	m2	Media	Medium	M											
6	Depresión	DEP	m2	Alta	High	H											
7	Grieta de borde	GB	m														
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m														
9	Deseñel carril/berma	DN	m														
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m														
11	Parqueo	PA	m2														
12	Pulimiento de agregados	PU	m2														
13	Huecos	HUE	und														
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2														
15	Ahuellamiento	AHU	m2														
16	Desplazamiento	DES	m2														
17	Grieta parabólica	GP	m2														
18	Hinchamiento	HN	m2														
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2														
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA						
1	H	m2	LARGO	ANCHO	PROF.	3,90											
1	H	m2	2,03	1,92		0,18	10,02	4,36	50,34	Parqueo profundo o sobrecarpeta							
1	H	m2	0,58	0,31		5,94											
1	H	m2	3,96	1,5		1,65	1,65	0,72	18,58	Parqueo parcial							
1	M	m2	1,77	0,93		2,17	2,17	21,70	9,08	Sello superficial							
7	H	m	2,17			33,31	33,31	14,49	5,65	-	2"						
9	L	m	33,31			12,27											
10	M	m	12,27			0,86	16,34	7,11	14,47	Sello de grietas							
10	M	m		0,86		1,54											
10	M	m		1,54		1,67											
10	M	m	1,67			0,13	97,73	42,50	54,60	Sustitución de parqueo (en caso de requerirlo)							
11	M	m2	0,4	0,33		97,60											
11	M	m2	33,31	2,93		14,39	14,39	6,26	14,81	Sobrecarpeta							
19	H	m2	5,47	2,63													
Número de valores deducidos (q)		>2		6				VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		167,53							
Valor deducido mas alto (HVDi)		54,60								Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 2"							
Número máx. de valores deducidos		(mi)		5,17													
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03		Nº		VALORES DEDUCIDOS				VDT		q		VDC		ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07			
PCI		CLASIFICACIÓN		*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2								ASTM 6433-03 (Fig. X4.20)		PCI		TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	[Verde]		1	54,60	50,34	18,58	14,81	2,00	140,79	5	72,32	85 - 100				
70 - 85	Muy bueno	[Amarillo]		2	54,60	50,34	18,58	14,81	2,00	140,33	4	72,13	70 - 85		Mantenimiento Rutinario		
55 - 70	Bueno	[Verde]		3	54,60	50,34	18,58	2,00	2,00	127,52	3	77,14	55 - 70		Mantenimiento Periódico		
40 - 55	Regular	[Amarillo]		4	54,60	50,34	2,00	2,00	2,00	110,94	2	76,47	40 - 55		Rehabilitación		
25 - 40	Malo	[Rojo]		5	54,60	2,00	2,00	2,00	2,00	62,60	1	62,6	25 - 40		Rehabilitación		
10 - 25	Muy malo	[Rojo]		6									10 - 25		Construcción		
0 - 10	Fallado	[Rojo]		7									0 - 10		Construcción		
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)				PCI = 100 - Máx. VDC				MÁX. VDC		77,14		Nota: En base al resultado del PCI = 22,86 se debe intervenir a la vía con construcción					
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				PCI =				22,86		MUY MALO							

Anexo 25

Unidad de muestra 3 - Calle Cuarta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE																
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)																
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA																
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+735												
MUESTRA:		U3		ABCISA FINAL: 0+766,5												
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 229,95												
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA												
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + (SD)^2} = 6$												
1	Piel de cocodrilo	PC	m2													
2	Exudación	EX	m2													
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2													
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2													
5	Corrugación	COR	m2													
6	Depresión	DEP	m2													
7	Grieta de borde	GB	m													
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m													
9	Desnivel carril/berma	DN	m													
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m													
11	Parcheo	PA	m2													
12	Pulimiento de agregados	PU	m2													
13	Huecos	HUE	und													
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2													
15	Ahuellamiento	AHU	m2													
16	Desplazamiento	DES	m2													
17	Grieta parabólica	GP	m2													
18	Hinchamiento	HN	m2													
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2													
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA						NIVEL DE SEVERIDAD										
$i = \frac{N}{n} = 2$				<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H		
Baja	Low	L														
Media	Medium	M														
Alta	High	H														
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA					
			LARGO	ANCHO	PROF.											
1	H	m2	7,26	1,48		10,74	66,55	28,94	75,23	Parcheo profundo o sobre carpeta	2"					
1	H	m2	3,82	1,95		7,45										
1	H	m2	3,81	1,28		4,88										
1	H	m2	3,68	1,18		4,34										
1	H	m2	2,92	1,28		3,74										
1	H	m2	2,75	1,31		3,60										
1	H	m2	2,4	1,18		2,83										
1	H	m2	6,71	1,67		11,21										
1	H	m2	5,4	1,82		9,83										
1	H	m2	5,05	1,57		7,93										
1	M	m2	2,04	1,7		3,47	3,47	1,51	25,16	Parcheo parcial						
10	M	m	1,15			1,15	5,03	2,19	5,04	Sello de grietas						
10	M	m		0,76		0,76										
10	M	m	2,39			2,39										
10	M	m		0,73		0,73	1,33	0,58	0,00	Sello de grietas >3mm						
10	L	m	1,33			1,33										
11	L	m2	2,16	0,78		1,68	7,08	3,08	6,71							
11	L	m2	3	1,8		5,40										
13	M	und	1			1,00	1,00	0,43	18,19	Parcheo parcial						
Número de valores deducidos (q)			>2	6	$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$		VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		130,33		Parcheo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 2"					
Valor deducido mas alto (HVDi)			75,23													
Número máx. de valores deducidos (mi)			3,27													
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT		q		VDC		ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2										PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	Green	1	75,23	25,16	4,91			105,30	3	54,65	85 - 100	Mantenimiento Rutinario			
70 - 85	Muy bueno	Yellow	2	75,23	25,16	2,00			102,39	2	64,195	70 - 85				
55 - 70	Bueno	Orange	3	75,23	2,00	2,00			79,23	1	79,23	55 - 70	Mantenimiento Periódico			
40 - 55	Regular	Red	4									40 - 55				
25 - 40	Malo	Dark Red	5									25 - 40	Rehabilitación			
10 - 25	Muy malo	Black	6									10 - 25				
0 - 10	Fallado	Grey	7									0 - 10	Construcción			
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC				MÁX. VDC		79,23		Nota: En base al resultado del PCI = 20,77 se debe intervenir a la vía con construcción nueva.					
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =				20,77		MUY MALO							

