



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD
DE LATACUNGA”**

Autor: Galy Galiano Tirado Tulcan

Tutor: Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez. Phd

AMBATO - ECUADOR

Septiembre – 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, elaborado por el Sr. Galy Galiano Tirado Tulcan, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805161963, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente Trabajo Experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Septiembre 2021

Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez. Phd

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Galy Galiano Tirado Tulcan, con C.I. 1805161963 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema **“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2021



Galy Galiano Tirado Tulcan

C.I: 18015161963

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Septiembre 2021



Galy Galiano Tirado Tulcan

C.I: 18015161963

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Galy Galiano Tirado Tulcan de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS VÍAS URBANAS DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**.

Ambato, Septiembre 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes
Miembro Calificador

Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda
Miembro Calificador

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación a mi madre Fanny, por apoyarme y estar conmigo en cada momento de mi vida, apoyándome, dándome fuerzas, ánimos, compartiendo todas mis alegrías y tristezas y sobre todo creyendo en mi a cada instante de mi vida. Por todo su esfuerzo y dedicación a formar más que nada una persona de bien, con principios y valores

Galy Galiano Tirado Tulcan

AGRADECIMIENTO

A mis padres por apoyarme en todo momento de mi vida y para alcanzar esta meta en mi vida.

A mis amigos y todas las personas que creyeron en mí y de una u otra forma me brindaron su apoyo incondicional en todo momento.

A la Universidad Técnica de Ambato y en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por todos los conocimientos impartidos durante mi proceso educativo.

Al Ing. Milton Aldás, por su asesoría, guía, conocimientos y tiempo brindado para poder desarrollar de la mejor manera el presente trabajo de titulación.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Latacunga por su ayuda, asesoría y compromiso durante la ejecución del trabajo de titulación.

Galy Galiano Tirado Tulcan

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes del trabajo experimental	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación.....	2
1.1.3 Fundamentación teórica	3
1.1.3.1 Pavimento.....	3
1.1.3.2 Conservación vial.....	4
1.1.3.2. 1 Ciclo de vida de los pavimentos.....	4
1.1.3.2. 2 Ciclo vida deseable de un pavimento.....	5
1.1.3.2.3 Intervención para la conservación.....	6
1.1.3.3 Evaluación de pavimentos	7
1.1.3.4 Pavimento flexible	8
1.1.3.4.1 Deterioros del pavimento flexible.....	8
1.1.3.5 Pavimento rígido	21

1.1.3.5.1 Tipos de pavimentos rígidos	22
1.1.3.5.2 Deterioros del pavimento rígido.....	25
1.1.3.6 Pavimento articulado.....	30
1.1.3.5.1 Deterioros del pavimento articulado	31
1.1.3.6 Diseño geométrico vial	37
1.1.3.6.1 Diseño vial	37
1.1.3.6.2 Límites de diseño	37
1.1.3.7 Señalización vial	41
1.1.3.7.1 Señalización vertical	42
1.1.3.7.2 Señalización horizontal	50
1.1.4 Hipótesis.....	60
1. 2 Objetivos	60
1.2.1 Objetivo General	60
1.2.2 Objetivos Específicos.....	60
CAPÍTULO II	61
METODOLOGÍA	61
2.1 Materiales y equipos	61
2.2 Métodos.....	61
2.2.1 Plan de Recolección de Datos	61
2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información.....	62
2.2.3 Recolección de datos.....	64
2.2.3.1 Planos	64
2.2.3.2 Evaluación de pavimentos	64
2.2.3.2.1 Evaluación de pavimentos flexibles.....	65
2.2.3.4.1 Evaluación de pavimentos rígidos	67
2.2.3.4.1 Evaluación de pavimentos articulados	70
2.2.3.4 Evaluación de elementos transversales	77

2.2.3.4 Evaluación de señalización	79
2.2.3.4.1 Evaluación de señalización vertical	79
2.2.3.4.1 Evaluación de señalización horizontal	79
CAPÍTULO III	81
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	81
3.1 Análisis y discusión de los resultados.....	81
3.1.1 Ubicación del Proyecto	81
3.1.1.1 Delimitación proyecto	82
3.1.2 Estado del pavimento	83
3.1.3 Secciones transversales	88
3.1.4 Señalización	89
3.1.5 Resultados de vías evaluadas	90
3.1.3 Resultados totales de las vías evaluadas	140
3.1.3.1 Resultados evaluación pavimentos	140
3.1.3.2 Resultados evaluación elementos transversales	141
3.1.3.3 Resultados evaluación señalización	141
3.1.3.3.1 Resultados evaluación señalización vertical	141
3.1.3.3.2 Resultados evaluación señalización horizontal.....	142
3.1.4 Acciones de intervención	142
3.1.5 Presupuesto referencial	146
3.2 Verificación de hipótesis.....	147
CAPÍTULO IV	148
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	148
4.1 Conclusiones	148
4.2 Recomendaciones.....	149
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
ANEXOS	152

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Formas para señales de tránsito	42
Tabla 2: Colores para señales de tránsito.....	43
Tabla 3: Distancias de legibilidad para letras mayúsculas.....	44
Tabla 4: Tipos de señales	47
Tabla 5: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta de circulación opuesta segmentada.....	52
Tabla 6: Relación señalización / Línea de espaciamiento de carril.	53
Tabla 7: Tipos y factor de influencia por clase.....	72
Tabla 8: Factores de penalización para el Índice de Condición Estructural, ICE.....	73
Tabla 9: Factores de penalización para el Índice de Condición Funcional, ICF	74
Tabla 10: Matriz para el cálculo de ICP	76
Tabla 11: Nivel de servicio y categorías de acción del ICP.....	76
Tabla 12: Dimensiones mínimas de elementos transversales	78
Tabla 13: Escalas de valoración para el estado de señalización	80
Tabla 14: ICP Calle 11 de Noviembre	86
Tabla 15: Señalización Avenida República Del Ecuador	89
Tabla 16: Dimensiones mínimas de elementos transversales Calle Gatazo	91
Tabla 17: Señalización Calle Gatazo	93
Tabla 18: Señalización horizontal Calle Simón Bolívar.....	97
Tabla 19: Señalización Calle Melchor de Benavides.....	100
Tabla 20: Señalización Calle Antonia Vela	104
Tabla 21: ICP Calle Remigio Romero y Cordero	106
Tabla 22: Señalización Calle Remigio Romero y Cordero.....	108
Tabla 23: Señalización Calle Alberto Varea Quevedo	112
Tabla 24: ICP Calle Fernando Sánchez de Orellana.....	115
Tabla 25: Señalización Calle Fernando Sánchez de Orellana.....	117
Tabla 26: Señalización Calle Márquez de Maeza	121
Tabla 27: Señalización Avenida Trajano Naranjo	126
Tabla 28: ICP Calle Atahualpa y Carihuairazo.....	130
Tabla 29: Señalización Calle Atahualpa y Carihuairazo	131
Tabla 30: ICP Calle Los Ilinizas	134

Tabla 31: Señalización Calle Los Ilinizas.....	135
Tabla 32: ICP Calle 11 de Noviembre	136
Tabla 33: Señalización Calle 11 de Noviembre.....	139
Tabla 34: Resultados evaluación pavimentos	140
Tabla 35: Resumen evaluación señalización vertical	141
Tabla 36: Resumen evaluación señalización horizontal	142
Tabla 37: Acciones de intervención pavimento articulado.....	143
Tabla 38: Acciones de intervención pavimento flexible.....	144
Tabla 39: Propuesta de intervención.....	145
Tabla 40: Presupuesto referencia vías evaluadas	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Condición de la vía sin mantenimiento	4
Figura N° 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento.....	5
Figura N° 3: Fisuras Longitudinales (FL)	9
Figura N° 4: Fisuras Transversales (FT)	9
Figura N° 5: Fisuras en medialuna	10
Figura N° 6: Fisura de Borde.....	11
Figura N° 7: Fisura en Bloque	12
Figura N° 8: Piel de cocodrilo	13
Figura N° 9: Fisura Incipiente	14
Figura N° 10: Hundimiento	15
Figura N° 11: Ahuellamiento.....	16
Figura N° 12: Descascaramiento	16
Figura N° 13: Bache	17
Figura N° 14: Parche	18
Figura N° 15: Desgaste superficial	19
Figura N° 16: Pulimento del agregado	20
Figura N° 17: Cabezas duras	20
Figura N° 18: Exudación	21
Figura N° 19: Losa de concreto simple vista en planta	23
Figura N° 20: Losa de concreto simple vista en perfil (Sección A-A')	23
Figura N° 21: Losa de concreto reforzado vista en planta.....	24
Figura N° 22: Losa de concreto reforzado vista en perfil (Sección A-A').....	24
Figura N° 23: Concreto Continuamente Reforzado (Vista en Planta).....	25
Figura N° 24: : Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta....	26
Figura N° 25: Grieta de esquina: Vista en planta	26
Figura N° 26: Grietas longitudinales	27
Figura N° 27: Deterioro del sello.....	28
Figura N° 28: Desportillamiento en junta.....	29
Figura N° 29: Fisuras ligeras de aparición temprana.....	30
Figura N° 30: Abultamiento de pavimento articulado.....	31
Figura N° 31: Abultamiento de pavimento articulado.....	32
Figura N° 32: Depresión de pavimento articulado	32