Anexo 26

Unidad de Muestra 5 - Calle Cuarta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL								
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE												
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)												
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA												
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+798								
MUESTRA:		U5		ABCISA FINAL: 0+829,5								
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 229,95								
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA	DIAGRAMA							
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{0,2}{4} \times (N-1) + (SD)^2} = 6$								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA $i = \frac{N}{n} = 2$								
2	Exudación	EX	m2									
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2	NIVEL DE SEVERIDAD								
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2		Baja Low L							
5	Corrugación	COR	m2	Media Medium M								
6	Depresión	DEP	m2	Alta High H								
7	Grieta de borde	GB	m									
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m									
9	Desnivel carril/berma	DN	m									
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m									
11	Parqueo	PA	m2									
12	Pulimiento de agregados	PU	m2									
13	Huecos	HUE	und									
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2									
15	Ahuellamiento	AHU	m2									
16	Desplazamiento	DES	m2									
17	Grieta parabólica	GP	m2									
18	Hinchamiento	HN	m2									
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2									
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA	
			LARGO	ANCHO	PROF.							
1	H	m2	25	1,67		41,75						
1	H	m2	3,52	1,14		4,01	45,76	19,90	70,31	Parqueo profundo		
1	M	m2	2,87	1,35		3,87						
1	M	m2	6,7	0,92		6,16	12,74	5,54	39,03	Parqueo parcial		
1	M	m2	1,64	1,65		2,71						
3	M	m2	1,96	1,89		3,70	3,70	1,61	4,20	Sellado de grietas		
4	L	m2	1,5			1,50	1,64	0,71	2,75	-	2"	
4	L	m2	0,3	0,46		0,14						
7	L	m	0,71			0,71	0,71	0,31	0,12	sello de grietas >3mm		
10	H	m	4,18			4,18	4,18	1,82	11,49	sello de grietas		
11	L	m2	0,31	0,3		0,09						
11	L	m2	0,2	0,32		0,06	0,24	0,10	0	-		
11	L	m2	0,22	0,38		0,08						
13	M	und	1			1,00	1,00	0,43	18,19	Parqueo parcial		
Número de valores deducidos (q)			>2	6			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		146,09	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 2"		
Valor deducido mas alto (HVDI)			70,31									
Número máx. de valores deducidos (mi)			3,73									
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS				VDT		q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07	
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2							ASTM 6433-03 (Fig. X4.20)	PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN
85 - 100	Excelente	1	70,31	39,03	18,19	8,39		135,92	4	75,96	85 - 100	
70 - 85	Muy bueno	2	70,31	39,03	18,19	2,00		129,53	3	78,24	70 - 85	Mantenimiento Rutinario
55 - 70	Bueno	3	70,31	39,03	2,00	2,00		113,34	2	77,67	55 - 70	Mantenimiento Periódico
40 - 55	Regular	4	70,31	2,00	2,00	2,00		76,31	1	76,31	40 - 55	
25 - 40	Malo	5									25 - 40	Rehabilitación
10 - 25	Muy malo	6									10 - 25	
0 - 10	Fallado	7									0 - 10	Construcción
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC				MÁX. VDC		78,24		Nota: En base al resultado del PCI = 21,76 se debe intervenir a la vía con construcción nueva.	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =				21,76		MUY MALO			

Anexo 27

Unidad de Muestra 7 - Calle Cuarta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+861										
MUESTRA:		U7		ABCISA FINAL: 0+892,5										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 229,95										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 6$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2											
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parqueo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA						$i = \frac{N}{n} = 2$								
NIVEL DE SEVERIDAD				<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	6,45	1,24		8,00	8,00	3,48	47,32	Parqueo profundo	2"			
1	M	m2	0,93	1,22		1,13								
1	M	m2	4,53	1,58		7,16	10,17	4,42	36,75	Parqueo parcial				
1	M	m2	1,88	1,07		1,88								
10	M	m	1,92			1,92								
10	M	m	1,62			1,62	4,64	2,02	4,65	Sellado de grietas				
10	M	m	1,1			1,10								
10	L	m	2,08			2,08								
10	L	m	2,71			2,71				sello de grietas >3mm				
10	L	m	1,53			1,53	12,30	5,35	4,58	sello de grietas				
10	L	m	2,24			2,24								
10	L	m	3,74			3,74								
11	M	m2	1,12	1,15		1,29	1,29	0,56	7,18					
13	M	und	1			1,00	1,00	0,43	18,19	Parqueo parcial				
Número de valores deducidos (q)			>2	6			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		118,67	Parqueo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 2"				
Valor deducido mas alto (HVDi)			47,32											
Número máx. de valores deducidos (mi)			5,84											
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07			
PCI	CLASIFICACIÓN	Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2							ASTM 6433-03 (Fig. X4-20)	PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN		
85 - 100	Excelente	1	47,32	36,75	18,19	7,18	4,65	3,85	117,94	6	57,97	85 - 100	Mantenimiento Rutinario	
70 - 85	Muy bueno	2	47,32	36,75	18,19	7,18	4,65	2,00	116,09		60,045			
55 - 70	Bueno	3	47,32	36,75	18,19	7,18	2,00	2,00	113,44	4	64,064	55 - 70	Mantenimiento Periódico	
40 - 55	Regular	4	47,32	36,75	18,19	2,00	2,00	2,00	108,26	3	67,13			
25 - 40	Malo	5	47,32	36,75	2,00	2,00	2,00	2,00	92,07	2	65,449	25 - 40	Rehabilitación	
10 - 25	Muy malo	6	47,32	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	57,32	1	57,32			
0 - 10	Fallado	7										10 - 25	Construcción	
		8												
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)			PCI = 100 - Máx. VDC					MÁX. VDC		67,13	Nota: En base al resultado del PCI = 32,87 se debe intervenir a la vía con Rehabilitación			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			PCI =					32,87		MALO				