Figura N° 33: Pérdida de arena.....	33
Figura N° 34: Desplazamiento de juntas	34
Figura N° 35: Fracturamientos	35
Figura N° 36: Juntas abiertas	36
Figura N° 37: Vegetación en la calzada	36
Figura N° 38: Altura en zona urbana.....	45
Figura N° 39: Orientación de las señales.....	46
Figura N° 40: Demarcadores (ojos de gato, tacha).....	51
Figura N° 41: Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	52
Figura N° 42: Doble línea continua	53
Figura N° 43: Líneas de separación de carriles segmentados.....	54
Figura N° 44: Líneas continuas de borde	54
Figura N° 45: Línea de prohibición de estacionamiento en calzada	55
Figura N° 46: Línea de prohibición de estacionamiento en bordillo.....	55
Figura N° 47: Línea de pare en intersección con señal vertical de pare.....	56
Figura N° 48: Líneas de “Cruce cebra”	57
Figura N° 49: Líneas de cruce con semáforos peatonales	58
Figura N° 50: Cruce peatonal controlado con semáforos intermedio.....	58
Figura N° 51: Cruce peatonal controlado con semáforos en intersección.....	59
Figura N° 52: Línea de ceda el paso con señales verticales	59
Figura N° 53: Trazados viales de Latacunga.....	64
Figura N° 54: Formato evaluación pavimentos flexible.....	65
Figura N° 55: Numeración de carriles para vías de una calzada	66
Figura N° 56: Formato evaluación pavimentos rígidos.....	68
Figura N° 57: Numeración de losas.....	69
Figura N° 58: Formato evaluación pavimentos rígidos.....	71
Figura N° 59: Formato evaluación de elementos transversales.....	77
Figura N° 60: Sección transversal de una vía de una calzada con 2 carriles (uno en cada sentido).....	77
Figura N° 61: Formato evaluación señalización vertical.....	79
Figura N° 62: Formato evaluación señalización horizontal	80
Figura N° 63: Ubicación del proyecto	81
Figura N° 64: Ubicación del proyecto, Latacunga	81

Figura N° 65: Ubicación del proyecto, Vías urbanas de Latacunga.....	82
Figura N° 66: Vías para evaluación visual	83
Figura N° 67: Ubicación Calle 11 de Noviembre.....	84
Figura N° 68: Área afectada, pavimento articulado Avenida República Del Ecuador	84
Figura N° 69: Área afectada por tipo baja Avenida República Del Ecuador	85
Figura N° 70: Área afectada por tipo media Avenida República Del Ecuador	85
Figura N° 71: Área afectada por tipo alta Avenida República Del Ecuador	85
Figura N° 72: Área afectada por tramos Avenida República Del Ecuador	86
Figura N° 73: Área afectada por tipo baja Avenida República Del Ecuador	87
Figura N° 74: Área afectada por tipo media Avenida República Del Ecuador	87
Figura N° 75: Área afectada por tipo alta Avenida República Del Ecuador	87
Figura N° 76: Esquema Elementos transversales Avenida República Del Ecuador	88
Figura N° 77: Ubicación Calle Gatazo	90
Figura N° 78: Área afectada, pavimento articulado Calle Gatazo.....	91
Figura N° 79: Área afectada, por tramos Calle Gatazo	91
Figura N° 80: Área afectada por tipo Calle Gatazo	92
Figura N° 81: Esquema elementos transversales Calle Gatazo	92
Figura N° 82: Ubicación Calle Simón Bolívar	95
Figura N° 83: Área afectada por tramos Calle Simón Bolívar	96
Figura N° 84: Área afectada por tipo Calle Simón Bolívar.....	96
Figura N° 85: Esquema Elementos transversales Calle Simón Bolívar	97
Figura N° 86: Ubicación Calle Melchor de Benavides	98
Figura N° 87: Área afectada por tramos Calle Melchor de Benavides.....	98
Figura N° 88: Área afectada por tipo Calle Melchor de Benavides	99
Figura N° 89: Esquema Elementos transversales Calle Melchor de Benavides.....	99
Figura N° 90: Ubicación Calle Antonia Vela	101
Figura N° 91: Área afectada por tramos Calle Antonia Vela	102
Figura N° 92: Área afectada por tipo Calle Antonia Vela.....	102
Figura N° 93: Esquema Elementos transversales Calle Antonia Vela	103
Figura N° 94: Ubicación Calle Remigio Romero y Cordero.....	105
Figura N° 95: Área afectada, pavimento articulado Calle Remigio Romero y Cordero.....	105

Figura N° 96: Área afectada por tramos Calle Remigio Romero y Cordero.....	106
Figura N° 97: Área afectada por tipo Calle Remigio Romero y Cordero	107
Figura N° 98: Esquema Elementos transversales Calle Remigio Romero y Cordero	107
Figura N° 99: Ubicación Calle Alberto Varea Quevedo	110
Figura N° 100: Área afectada por tramos Calle Alberto Varea Quevedo	110
Figura N° 101: Área afectada por tipo Calle Alberto Varea Quevedo.....	111
Figura N° 102: Esquema Elementos transversales Calle Alberto Varea Quevedo	111
Figura N° 103: Ubicación Calle Fernando Sánchez de Orellana	114
Figura N° 104: Área afectada, pavimento articulado Calle Fernando Sánchez de Orellana.....	115
Figura N° 105: Elementos transversales Calle Fernando Sánchez de Orellana	116
Figura N° 106: Ubicación Calle Márquez de Maeza.....	119
Figura N° 107: Área afectada por tramos Calle Márquez de Maeza.....	119
Figura N° 108: Área afectada por tipo Calle Márquez de Maeza.....	120
Figura N° 109: Esquema Elementos transversales Calle Márquez de Maeza	120
Figura N° 110: Ubicación Avenida Trajano Naranjo	124
Figura N° 111: Área afectada por tramos Avenida Trajano Naranjo	124
Figura N° 112: Área afectada por tipo Avenida Trajano Naranjo.....	125
Figura N° 113: Esquema Elementos transversales Avenida Trajano Naranjo	125
Figura N° 114: Ubicación Calle Atahualpa y Carihuairazo	129
Figura N° 115: Área afectada, pavimento articulado Calle Atahualpa y Carihuairazo	129
Figura N° 116: Esquema Elementos transversales Calle Atahualpa y Carihuairazo	130
Figura N° 117: Ubicación Calle Los Ilinizas.....	133
Figura N° 118: Área afectada, pavimento articulado Calle Los Ilinizas	133
Figura N° 119: Esquema Elementos transversales Calle Los Ilinizas	134
Figura N° 120: Ubicación Calle 11 de Noviembre.....	135
Figura N° 121: Área afectada, pavimento articulado Calle 11 de Noviembre	136
Figura N° 122: Área afectada por tramos Calle 11 de Noviembre.....	137
Figura N° 123: Área afectada por tipo Calle 11 de Noviembre	137
Figura N° 124: Esquema Elementos transversales Calle 11 de Noviembre.....	138

RESUMEN

El trabajo de titulación es un modelo de evaluación para las vías de la zona urbana de la ciudad de Latacunga, mediante una inspección visual, para pavimentos, elementos transversales y señalización. Los pavimentos flexibles se evaluaron mediante el uso de manuales de inspección visual propuestos por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, donde se recolecto las patologías presentes en las vías de acuerdo con su tipo, grado de severidad y extensión en tramos de alrededor de cien metros. Mientras que para pavimentos articulados se realizó el inventario de daños y el cálculo del índice de condición del pavimento.

Se estableció para los pavimentos flexibles las posibles intervenciones a realizarse en base a lo propuesto por la normativa MTOP en relación con el tipo y severidad de las fallas obtenidas en la inspección visual. De igual manera se establecieron las soluciones de acuerdo con el tipo y gravedad para cada falla en los pavimentos articulados. Se realizaron los esquemas de las secciones transversales para cada vía evaluada, mediante la toma de datos en campo para su posterior análisis y verificación de distancias establecidas por la AASHTO, haciendo referencia al tipo de vía y zona.

Las señales verticales y horizontales fueron evaluadas de forma visual para definir su estado, además de la toma de datos de las dimensiones de diseño y ubicación en la vía para su verificación con lo dispuesto por la normativa INEN 2015.

Palabras clave: Vías, Evaluación vial, Señalización vial, Pavimento flexible, Pavimento articulado, Inspección visual.

ABSTRACT

The degree work is an evaluation model for roads in the urban area of the city of Latacunga, by means of a visual inspection for pavements, transversal elements and signaling. Flexible pavements were evaluated using visual inspection manuals proposed by the National Roads Institute INVIAS, where the pathologies present in the roads were collected according to their type, degree of severity and extension in stretches of about one hundred meters. For articulated pavements, an inventory of damages and the calculation of the pavement condition index were carried out.

For flexible pavements, the possible interventions to be carried out were established based on what was proposed by the MTOP regulations in relation to the type and severity of the failures obtained in the visual inspection. Likewise, solutions were established according to the type and severity for each failure in the articulated pavements. Cross section diagrams were made for each road evaluated, by taking data in the field for subsequent analysis and verification of distances established by AASHTO, referring to the type of road and zone.

The vertical and horizontal signs were evaluated visually to define their condition, in addition to the data collection of the design dimensions and location on the road for verification with the provisions of the INEN 2015 regulations. **Keywords:** Roads, evaluation, signaling, pavements.

Key words: Roads, Road evaluation, Road markings, Flexible pavement, Articulated pavement, Visual inspection.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes del trabajo experimental

1.1.1 Antecedentes

La zona a desarrollarse el proyecto se encuentra ubicada en la zona urbana de la ciudad de Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi, donde la situación del sistema vial urbano es deficiente, con falta de jerarquización, infraestructura vial para los peatones inadecuada, originando que las vías empiecen a asumir funciones operativas para las cuales no están diseñadas y presenten un bajo nivel de servicio. [1]

Al no contar con estudios previos del estado que presentan las vías urbanas de la ciudad de Latacunga se hace indispensable llevar a cabo un estudio que permita establecer el nivel de servicio de estas vías y presentar las posibles acciones de intervención para garantizar el buen funcionamiento del sistema vial y precautelar la seguridad y bienestar de los usuarios.

Realizar un diagnóstico de los componentes de las vías (geométricos, pavimento, estructuras, y señalización vial), define recomendaciones para dar mejoras y aportar información que pueda ser punto de futuros estudios que permitan mitigar o disminuir la problemática actual, para con ello lograr un óptimo y funcional desempeño de la vía. [2]

Se destacan algunas peculiaridades de las vías urbanas, ya que eso influye en las actividades necesarias para el mantenimiento. Las vías presentan: gran porcentual de área destinada a intersecciones, acarreado frenado con más frecuencia; interferencias de infraestructura subterránea de las ciudades; existencia de segregación del tráfico, con carriles exclusivos para ómnibus y presencia de vegetación junto a los bordes del pavimento. [3]

La inspección de pavimentos establece los tipos de daño que se presentan, su extensión, severidad y recurrencia; factores que orientan al ingeniero en el momento

de definir las causas de los daños o de programar actividades de campo y de laboratorio para su estudio. [4]

Los pavimentos articulados se han dejado un poco de lado, tal vez, porque hace algún tiempo eran menos usados y no se veía la necesidad de hacer una caracterización de los daños, sus posibles causas y reparaciones. Sin embargo, este tipo de pavimento está siendo cada vez más utilizado en las vías principales de las ciudades importantes, y en las demás zonas urbanas y rurales del país, lo que hace evidente la necesidad de investigar en este tema. [5]

1.1.2 Justificación

La vialidad en el Ecuador está marcada por un lento proceso de cambio tecnológico, precedido por las oportunidades de inversión en la construcción, ampliación y mejora física de sus corredores. Una condición de notable influencia en esta gestión es el constante abandono de las actividades de conservación o mantenimiento, propiciando la pérdida de concepción, de un desarrollo sostenido que garantice constantemente altas prestaciones de la carretera para el usuario, basadas en estrategias y políticas que optimicen el empleo de los escasos recursos económicos y la tecnología más eficiente en términos de administración de redes viales. [6]

La infraestructura vial del Ecuador, siempre se ha visto afectada de manera negativa, debido a efectos constantes como paralizaciones, colapsos de puentes y caminos, ocasionados por el riesgo sísmico o por los factores climáticos, paso del tiempo cambio de finalidad de las vías o paso de vehículos muy pesados. Haciendo que las intervenciones sean de forma simples, rápidas y sin ningún soporte tecnológico que garantice su adecuado desarrollo. Las afectaciones de la red vial antes señaladas a su vez, de forma directa, han incidido negativamente al proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador. [7]

En la provincia de Cotopaxi, se trabaja por mejorar cada día el sistema vial que conectan los cantones, forjando los recursos necesarios para alcanzar una calidad de vida digna para sus habitantes y el desarrollo oportuno de cada Cantón, razón por la que se considera un estudio vial detallando los pro y contra de cada proyecto para un progreso constante dentro de la Provincia. Los pobladores del sector han visto la necesidad de alcanzar un mejor desarrollo socioeconómico, ya que en este sector las

actividades son varias: como el cultivo de brócoli, producción de leche y producción de flores de exportación. [8]

La evaluación vial sirve para tomar las acciones necesarios de prevención o intervención dentro del sistema vial para mejorar la calidad y seguridad del servicio en los usuarios, por tal motivo es necesario realizar un estudio que pueda presentar información relevante que ayude a estos fines. Por lo tanto, una evaluación vial visual que sirva como punto de partida para procesos de intervenciones o estudios futuros es de utilidad.

La comprobación del diseño geométrico para cumplir con los requisitos establecidos, así como la disposición, ubicación y estado de la señalización horizontal y vertical, servirá de complemento para el trabajo experimental.

Por otro lado, se presentan las posibles soluciones dependiendo del tipo de deterioro, nivel de severidad y grado de afectación a fin de establecer los costos para la debida intervención de las vías afectadas para ayudar al dinamismo vial.

El presente trabajo experimental pretende alcanzar estos fines mediante un método no destructivo, ya que esto no afectaría a la transitabilidad de las vías en estudio tanto para los conductores como los peatones.

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 Pavimento

Estructura conformada por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, diseñadas y construidas con materiales seleccionados adecuadamente compactados, apoyadas sobre la subrasante, con el objetivo de resistir adecuadamente los esfuerzos producidos por las cargas repetitivas del tránsito. [9]

Para cumplir adecuadamente sus funciones debe ser durable, económico, cómodo, resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito y ante los agentes de intemperismo. [9]

1.1.3.2 Conservación vial

Se define como la preservación del buen estado de caminos y calles, de modo que puedan prestar el servicio para el cual fueron concebidos. [10]

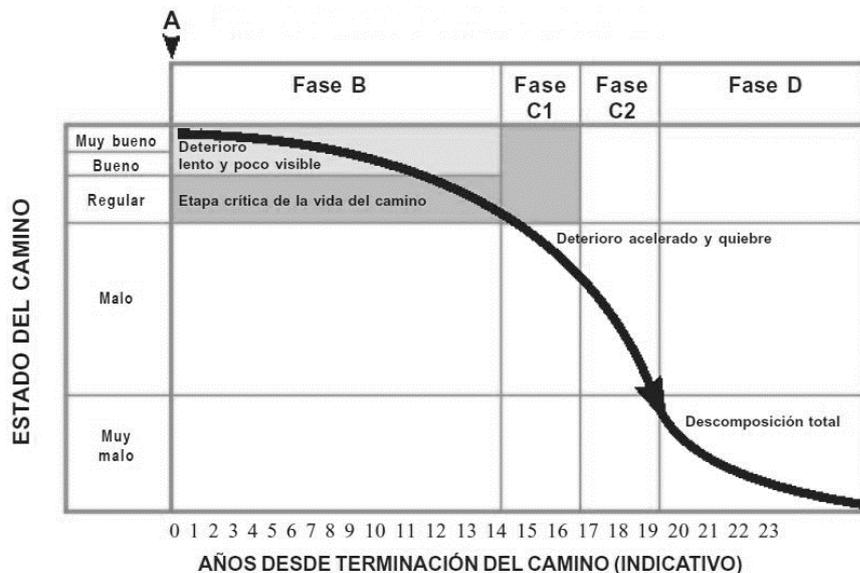
Para generar ahorros en los costos de operación de vehículos, acceso permanente a servicios, ahorro de tiempo para los usuarios, además de preservar la inversión efectuada en la construcción, reconstrucción o rehabilitación. [11]

1.1.3.2. 1 Ciclo de vida de los pavimentos

Los pavimentos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, como el agua o tráfico, afectando al camino en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo a tal punto que lo puede convertir en intransitable. [11]

El deterioro de un pavimento es un proceso con diferentes etapas, desde una etapa inicial, con un deterioro lento y poco visible, pasando por una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente, al punto de la descomposición total. [11]

Figura N° 1: Condición de la vía sin mantenimiento

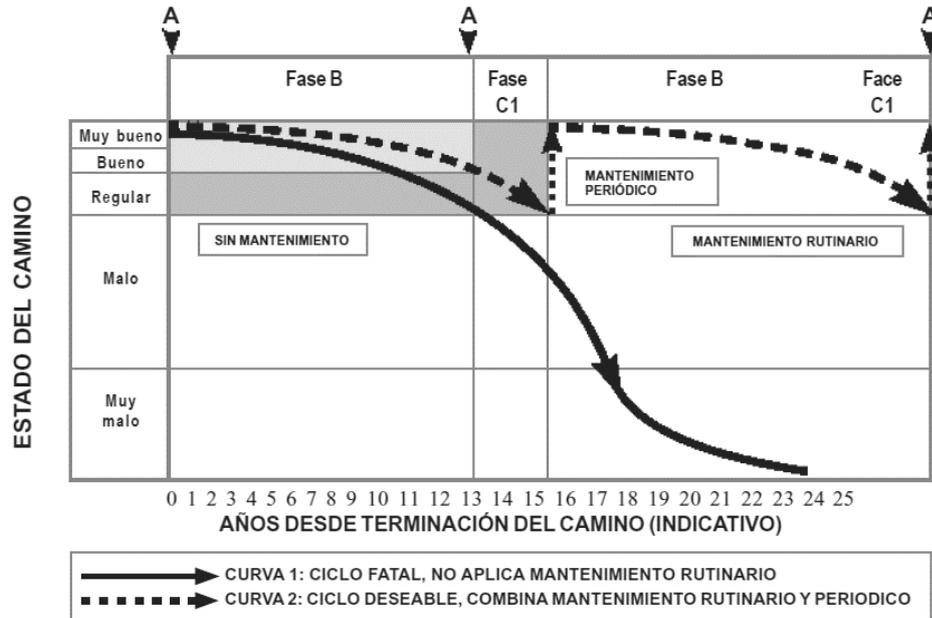


Fuente: Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas,
Manual Técnico

1.1.3.2. 2 Ciclo vida deseable de un pavimento

El proceso de ciclo de vida sin mantenimiento es “fatal”, su ausencia conduce al deterioro total del pavimento, mientras que con la aplicación de un sistema de mantenimiento adecuado se puede llegar a mantener dentro de un rango de deterioro aceptable. [11]

Figura N° 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento



Fuente: Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas,
Manual Técnico

la Figura N°2 muestra el proceso que sigue un pavimento sin mantenimiento y otro con mantenimiento, el primero conduce inevitablemente al deterioro total del pavimento, mientras que el segundo con la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario sólo requiere, cada cierto tiempo trabajos de mantenimiento periódico. [11]

Estableciendo un ciclo deseable de vida es posible lograr una adecuada conservación de los pavimentos. Cuando el ciclo se inicia con un camino nuevo o recientemente rehabilitado, éste se encontrará en un estado óptimo de servicio, sin embargo, el uso del constante del pavimento va generando un desgaste “natural” del mismo, como consecuencia del flujo vehicular y de los factores climáticos. [11]

1.1.3.2.3 Intervención para la conservación

Se refiere a las operaciones relacionadas con la vía, clasificadas de acuerdo con la magnitud de los trabajos, desde una intervención sencilla pero permanente (mantenimiento rutinario), hasta una intervención más costosa y complicada (reconstrucción o rehabilitación). [11]

Mantenimiento rutinario

Reparación localizada de pequeños defectos en la superficie de rodadura, mantenimiento regular de los sistemas de drenaje, taludes, control del polvo y de la vegetación, limpieza de las zonas de descanso y de los dispositivos de señalización. Dependiendo de las condiciones específicas de la vía se aplica con regularidad una o más veces al año. [11]

Mantenimiento periódico

Se refiere al tratamiento y renovación de la superficie de la vía orientado a restablecer determinadas características de la superficie de rodadura, sin convertirse en un refuerzo estructural. Entre sus características está la de preservar en buena forma la textura de la superficie de rodadura, para asegurar la integridad estructural de la vía por un tiempo más prolongado y evitar su destrucción. [11]

Rehabilitación

Reparación selectiva y de refuerzo estructural, previa demolición parcial de la estructura existente. Se lleva a cabo cuando el pavimento se encuentra demasiado deteriorado sin poder resistir una mayor cantidad de tránsito en el futuro. El propósito principal es restablecer la capacidad estructural y la calidad de la superficie de rodadura, incluyéndose además mejoramientos en los sistemas de drenaje y de contención. [11]

Reparaciones de emergencia

Se ejecutan cuando el camino está en mal estado o intransitable, debido al descuido prolongado o de un desastre natural. Las reparaciones de emergencia no remedian las fallas estructurales, pero se hacen posible un flujo vehicular regular por un tiempo limitado, al dejar la vía en estado regular.