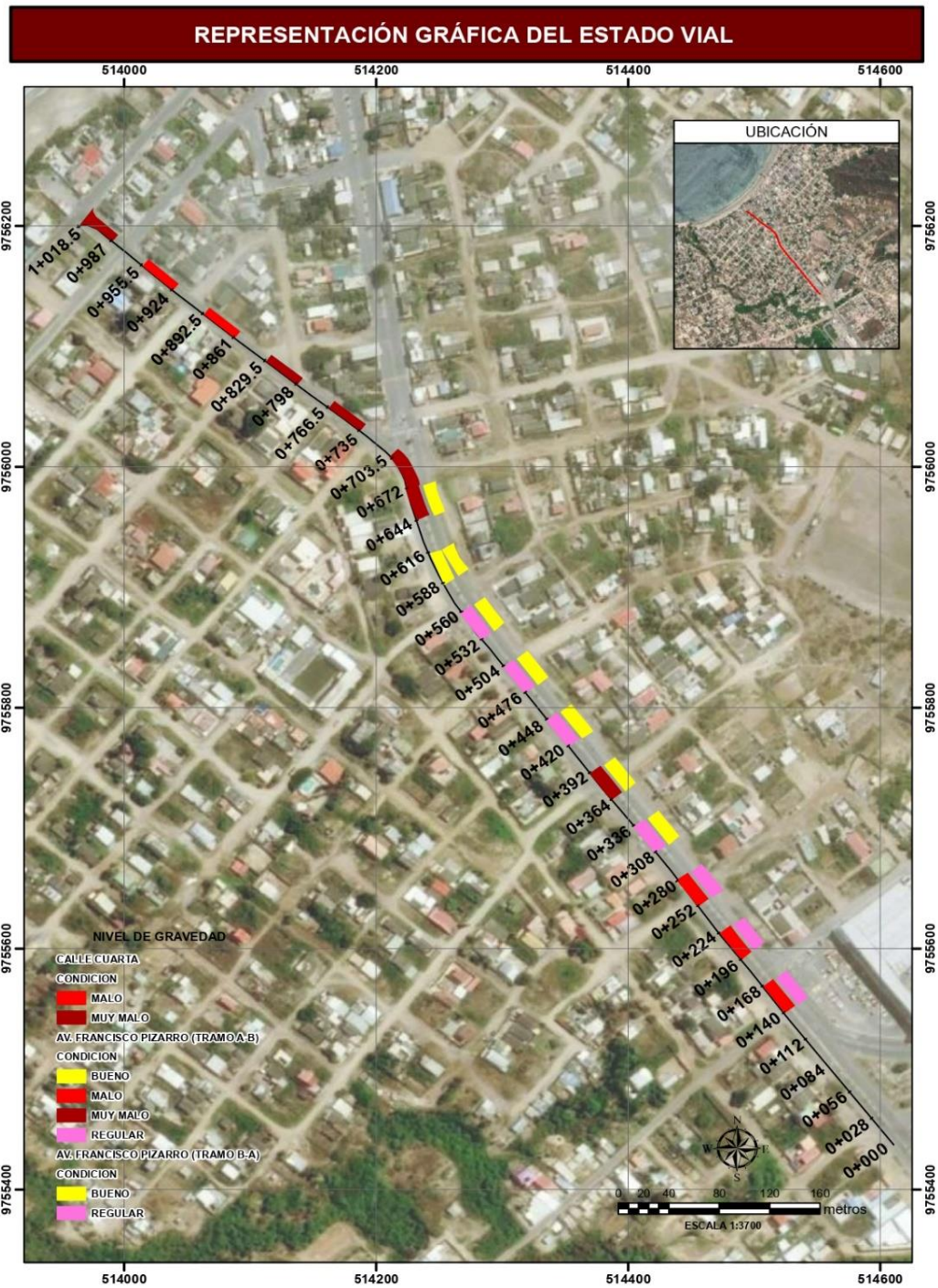
Anexo 29

Unidad de Muestra 11 - Calle Cuarta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE														
Método Pavement Condition Index (PCI) (Norma ASTM 6433-03)														
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA														
UBICACIÓN:		Santa Elena, Primer Tramo Calle Cuarta		ABCISA INICIAL: 0+987										
MUESTRA:		U11		ABCISA FINAL: 1+018,5										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela		AREA DE MUESTRA (m2): 229,95										
TIPOS DE FALLAS				UNIDAD DE MUESTRA										
Nº	TIPO DE FALLA	COD.	UND	$n = \frac{N \times (SD)^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + (SD)^2} = 6$										
1	Piel de cocodrilo	PC	m2											
2	Exudación	EX	m2											
3	Agrietamiento en bloque	BLO	m2											
4	Abultamiento y Hundimiento	ABH	m2											
5	Corrugación	COR	m2											
6	Depresión	DEP	m2											
7	Grieta de borde	GB	m											
8	Grieta de reflexión de junta	GR	m											
9	Desnivel carril/berma	DN	m											
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m											
11	Parcheo	PA	m2											
12	Pulimiento de agregados	PU	m2											
13	Huecos	HUE	und											
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2											
15	Ahuellamiento	AHU	m2											
16	Desplazamiento	DES	m2											
17	Grieta parabólica	GP	m2											
18	Hinchamiento	HN	m2											
19	Desprendimiento de agregados	DAG	m2											
INTERVALO DE UNIDAD DE MEDIDA						NIVEL DE SEVERIDAD								
$i = \frac{N}{n} = 2$				<table border="1"> <tr> <td>Baja</td> <td>Low</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>Medium</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Alta</td> <td>High</td> <td>H</td> </tr> </table>		Baja	Low	L	Media	Medium	M	Alta	High	H
Baja	Low	L												
Media	Medium	M												
Alta	High	H												
FALLA	SEVERIDAD	UND	CANTIDADES			CANT. PARCIAL	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DE DEDUCCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN	SOBRECARPETA			
			LARGO	ANCHO	PROF.									
1	H	m2	2,1	1,87		3,93								
1	H	m2	1,05	2,15		2,26	21,55	9,37	60,48	Parcheo profundo o sobrecarpeta				
1	H	m2	4,05	3,15		12,76								
1	H	m2	2,9	0,9		2,61								
1	M	m2	4,25	1,1		4,68	7,44	3,23	37,16	Parcheo Parcial				
1	M	m2	2,3	1,2		2,76								
1	L	m2	5,53	2,98		16,48	16,48	7,17	29,34	Sello Superficial				
3	M	m2	1,91	2,61		4,99	4,99	2,17	6,21	Sellado de grietas				
3	L	m2	2,63	1,12		2,95	2,95	1,28	0,36	Sellado de grietas				
10	M	m	3,23			3,23					2'			
10	M	m	2,03			2,03	8,96	3,90	8,97	Sellado de grietas				
10	M	m	3,7			3,70								
10	L	m	1,33			1,33								
10	L	m	2,14			2,14								
10	L	m	1,39			1,39	6,06	2,64	1,32	Sellado de grietas				
10	L	m	1,2			1,20								
12	H	m2	3,44	1,11		3,82	3,82	1,66	0,00	Fresado y sobrecarpeta				
13	M	und	1			1,00	1,00	0,43	18,19	Parcheo parcial				
19	L	m2	1,36	1		1,36	1,36	0,59	1,58					
Número de valores deducidos (q)			>2	6			VALOR DE DEDUCCIÓN TOTAL		163,61	Parcheo de parcial a profundo, sellado de grietas y sobrecarpeta de 2'				
Valor deducido mas alto (HVDi)			60,48											