1.1.3.3 Evaluación de pavimentos

Al igual que cualquier otra obra de ingeniería, los pavimentos urbanos se diseñan para tener una vida útil y proporcionar un determinado nivel de servicio durante el período proyectado. Con el paso del tiempo, los pavimentos sufren deterioros o fallas provocadas por el tráfico o por el medio ambiente, que hacen necesaria su conservación, mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción. [12]

La evaluación del estado de las vías es fundamental ya que el inventario de los daños visibles es, el primero de un conjunto de pasos necesarios para evaluar la condición global de un pavimento. Esta información es la que determina la localización y la extensión de las investigaciones posteriores, con el fin de establecer un juicio apropiado sobre la condición del pavimento que es objeto de la evaluación. [13]

Los deterioros en los pavimentos para una inspección visual se deben identificar considerando tres factores:

1. **Tipo.** Los deterioros se agrupan en categorías, de acuerdo con los mecanismos que los originan. Como primer paso, se pueden clasificar de acuerdo con su causa primaria posible, sea ésta la acción del tránsito sea la acción climática, sean los materiales o el proceso de construcción. [13]
2. **Gravedad.** Representa el nivel de severidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el deterioro, más importantes deberán ser las medidas para su corrección. [13]
3. **Extensión.** Se refiere a la proporción del tramo evaluado que es afectada por un determinado tipo de deterioro. Esta proporción está referida a longitud o área, dependiendo de la metodología de evaluación que se utilice y del tipo de deterioro

identificado. Así mismo, la extensión de algunos deterioros se define por el número de veces en que ellos se presentan en el tramo sometido a evaluación. [13]

1.1.3.4 Pavimento flexible

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, base subbase. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra. [9]

Funciones de las capas de un pavimento flexible

Subbase granular; brindar una base resistente y económica sobre la cual se pueda construir la estructura del pavimento, la cual conformara una capa segura y filtrante, esta capa está compuesta de un material grueso, esta debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos. [9]

Base granular; la función básica de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito, en una intensidad apropiada. [9]

Carpeta de rodadura; proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. Hasta donde sea posible, impedir el paso del agua al interior del pavimento. [9]

1.1.3.4.1 Deterioros del pavimento flexible

El Instituto Nacional De Vías (INVIAS) en su manual para la inspección visual define los tipos y grados de severidad de los daños que presenta una estructura de pavimento flexible en cuatro categorías: Fisuras, Deformaciones, Pérdida de capas estructurales, Daños superficiales, además de Otros daños.

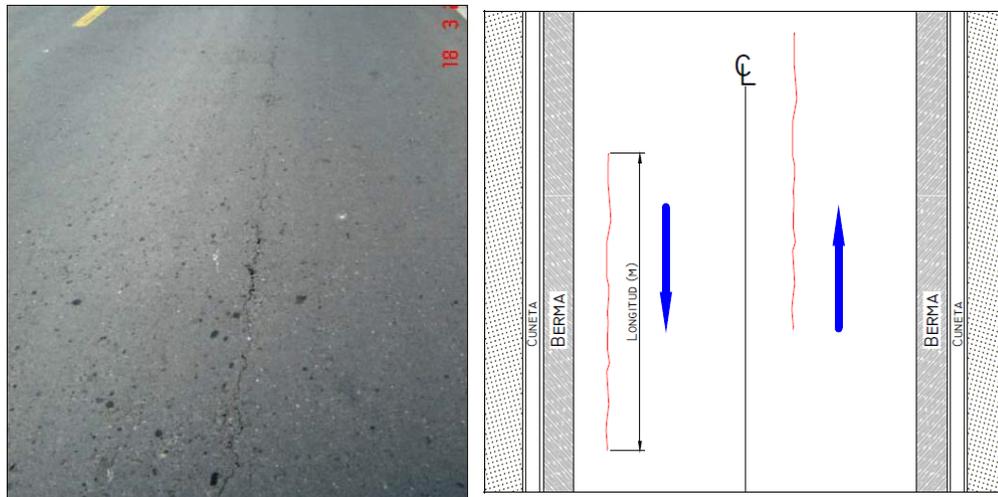
Fisuras

Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT)

Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en

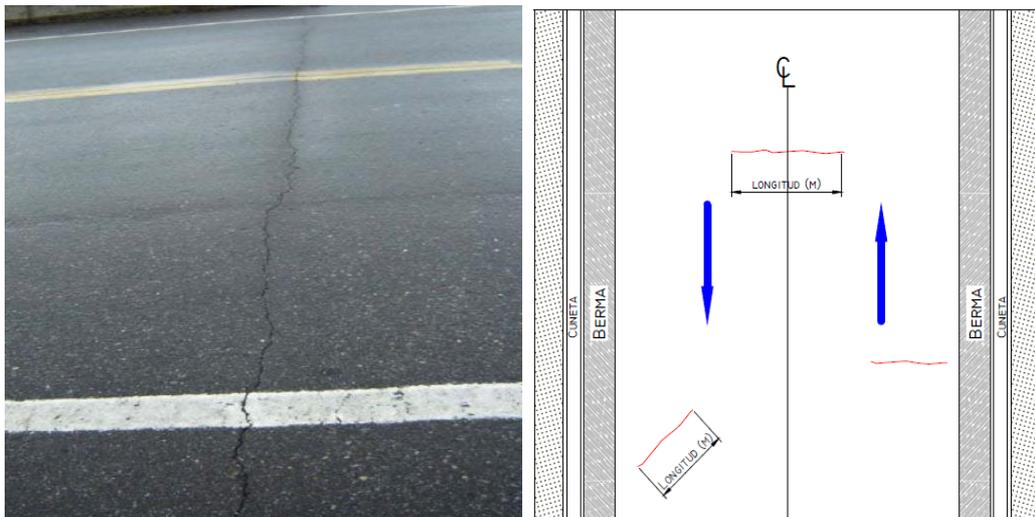
alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes. Las causas más comunes por las que se generan estas patologías son: la rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, o al envejecimiento del asfalto, bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30°) y por la reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados. [4]

Figura N° 3: Fisuras Longitudinales (FL)



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Figura N° 4: Fisuras Transversales (FT)



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

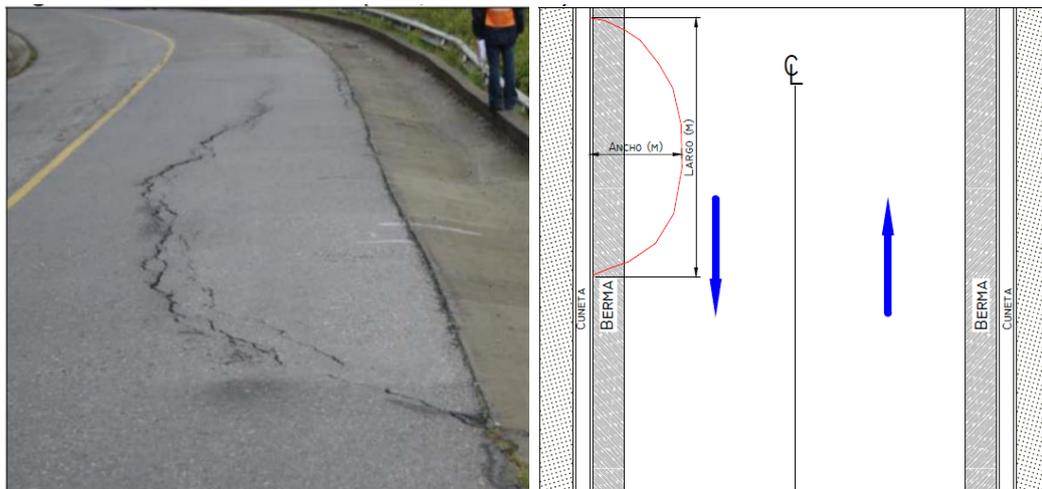
Niveles de severidad; se presentan de acuerdo con las siguientes características;

- Baja: Abertura de la fisura menor que 1 mm
- Media: Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden presentarse fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos, además de presentar desportillamientos leves.
- Alta: Abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos y puede causar movimientos bruscos a los vehículos. [5]

Fisuras en medialuna (FML)

Son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banca por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos. [4]

Figura N° 5: Fisuras en medialuna



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Niveles de severidad; se presentan de acuerdo con las siguientes características;

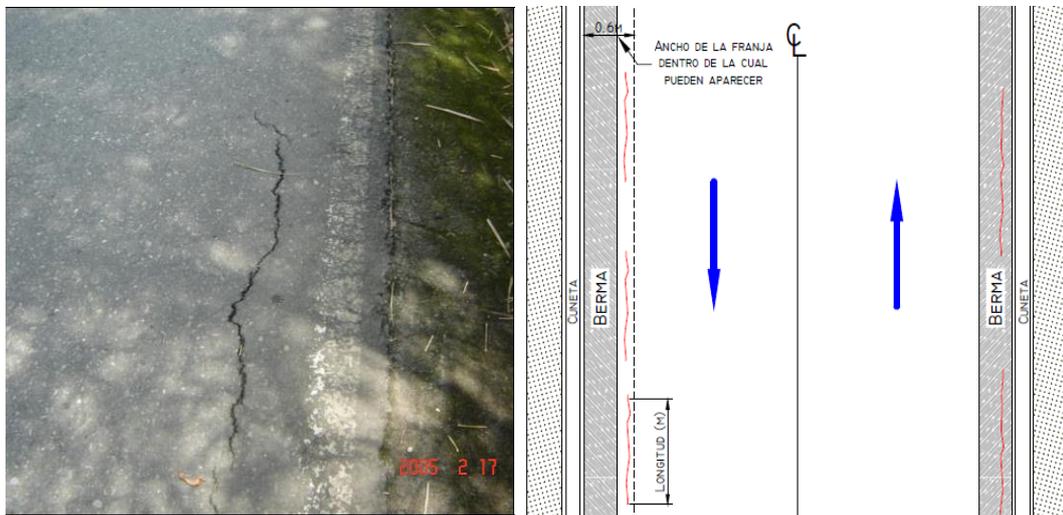
- Baja: Abertura de la fisura menor que 1 mm
- Media: Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden presentarse fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos, además de presentar desportillamientos leves.

- Alta: Abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos y puede causar movimientos bruscos a los vehículos. [4]

Fisuras de borde (FBD)

Corresponden a fisuras con tendencia longitudinal a semicircular localizadas cerca del borde de la calzada, generalmente se localizan dentro de una franja paralela al borde, con ancho de hasta 0,6 m. Se presentan principalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel entre la berma y la calzada. [4]

Figura N° 6: Fisura de Borde



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Niveles de severidad; se presentan de acuerdo con las siguientes características;

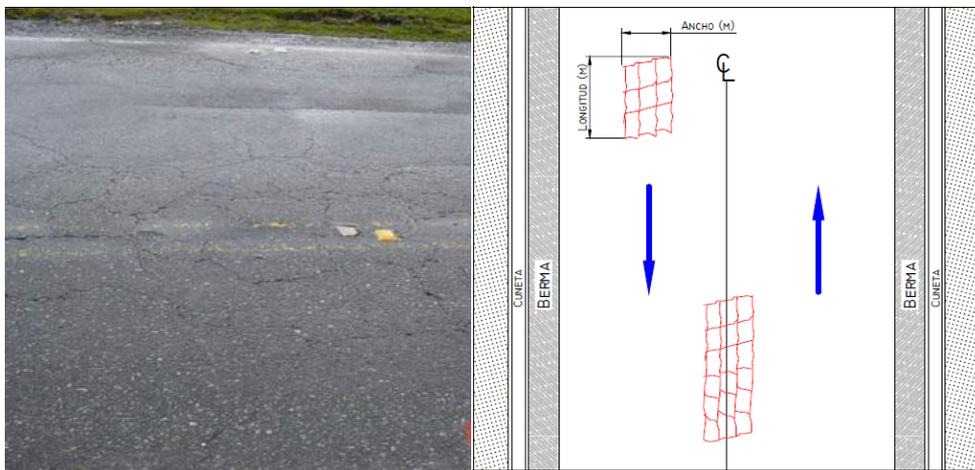
- Baja: Abertura de la fisura menor que 1 mm
- Media: Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden presentarse fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos, además de presentar desportillamientos leves.
- Alta: Abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos y puede causar movimientos bruscos a los vehículos. [4]

Fisuras en bloque (FB)

La superficie del asfalto es dividida en bloques de forma aproximadamente rectangular. Los bloques tienen lado promedio mayor que 0,30 m. Este deterioro difiere de la piel de cocodrilo en que esta última aparece en áreas sometidas a carga, mientras que los bloques aparecen usualmente en áreas no cargadas. [4]

Esta patología es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo cual se traduce en ciclos de esfuerzo - deformación sobre la mezcla. [4]

Figura N° 7: Fisura en Bloque



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Niveles de Severidad: se determinan de acuerdo con las características que presentan los bloques, así:

- Baja: Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras de abertura menor que 1 mm, no presentan desportillamiento en los bordes.
- Media: Bloques definidos por fisuras de abertura entre 1 mm y 3 mm, que pueden o no presentar desportillamiento en los bordes.
- Alta: Bloques bien definidos por fisuras de abertura mayor que 3 mm, que pueden presentar un alto desportillamiento en los bordes. [4]

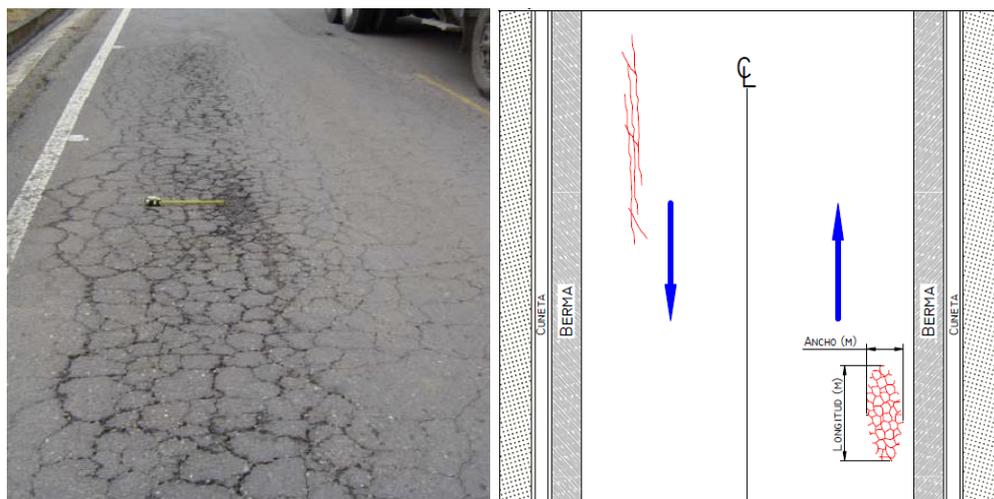
Piel de cocodrilo (PC)

Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo. Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio menor que 30 cm. [4]

Ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo, es usual encontrar este daño en otras zonas donde se han generado deformaciones en el pavimento que no están relacionadas con la falla estructural (por tránsito o por deficiencia de espesor de las capas) sino con otros mecanismos como problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, entre otras. [4]

La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a: Espesor de estructura insuficiente, rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento), problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas, deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica o reparaciones mal ejecutadas. [4]

Figura N° 8: Piel de cocodrilo



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

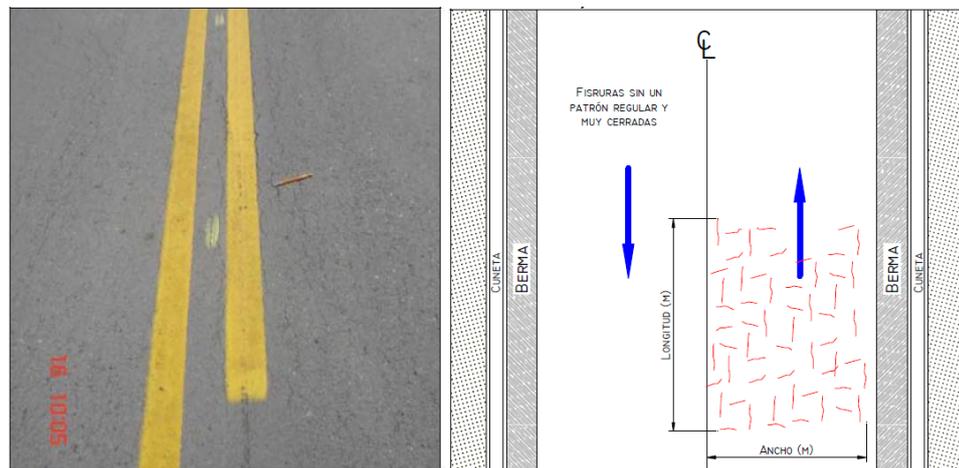
Nivel de Severidad: se definen de acuerdo con las características que presentan las fisuras, así como la forma que estas realizan, así:

- Baja: Serie de fisuras longitudinales paralelas (pueden llegar a tener aberturas de 3 mm), principalmente en la huella, que no presentan desportillamiento, con pocas o ninguna conexión entre ellas y sin evidencia de bombeo.
- Media: Las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos, que pueden tener un ligero desgaste en los bordes y aberturas entre 1 mm y 3 mm, sin evidencia de bombeo.
- Alta: Las fisuras han evolucionado (abertura mayor que 3 mm), se presenta desgaste o desportillamiento en los bordes y los bloques se encuentran sueltos o se mueven ante el tránsito, llegando a presentar descascaramientos y bombeo. [4]

Fisuración incipiente (FIN)

Corresponde a una serie de fisuras contiguas y cerradas, que generalmente no se interceptan. Suelen afectar el concreto asfáltico de manera superficial. Por ser daños muy leves no poseen niveles de severidad asociados. [4]