Número máx. de valores deducidos (mi)			4,63											
$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$														
CONDICIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO SEGÚN ASTM D6433-03			VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN SEGÚN ASTM D6433-07		
PCI	CLASIFICACIÓN		Nº	*ASTM 6433-03* 9.5.4 (9.5.5.4) Se ordenan de forma descendente y se reducen a 2								PCI	TIPO DE INTERVENCIÓN	
85 - 100	Excelente	Verde	1	60,48	37,16	29,34	12,01			138,99	4	77,74	85 - 100	
70 - 85	Muy bueno	Amarillo	2	60,48	37,16	29,34	2,00			128,98	3	72,49	70 - 85	Mantenimiento Rutinario
55 - 70	Bueno	Verde	3	60,48	37,16	2,00	2,00			101,64	2	77,11	55 - 70	Mantenimiento Periódico
40 - 55	Regular	Amarillo	4	60,48	2,00	2,00	2,00			66,48	1	77,06	40 - 55	
25 - 40	Malo	Rojo	5										25 - 40	Rehabilitación
10 - 25	Muy malo	Rojo	6										10 - 25	
0 - 10	Fallado	Rojo	7										0 - 10	Construcción
			8											
ÍNDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO (PCI)				PCI = 100 - Máx. VDC				MÁX. VDC	77,74	Nota: En base al resultado del PCI = 22,26 se debe intervenir a la vía con construcción nueva.				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				PCI =				22,26	MUY MALO					

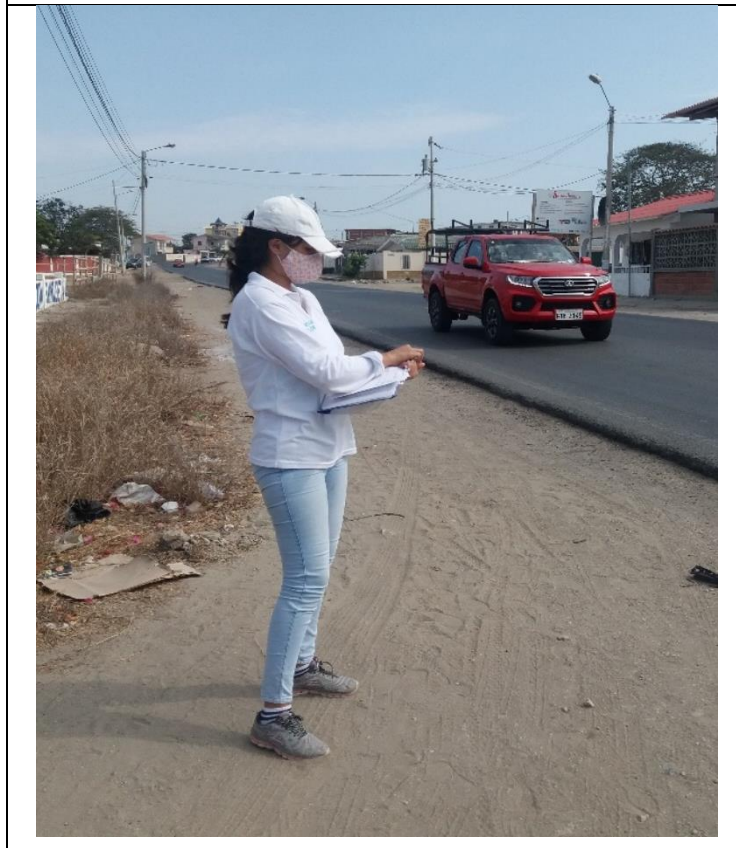
Anexo 30

Modelamiento aplicando el software ArcGis





Anexo 31

Conteo Vehicular



















Anexo 32

Esal's de Diseño - Calle Cuarta

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
ESAL'S de Diseño												
TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA												
UBICACIÓN:		Tramo Calle Cuarta										
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela										
PAVIMENTO FLEXIBLE		SN= 5	Pt= 3									
TIPO DE VEHICULOS	PESOS TON (KIPS)			CANTIDAD	FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA			FACTOR CAMION	TASA CRECIMIENTO	FACTOR CRECIMIENTO	ESALES	
	DELANTEROS	INTERMEDIO	POSTERIORES		AÑO 0	DELANTEROS	INTERMEDIO					POSTERIORES
TAXIS	1,5		1,5	3836	0,001379		0,001379	0,002758	3,60%	28,57	110346	
	3,31	0,00	3,31		S		S					
AUTOS	2		2	4545	0,00405		0,00405	0,0081	3,60%	28,57	383952	
	4,41	0,00	4,41		S		S					
CAMIONETAS	2		3	3083	0,00405		0,02054	0,02459	3,60%	28,57	790572	
	4,41	0,00	6,61		S		S					
BUS	7		11	486	0,5769		2,69125	3,26815	1,70%	23,58	13676288	
	15,43	0,00	24,25		S		S					
BUS INT.	7		12	31	0,5769		3,5232	4,1001	1,70%	23,58	1102334	
	15,43	0,00	26,46		S		S					
C2-P	4		9	344	0,06501		0,09612	0,16113	2,72%	26,12	528649	
	8,82	0,00	19,84		S		S					
C2-G	7		11	360	0,5769		2,69125	3,26815	2,72%	26,12	11208956	
	15,43	0,00	24,25		S		TAN					
C3-4	7		22	78	0,5769		3,69	4,2669	2,72%	26,12	3192515	
	15,43	0,00	48,50		S		TAN					
C5	7		20	22	17	0,5769	2,7289	3,69	6,9958	2,72%	26,12	1136125
	15,43	44,09	48,50		S		TAN	TRI				
C6	7		20	24	29	0,5769	2,7289	1,54555	4,85135	2,72%	26,12	1360004
	15,43	44,09	52,91		S		TAN	TRI				
TOTAL				12811								
PAVIMENTO FLEXIBLE												
Año proyectado		20										
FACTORES		ESAL		33489742,33								
		DIRECCIONAL		0,45								
		CARRIL		0,8								
TRAFICO DISEÑO		12056307,238 EJES DE DISEÑO										
		1,21E+07										