Figura N° 9: Fisura Incipiente



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

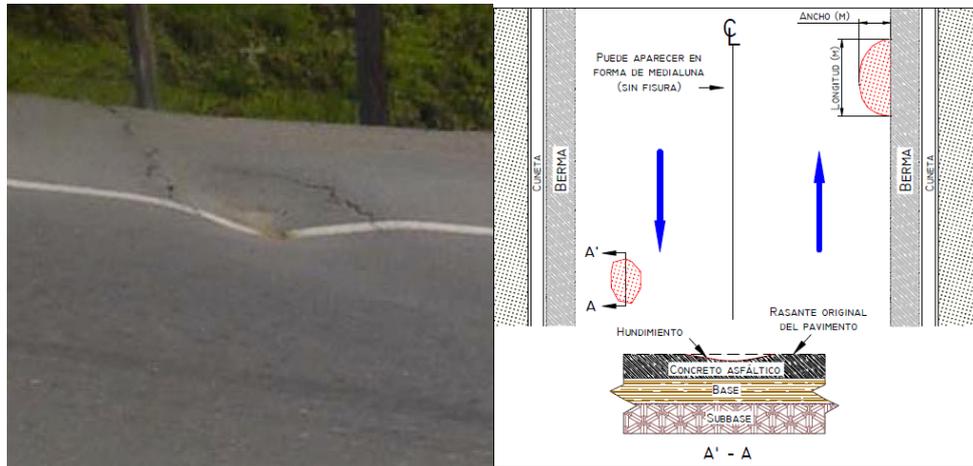
Deformaciones

Hundimiento (HUN)

Corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal

al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna. Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua ya que puede producir hidropneumático. [4]

Figura N° 10: Hundimiento



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

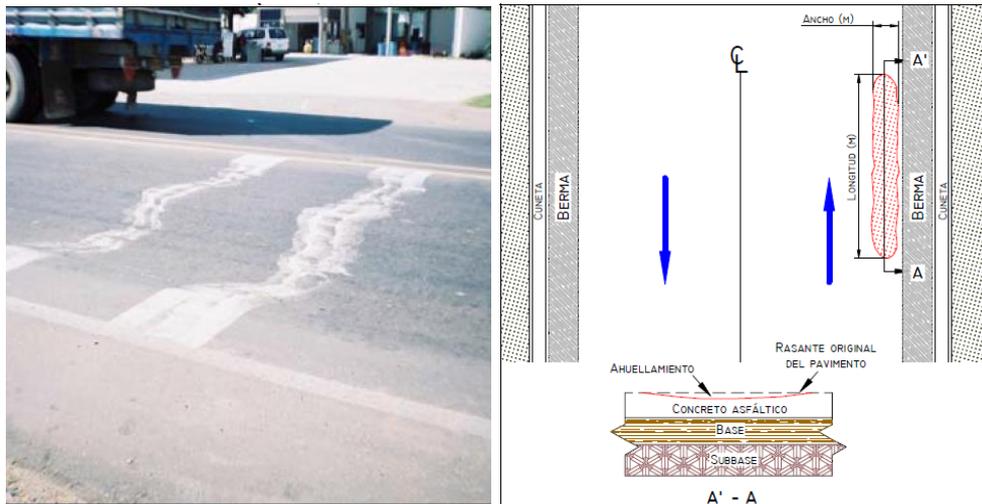
Nivel de Severidad: se puede definir mediante la profundidad de deformación que se presente.

- Baja: Profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad. [4]

Ahuellamiento (AHU)

Es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración. Un ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidropneumático por almacenamiento de agua. [4]

Figura N° 11: Ahuellamiento



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: se distinguen por la profundidad.

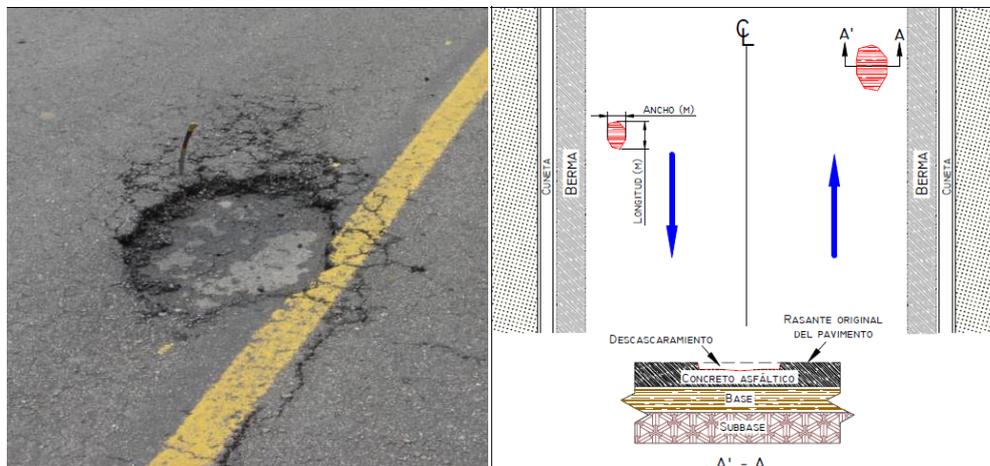
- Baja: Profundidad menor que 10 mm.
- Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.
- Alta: Profundidad mayor que 25 mm. [4]

Pérdida de las capas de la estructura

Descascaramiento (DC)

Corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes. [4]

Figura N° 12: Descascaramiento



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

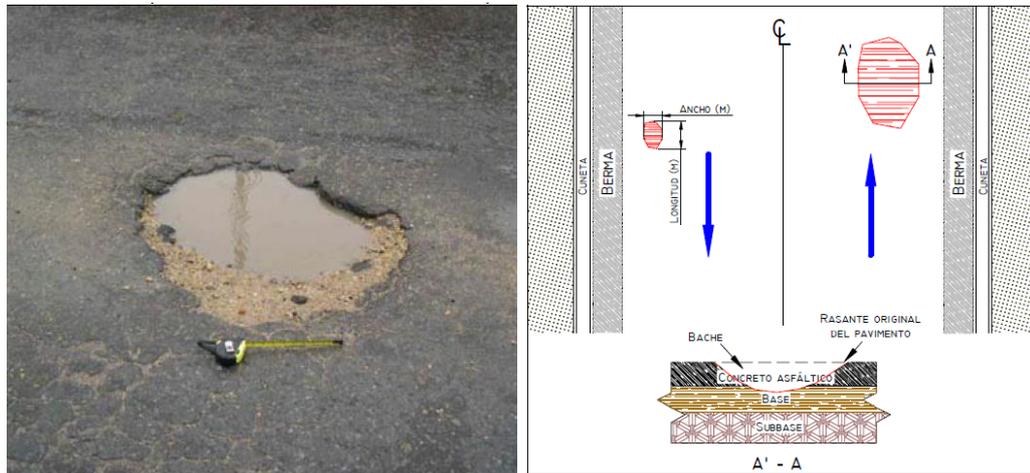
Nivel de Severidad: se distinguen por la profundidad.

- Baja: Profundidad menor que 10 mm.
- Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.
- Alta: Profundidad mayor que 25 mm. [4]

Baches (BCH)

Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. [4]

Figura N° 13: Bache



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: Se pueden clasificar por profundidad, así:

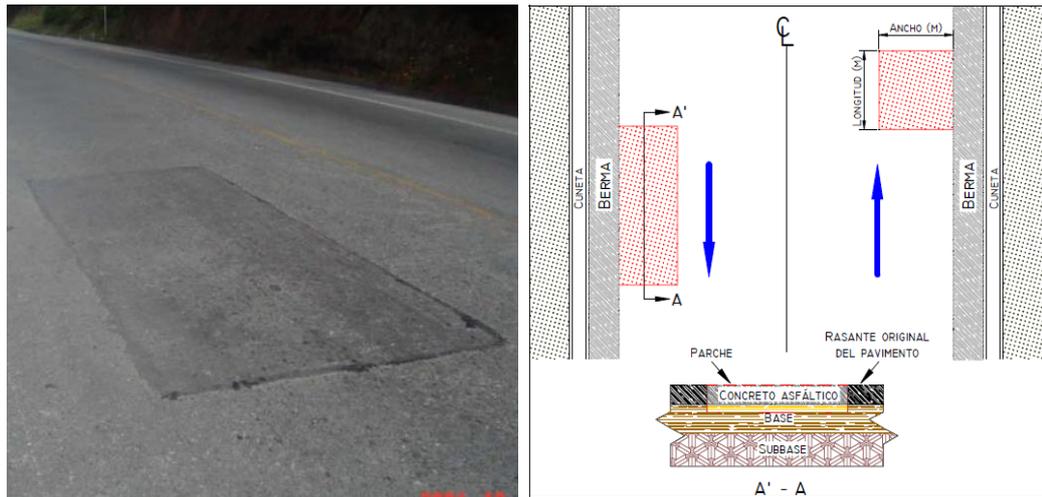
- Baja: profundidad de afectación menor o igual que 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.
- Media: profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm, deja expuesta la base.
- Alta: profundidad de afectación mayor que 50 mm, que llega a afectar la base granular. [4]

Parche (PCH)

Corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc.). [4]

- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo del espesor parcial o total de concreto asfáltico, ésta se conoce como parcheo.
- Cuando la intervención realizada comprendió el reemplazo parcial o total de granulares, ésta se conoce como bacheo. [4]

Figura N° 14: Parche



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: está en relación con las condiciones en que se encuentra el parche.

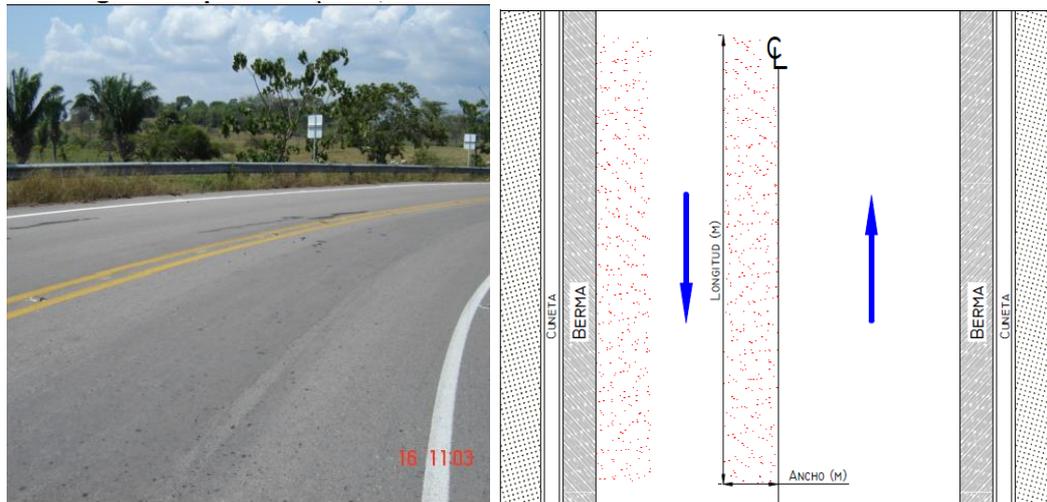
- Baja: El parche está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.
- Media: El parche presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes.
- Alta: El parche está gravemente deteriorado, presentan daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto. [4]

Daños superficiales

Desgaste superficial (DSU)

Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos, se presenta como pérdida de ligante y mortero. Este daño es un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto. [4]

Figura N° 15: Desgaste superficial



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: se definen de acuerdo a las condiciones de la superficie del pavimento, así:

- Baja: La superficie presenta pérdida de su textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3 mm aproximadamente.
- Media: La profundidad de las irregularidades es mayor de 3 mm y llega a 10 mm. Se observan las partículas de agregado grueso.
- Alta: En la superficie presenta desintegración superficial de la capa de rodadura y se presentan desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada. [4]

Pulimento del agregado (PU).