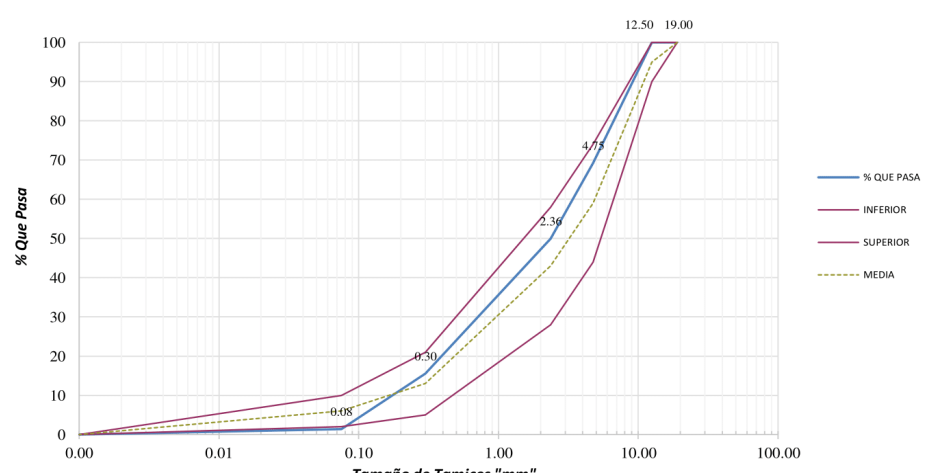
Anexo 33

Esal's de Diseño - Av. Francisco Pizarro

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA		FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		ESAL'S de Diseño							
				TESIS: ESTUDIOS DE LAS PATOLOGÍAS Y REPARACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN LA CALLE CUARTA									
UBICACIÓN:		Tramo Calle Cuarta											
REALIZADO POR:		Matías Andy - Jami Leonela											
PAVIMENTO FLEXIBLE		SN= 5	Pt= 3	CANTIDAD		FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA		FACTOR	TASA	FACTOR	ESALES		
TIPO DE VEHICULOS	AÑO 0	PESOS TON (KIPS)			DELANTEROS	INTERMEDIO	POSTERIORES	CAMION	CRECIMIENTO	CRECIMIENTO			
		DELANTEROS	INTERMEDIO	POSTERIORES									
	AUTOMOVIL	1,5		1,5	14262	0,001379		0,001379	0,002758	3,60%	28,57	410214	
		3,31	0,00	3,31									
	CAMIONETAS	2		2	7130	0,00405		0,00405	0,0081	3,60%	28,57	602295	
		4,41	0,00	4,41									
	BUSES	7		11	2126	0,5769		2,69125	3,26815	1,70%	23,58	59803681	
		15,43	0,00	24,25									
	2D	3		4	94	0,02054		0,06501	0,08555	2,72%	26,12	76450	
		6,61	0,00	8,82									
	2DA	3		7	387	0,02054		0,5769	0,59744	2,72%	26,12	2204359	
		6,61	0,00	15,43									
	2DB	7		11	407	0,5769		2,69125	3,26815	2,72%	26,12	12670400	
		15,43	0,00	24,25									
	3-A	7		20	48	0,5769		2,7289	3,3058	2,72%	26,12	1499715	
		15,43	0,00	44,09									
	V2DB	7		11	18	0,5769		2,69125	3,26815	2,72%	26,12	546375	
		15,43	0,00	24,25									
	V3A	7		20	18	0,5769		2,7289	3,3058	2,72%	26,12	577449	
		15,43	0,00	44,09									
	T2	7		11	21	0,5769		2,69125	3,26815	2,72%	26,12	645331	
		15,43	0,00	24,25									
	T3	7		20	14	0,5769		2,7289	3,3058	2,72%	26,12	450429	
		15,43	0,00	44,09									
	2S2	7		11	20	0,5769	2,69125	2,7289	5,99705	2,72%	26,12	653017	
		15,43	24,25	44,09									
	3S2	7		20	7	0,5769	2,7289	2,7289	6,0347	2,72%	26,12	415948	
		15,43	44,09	44,09									
	3S3	7		20	24	0,5769	2,7289	1,54555	4,85135	2,72%	26,12	2194631	
		15,43	44,09	52,91									
TOTAL				24590									
PAVIMENTO FLEXIBLE		Año proyectado		20	ESAL		82750292,26	FACTORES		DIRECCIONAL	0,45	CARRIL	0,8
				TRAFICO DISEÑO		29790105,213 EJES DE DISEÑO							