Deterioro del pavimento ocasionado por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos, se presenta como pérdida de ligante y mortero. No tiene ningún grado de severidad asociado. [4]

Figura N° 16: Pulimento del agregado



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Cabezas duras (CD).

Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor. No tiene ningún grado de severidad asociado. [4]

Figura N° 17: Cabezas duras

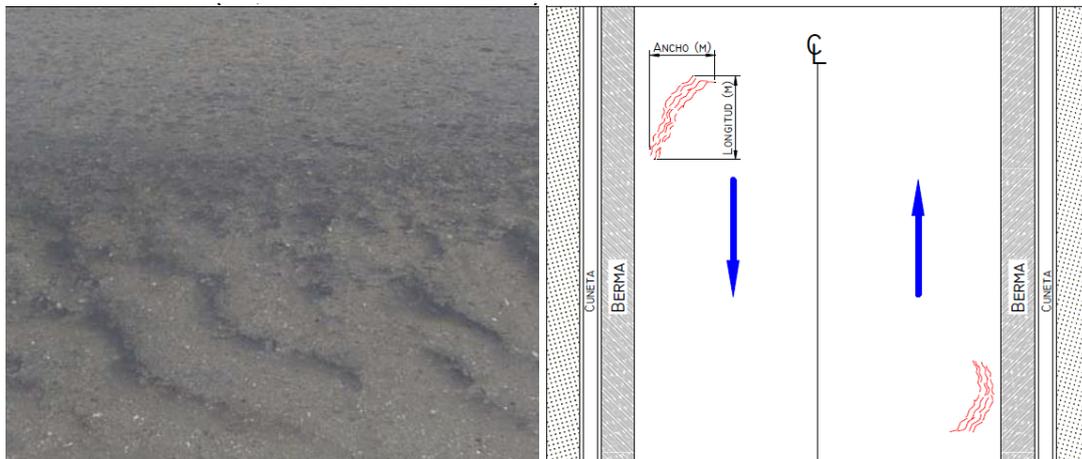


Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Exudación (EX)

Este tipo de daño se presenta con una película o afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa. Es un proceso que puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento. [4]

Figura N° 18: Exudación



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: Puede clasificarse de acuerdo con el espesor de la película de asfalto exudado (teniendo en cuenta qué tanto se han cubierto los agregados superficiales):

- Baja: La exudación visible en la superficie, en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.
- Media: exceso de asfalto libre que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en las huellas del tránsito, tornándose pegajoso en climas cálidos.
- Alta: Alta presencia de cantidad de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, dando un aspecto húmedo de intensa coloración negra, tornándose pegajoso en los climas cálidos. [4]

1.1.3.5 Pavimento rígido

Pavimentos constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, denominada subbase del pavimento rígido. [9]

Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia, pudiendo, en cierto grado, esfuerzos a la tensión. La capacidad estructural de un

pavimento rígido depende de la resistencia de las losas y, por lo tanto, el apoyo de las capas subyacentes ejerce poca influencia en el diseño del espesor del pavimento. [9]

Funciones de las capas de un pavimento rígido

La Subbase; la función más importante es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento además sirve como capa de transición y suministrar un apoyo uniforme, estable y permanente del pavimento. También tiene la función de ayudar a controlar los cambios volumétricos de la subrasante y disminuir al mínimo la acción superficial de estos cambios sobre el pavimento. [9]

Carpeta de rodadura (Losa de concreto); las funciones de la losa en el pavimento rígido son las mismas de la carpeta en el flexible, más la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen. [9]

En estas losas se emplea juntas transversales de contracción y juntas longitudinales de alabeo. En las juntas longitudinales se disponen con frecuencia barras de unión de acero corrugado para mantener unidas las losas contiguas. Permiten el alabeo debido al gradiente térmico, pero impiden la abertura de la junta y su escalonamiento bajo la acción del tráfico. [14]

Las juntas transversales suponen una solución de continuidad del pavimento, ya que los movimientos verticales, especialmente bajo la acción de los ejes de los vehículos pesados, son diferentes en las juntas que en el interior de la losa. El método más usual para mejorar la transmisión de las cargas entre losas contiguas consiste en disponer de pasadores, que son barras lisas de acero no adheridas al hormigón situadas a la mitad del espesor de la losa paralelas entre sí y al eje de la vía. [14]

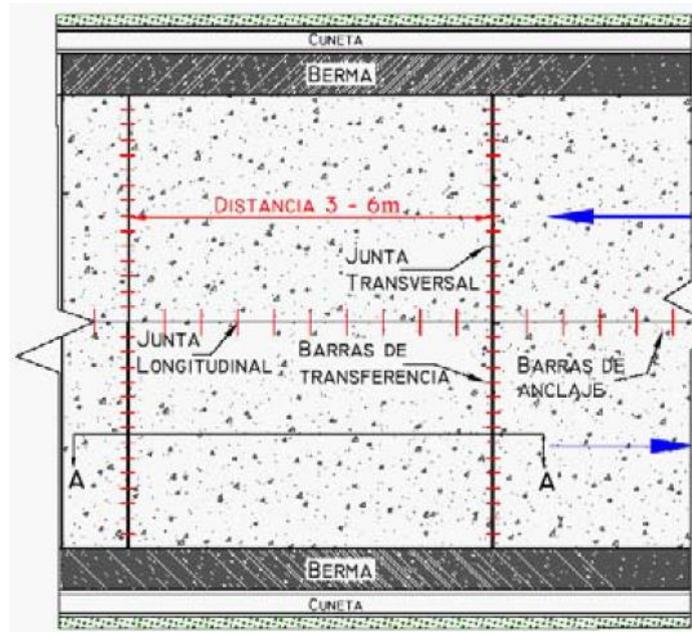
1.1.3.5.1 Tipos de pavimentos rígidos

Losas de concreto simple

Utiliza placas de concreto sin refuerzo. Las juntas de contracción transversal son en general construidas a intervalos entre 3 y 6 m, con el objetivo de controlar la fisuración de las losas. Dependiendo del diseño de las losas, éstas se pueden unir mediante dovelas o barras de transferencia colocadas en las juntas transversales asegurando la

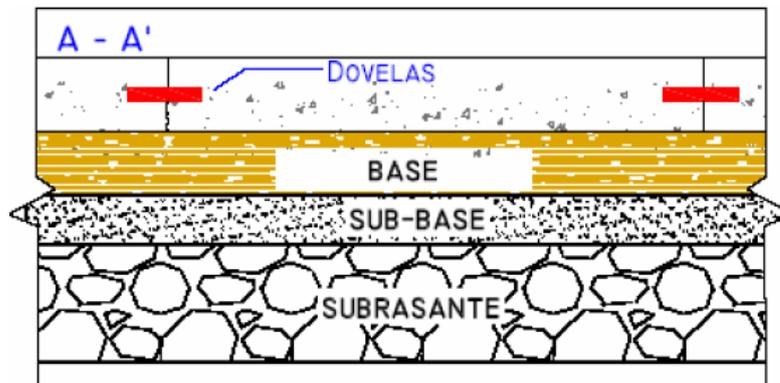
transferencia de carga entre estas; además se colocan barras de anclaje en las juntas longitudinales, en dirección perpendicular al eje de la vía. [15]

Figura N° 19: Losa de concreto simple vista en planta



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Figura N° 20: Losa de concreto simple vista en perfil (Sección A-A')



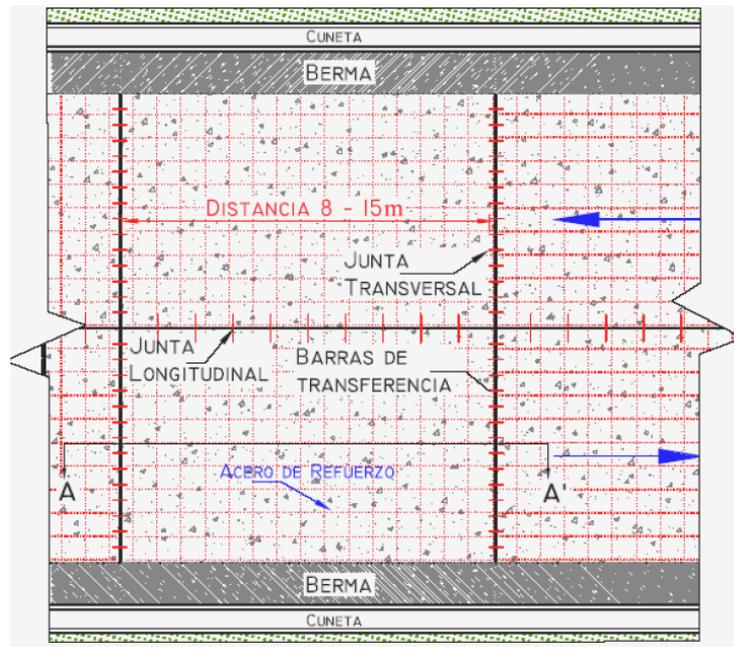
Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