Anexo 34

Ensayo de Extracción de Núcleo – Muestra 1

	INFORME DE RESULTADOS: ENSAYOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE						
	PROYECTO: TESIS "ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA, UBICADA EN EL CANTON SANTA ELENA -PROVINCIA DE SANTA ELENA" CLIENTE: MATIAS PANCHANA ANDY JOSUE - JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY						
ING-LAB200-FT06-01							
INFORME #: 001	FECHA DE EMISION: 29 de enero de 2021						
IDENTIFICACION DE MUESTRA: M1	FECHA RECEPCION DE MUESTRA: 16 de enero de 2021						
EXTRACCIÓN DE ASFALTO: PORCENTAJE DE ASFALTO NORMA ASTM D-2172		GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA RICE ASTM D-2041 / AASHTO T-209					
PESO INICIAL DE LA MUESTRA	853	PESO MUESTRA	1064				
PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO	14.22	PESO MATRAZ	7354				
PESO PAPEL FILTRO DESPUES DEL ENSAYO	16.01	P. MAT. + MUESTRA	7986				
PESO FINAL DE LA MUESTRA	789.40 gr	2.46 g/cm3.					
PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO	1.79						
PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA	7.25%						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS PROVENIENTE DE EXTRACCION NORMA AASHTO T-30							
IAG-01							
TAMANO NOMINAL MAXIMO DEL AGREGADO 12.50 mm 1/2"							
TAMICES		PESO PARCIAL "gr"	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515		
"in"	"mm"				LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	CUMPLIMIENTO
3/4"	19.00	0	0.00	100.00	100		✓
1/2"	12.50	0	0.00	100.00	90	100	✓
Nº 4	4.75	242.89	30.77	69.23	44	74	✓
Nº 8	2.36	152	19.26	49.98	28	58	✓
Nº 50	0.30	271.93	34.45	15.53	5	21	✓
Nº 200	0.08	111.64	14.14	1.39	2	10	✗
Fondo	0.00	10.94	1.39	0.00	0	0	✓
TOTAL		789.40 gr					
CURVA GRANULOMÉTRICA DE EXTRACCIÓN							
							
LABORATORISTA		ELABORADO		VERIFICADO		SELLO	
Ing. Felix Torres B.		Srta. Heidy Canales		Ing. Jennifer Lindao		Documento válido con firma y sello	

Dirección: Los Caracoles manz. 1B solar 7 - Cel.: 042953750
 ingeotop@hotmail.es www.ingeotop.net



ING-LAB200-FT03-01

INFORME DE RESULTADOS: ENSAYOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

PROYECTO: TESIS "ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA, UBICADA EN EL CANTON SANTA ELENA - PROVINCIA DE SANTA ELENA"
CLIENTE : MATIAS PANCHANA ANDY JOSUE - JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY

INFORME #: 001

FECHA DE EMISION: 29 de enero de 2021

IDENTIFICACION DE MUESTRA : M1

FECHA RECEPCION DE MUESTRA: 16 de enero de 2021

TEMPERATURA : 135 °C

MÉTODO MARSHALL - NORMA ASTM D 1559


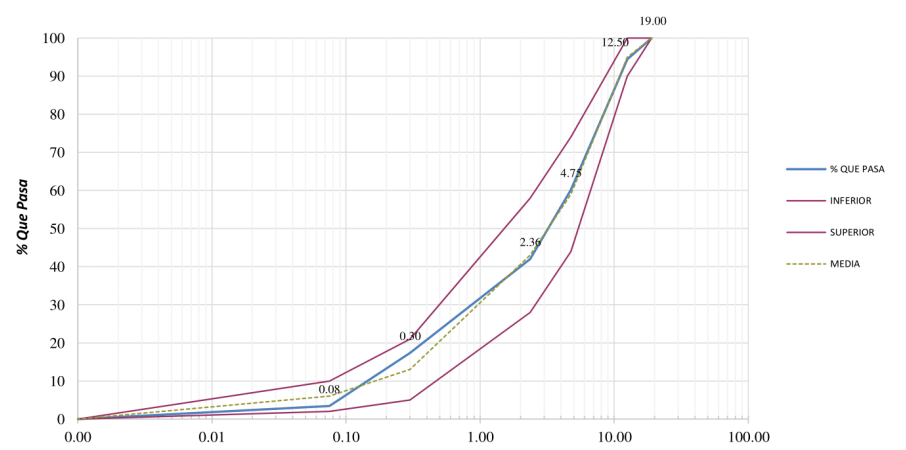
Fecha	Nº Briqueta	% Asfalto Utilizado (P _b)	ANALISIS VOLUMETRICO							IM- 001			ESTABILIDAD				FLUJO
			Altura cm	Volumen cm ³	Peso de Briqueta			Gravedad Especifica de la Mezcla		% Volumen de Vacíos	IM-01				Flujo 0,01"		
					Aire gr	SSS gr	Agua gr	Bulk (G _{mb}) g/cm ³	Maxima Teorica RICE (G _{mm}) gr/cm ³		Estabilidad Ensayo Kg	Corrección por Volumen Briqueta	Estabilidad Corregida Kg	Estabilidad Corregida Lb			
	1		6.78	407.00	1008.0	854.0	447.0	2.477			3030.5	1.47	4454.84	9821.23	15		
	2		6.32	413.00	867.0	868.0	455.0	2.099			6940.6	1.47	10202.68	22493.06	16		
Promedio		7.25%	6.55	410.00	937.5	861.0	451.0	2.288	2.46	7.11				16157.15	16		

MODULO DE RIGIDEZ		IM-01
RIGIDEZ MARSHALL (Kg/cm)		18033.36 Kg/cm

LABORATORISTA	ELABORADO	VERIFICADO	SELLO
Ing. Felix Torres	Srta. Heidy Canales	Ing. Jennifer Lindao	Documento válido con firma y sello

Anexo 35

Ensayo de Extracción de Núcleo - Muestra 2

	INFORME DE RESULTADOS: ENSAYOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE																																																																					
ING-LAB200-FT06-01	PROYECTO: TESIS "ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA, UBICADA EN EL CANTON SANTA ELENA -PROVINCIA DE SANTA ELENA" CLIENTE : MATIAS PANCHANA ANDY JOSUE - JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY																																																																					
INFORME #: 002 IDENTIFICACION DE MUESTRA : M2	FECHA DE EMISION: 29 de enero de 2021 FECHA RECEPCION DE MUESTRA: 16 de enero de 2021																																																																					
EXTRACCIÓN DE ASFALTO: PORCENTAJE DE ASFALTO NORMA ASTM D-2172	GRAVEDAD ESPECIFICA MAXIMA TEORICA RICE ASTM D-2041 / AASHTO T-209																																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>PESO INICIAL DE LA MUESTRA</td><td style="text-align: right;">1027</td></tr> <tr><td>PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO</td><td style="text-align: right;">14.38</td></tr> <tr><td>PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO</td><td style="text-align: right;">15.86</td></tr> <tr><td>PESO FINAL DE LA MUESTRA</td><td style="text-align: right;">945.94 gr</td></tr> <tr><td>PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO</td><td style="text-align: right;">1.48</td></tr> <tr><td>PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA</td><td style="text-align: right;">7.75%</td></tr> </table>	PESO INICIAL DE LA MUESTRA	1027	PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO	14.38	PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO	15.86	PESO FINAL DE LA MUESTRA	945.94 gr	PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO	1.48	PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA	7.75%	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>PESO MUESTRA</td><td style="text-align: right;">1076</td></tr> <tr><td>PESO MATRAZ</td><td style="text-align: right;">7354</td></tr> <tr><td>P. MAT. + MUESTRA</td><td style="text-align: right;">8010</td></tr> <tr><td colspan="2" style="text-align: center;">2.56 g/cm3.</td></tr> </table>	PESO MUESTRA	1076	PESO MATRAZ	7354	P. MAT. + MUESTRA	8010	2.56 g/cm3.																																																		
PESO INICIAL DE LA MUESTRA	1027																																																																					
PESO PAPEL FILTRO ANTES DEL ENSAYO	14.38																																																																					
PESO PAPEL FILTRO DESPUÉS DEL ENSAYO	15.86																																																																					
PESO FINAL DE LA MUESTRA	945.94 gr																																																																					
PESO DE MUESTRA RETENIDA EN PAPEL FILTRO	1.48																																																																					
PORCENTAJE DE ASFALTO EN LA MUESTRA	7.75%																																																																					
PESO MUESTRA	1076																																																																					
PESO MATRAZ	7354																																																																					
P. MAT. + MUESTRA	8010																																																																					
2.56 g/cm3.																																																																						
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS PROVENIENTE DE EXTRACCION NORMA AASHTO T-30 IAG-02																																																																						
TAMANO NOMINAL MAXIMO DEL AGREGADO 12.50 mm 1/2"																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TAMICES</th> <th rowspan="2">PESO PARCIAL "gr"</th> <th rowspan="2">% RETENIDO</th> <th rowspan="2">% QUE PASA</th> <th colspan="3">ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515</th> </tr> <tr> <th>"in"</th> <th>"mm"</th> <th>LÍMITE SUPERIOR</th> <th>LÍMITE INFERIOR</th> <th>CUMPLIMIENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3/4"</td><td>19.00</td><td>0</td><td>0.00</td><td>100.00</td><td>100</td><td></td><td>✓</td></tr> <tr><td>1/2"</td><td>12.50</td><td>52.94</td><td>5.60</td><td>94.40</td><td>90</td><td>100</td><td>✓</td></tr> <tr><td>Nº 4</td><td>4.75</td><td>324</td><td>34.25</td><td>60.15</td><td>44</td><td>74</td><td>✓</td></tr> <tr><td>Nº 8</td><td>2.36</td><td>171.43</td><td>18.12</td><td>42.03</td><td>28</td><td>58</td><td>✓</td></tr> <tr><td>Nº 50</td><td>0.30</td><td>233.09</td><td>24.64</td><td>17.39</td><td>5</td><td>21</td><td>✓</td></tr> <tr><td>Nº 200</td><td>0.08</td><td>132.2</td><td>13.98</td><td>3.41</td><td>2</td><td>10</td><td>✓</td></tr> <tr><td>Fondo</td><td>0.00</td><td>32.28</td><td>3.41</td><td>0.00</td><td>0</td><td>0</td><td>✓</td></tr> </tbody> </table>		TAMICES		PESO PARCIAL "gr"	% RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515			"in"	"mm"	LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	CUMPLIMIENTO	3/4"	19.00	0	0.00	100.00	100		✓	1/2"	12.50	52.94	5.60	94.40	90	100	✓	Nº 4	4.75	324	34.25	60.15	44	74	✓	Nº 8	2.36	171.43	18.12	42.03	28	58	✓	Nº 50	0.30	233.09	24.64	17.39	5	21	✓	Nº 200	0.08	132.2	13.98	3.41	2	10	✓	Fondo	0.00	32.28	3.41	0.00	0	0	✓
TAMICES		PESO PARCIAL "gr"	% RETENIDO				% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN MTOP - ASTM D-3515																																																														
"in"	"mm"			LÍMITE SUPERIOR	LÍMITE INFERIOR	CUMPLIMIENTO																																																																
3/4"	19.00	0	0.00	100.00	100		✓																																																															
1/2"	12.50	52.94	5.60	94.40	90	100	✓																																																															
Nº 4	4.75	324	34.25	60.15	44	74	✓																																																															
Nº 8	2.36	171.43	18.12	42.03	28	58	✓																																																															
Nº 50	0.30	233.09	24.64	17.39	5	21	✓																																																															
Nº 200	0.08	132.2	13.98	3.41	2	10	✓																																																															
Fondo	0.00	32.28	3.41	0.00	0	0	✓																																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>TOTAL</td><td style="text-align: right;">945.94 gr</td></tr> </table>		TOTAL	945.94 gr																																																																			
TOTAL	945.94 gr																																																																					
CURVA GRANULOMÉTRICA DE EXTRACCIÓN																																																																						
																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 25%;">LABORATORISTA</td><td style="width: 25%;">ELABORADO</td><td style="width: 25%;">VERIFICADO</td><td style="width: 25%;">SELLO</td></tr> <tr><td>Ing. Felix Torres B.</td><td>Srta. Heidy Canales</td><td>Ing. Jennifer Lindao</td><td>Documento válido con firma y sello</td></tr> </table>	LABORATORISTA	ELABORADO	VERIFICADO	SELLO	Ing. Felix Torres B.	Srta. Heidy Canales	Ing. Jennifer Lindao	Documento válido con firma y sello																																																														
LABORATORISTA	ELABORADO	VERIFICADO	SELLO																																																																			
Ing. Felix Torres B.	Srta. Heidy Canales	Ing. Jennifer Lindao	Documento válido con firma y sello																																																																			

Dirección: Los Caracoles manz.1B solar 7 - Cel.: 042953750
 ingeotop@hotmail.es www.ingeotop.net



INFORME DE RESULTADOS: ENSAYOS EN MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE

PROYECTO: TESIS "ESTUDIO DE LAS PATOLOGIAS Y REPARACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA FRANCISCO PIZARRO Y CALLE CUARTA, UBICADA EN EL CANTON SANTA ELENA - PROVINCIA DE SANTA ELENA"
CLIENTE : MATIAS PANCHANA ANDY JOSUE - JAMI DOMINGUEZ LEONELA MARILEY

ING-LAB200-FT03-01

INFORME #: 002

FECHA DE EMISION: 29 de enero de 2021

IDENTIFICACION DE MUESTRA : _____ M2 _____

FECHA RECEPCION DE MUESTRA: 16 de enero de 2021

TEMPERATURA : 134 °C

MÉTODO MARSHALL - NORMA ASTM D 1559

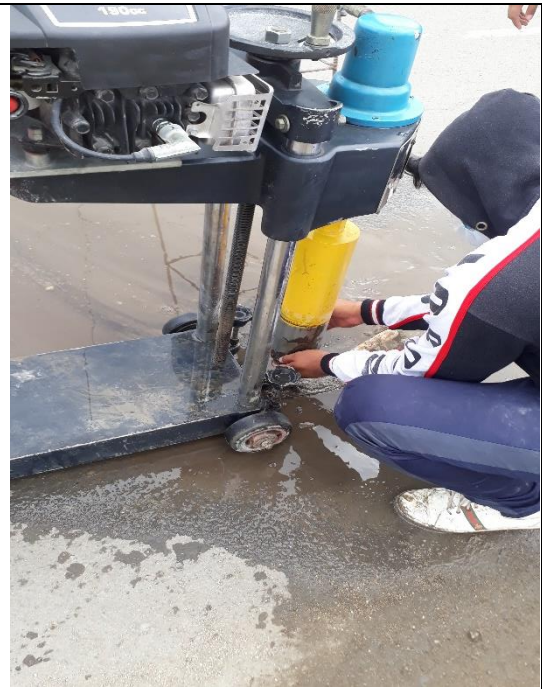
Fecha	Nº Briqueta	% Asfalto Utilizado (P _b)	ANALISIS VOLUMETRICO								ESTABILIDAD				FLUJO IM-02
			Altura cm	Volumen cm ³	Peso de Briqueta			Gravedad Especifica de la Mezcla		% Volumen de Vacios	IM-02				
					Aire gr	SSS gr	Agua gr	Bulk (G _{mb}) g/cm ³	Maxima Teorica RICE (G _{mm}) gr/cm ³		Estabilidad Ensayo Kg	Corrección por Volumen Briqueta	Estabilidad Corregida Kg	Estabilidad Corregida Lb	
	1		6.45	430.00	1032.0	1033.0	603.0	2.400			731.1	1.39	1016.23	2240.40	16
	2		6.21	413.00	991.0	990.0	577.0	2.400			693.8	1.47	1019.89	2248.46	16
Promedio		7.75%	6.33	421.50	1011.5	1011.5	590.0	2.400	2.56	6.33				2244.43	16

MODULO DE RIGIDEZ	
IM-02	
RIGIDEZ MARSHALL (Kg/cm)	2505.06 Kg/cm

LABORATORISTA	ELABORADO	VERIFICADO	SELLO
Ing. Felix Torres	Srta. Heidy Canales	Ing. Jennifer Lindao	Documento válido con firma y sello



Anexo 36

Extracción de Núcleo



Anexo 37

Alternativas de Solución

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
INSPECCIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN						
Nº	TIPO DE FALLA	UNIDAD	NIVEL DE SEVERIDAD	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN		
1	PIEL DE COCODRILO	m ²	L	SELLO SUPERFICIAL		
			M	PARCHEO PARCIAL		
			H	PARCHEO PROFUNDO, SOBRECARPETA O RECONSTRUCCIÓN		
2	EXUDACIÓN	m ²	L			
			M	APLICACIÓN DE ARENA		
			H	APLICACIÓN DE ARENA / AGREGADOS (PRECALENTADO SI ES NECESARIO)		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m ²	L	SELLADO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm		
			M	SELLADO DE GRIETAS		
			H	SELLADO DE GRIETAS O SOBRECARPETA		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m ²	L			
			M	PARCHEO PARCIAL		
			H	PARCHEO PROFUNDO O SOBRECARPETA		
5	CORRUGACIÓN	m ²	L			
			M	PARCHEO PROFUNDO		
			H	RECONSTRUCCIÓN		
6	DEPRESIÓN	m	L			
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL		
			H	PARCHEO PROFUNDO		
7	GRIETA DE BORDE	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm		
			M	SELLO DE GRIETAS, PARCHEO PARCIAL		
			H	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN	m	L	SELLADO PARA ANCHOS MAYORES A 3mm		
			M	SELLO DE GRIETAS, PARCHEO PARCIAL		
			H	PARCHEO PARCIAL O RECONSTRUCCIÓN DE JUNTAS		
9	DESNIVEL CALZADA - HOMBRILO	m	L			
			M	NIVELACIÓN DE LA BERMA A NIVEL DE CARRIL		
			H			
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm		
			M	SELLO DE GRIETAS		
			H	SELLO DE GRIETAS O PARCHEO PARCIAL		
11	PARCHEO	m ²	L			
			M	SUSTITUCIÓN DEL PARCHE (EN CASO DE REQUERIRLO)		
			H	SUSTITUCIÓN DEL PARCHE		
12	PULIMIENTOS DE AGREGADOS	m ²	L			
			M	TRATAMIENTO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA		
			H	FRESADO O SOBRECARPETA		
13	HUECOS	Ud	L	PARCHEO PARCIAL		
			M	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO		
			H	PARCHEO PROFUNDO		
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m ²	L			
			M	PARCHEO PARCIAL		
			H	PARCHEO O RECONSTRUCCIÓN DE CRUCES		
15	AHUELLAMIENTO	m ²	L			
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL		
			H	PARCHEO PROFUNDO O FRESEADO Y SOBRECARPETA		
16	DESPLAZAMIENTO	m ²	L			
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL		
			H	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL		
17	GRIETA PARABÓLICA	m ²	L			
			M	SELLADO DE GRIETAS		
			H	SELLADO DE GRIETAS O SELLADO PARCIAL		
18	HINCHAMIENTO	m ²	L			
			M	RECONSTRUCCIÓN		
			H			
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m ²	L			
			M	SELLO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA		
			H	SOBRECARPETA O RECONSTRUCCIÓN		