El espaciamiento entre juntas obedece a una relación de esbeltez donde interviene el ancho, el largo y el espesor de la losa, estableciendo para las juntas transversales su construcción a máximo 1,25 veces el ancho de la losa, mientras que las juntas longitudinales deben ser construidas si el ancho de la calzada es mayor a 25 veces el espesor de la losa. [15]

Losas de concreto reforzado

Utiliza juntas de contracción y adicionalmente acero de refuerzo para controlar la fisuración de las losas, debido a que el espaciamiento de las juntas transversales es mayor que el de las placas de concreto simple, con rangos típicos entre 7 – 15 m. [15]

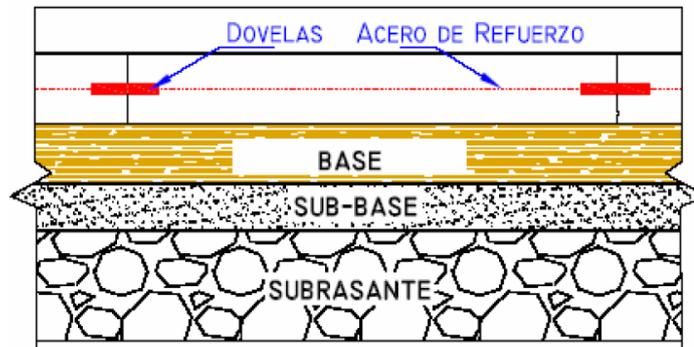
Figura N° 21: Losa de concreto reforzado vista en planta



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Las dovelas son usadas en las juntas transversales para asegurar la transferencia de cargas entre las losas, mientras que el acero de refuerzo será una malla de acero electrosoldada ubicada en el eje neutro de la losa. [15]

Figura N° 22: Losa de concreto reforzado vista en perfil (Sección A-A')

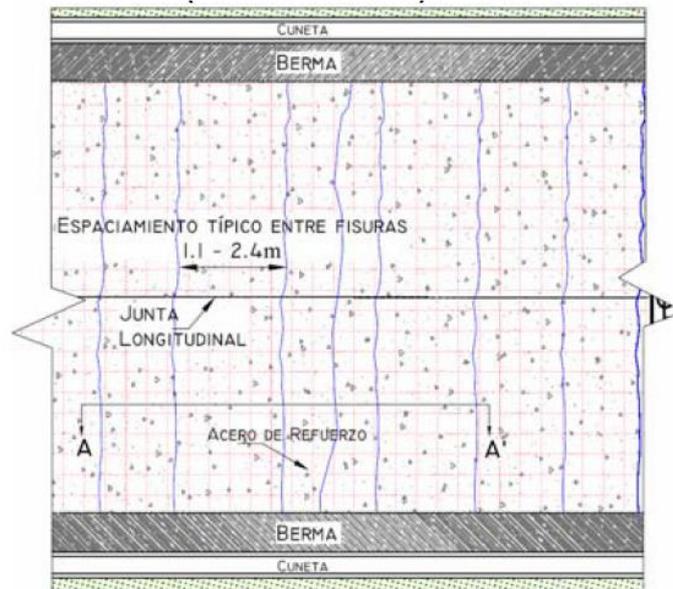


Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Pavimento continuamente reforzado

Este sistema no requiere juntas de contracción ya que su diseño guarda similitud con una losa de entrepiso, considerando las fisuras transversales normales ya que están asociadas al acero de refuerzo de la losa de concreto. [15]

Figura N° 23: Concreto Continamente Reforzado (Vista en Planta)



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

El acero de refuerzo se encuentra en la parte superior y/o inferior. El control de fisuras se lleva a cabo a través de acero de refuerzo, con vigas longitudinales en los extremos de los carriles y vigas transversales espaciadas de acuerdo con el diseño, además de malla electrosoldada en la partes superior e inferior de la losa. [15]

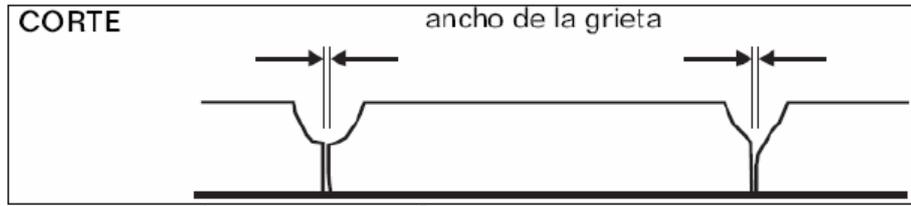
1.1.3.5.2 Deterioros del pavimento rígido

El Instituto Nacional De Vías (INVIAS) en su manual para la inspección visual define los tipos y grados de severidad de los daños que presenta una estructura de pavimento articulado.

Grietas

Este grupo de deterioros incluye todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto. [15]

Figura N° 24: : Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta



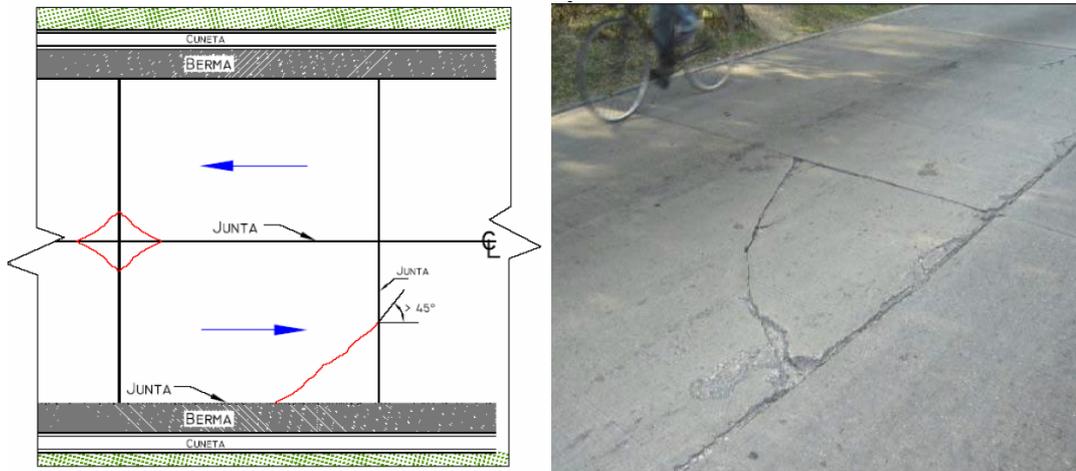
Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Grietas de Esquina (GE)

Este deterioro genera un bloque de forma triangular en la losa; se presenta generalmente al interceptar las juntas transversal y longitudinal, describiendo un ángulo mayor que 45° , con respecto a la dirección del tránsito. [15]

La longitud de los lados del triángulo sobre la junta de la losa varía entre 0,3 m y la mitad del ancho de la losa. (Figura 25). Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado. [15]

Figura N° 25: Grieta de esquina: Vista en planta



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: Teniendo en cuenta el ancho de la grieta (Figura 24), las severidades se definen como:

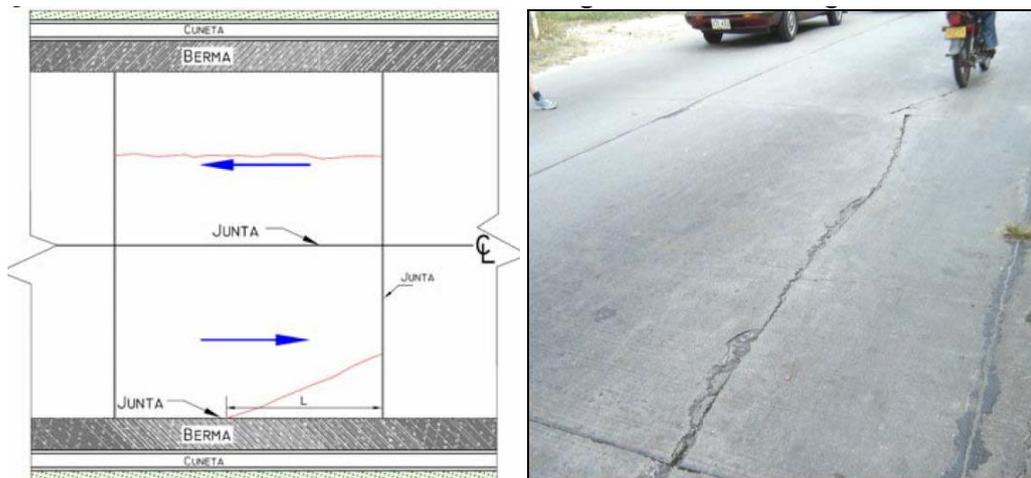
- Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 3mm, con escalonamiento imperceptible y el bloque de la esquina esta completo.
- Media: Aberturas entre 3 y 10mm.

- Alta: Aberturas mayores a 10mm, se presenta escalonamiento y el bloque de la esquina está dividido en varias partes. [15]

Grietas longitudinales (GL)

Grietas paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa y se presentan en todos los tipos de pavimento rígido. [15]

Figura N° 26: Grietas longitudinales



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas longitudinales se clasifican en:

- Baja: grietas selladas o con abertura menor a 3 mm, con escalonamiento un imperceptible.
- Media: Abertura entre 3 y 10mm.
- Alta: Aberturas mayores a 10mm, presenta escalonamiento mucho mayor a 15mm. [15]

Daños en juntas

Deterioro del sello (DST - DSL)

Desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, que permite la entrada de materiales incompresibles e infiltración de agua superficial, se presenta en pavimentos de placas de concreto simple y en placas de concreto

reforzado. Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos:
[15]

- Pérdida de adherencia entre el sello y la losa
- Pérdida parcial o total del sello
- Incrustación de materiales ajenos
- Crecimiento de vegetación [15]

Figura N° 27: Deterioro del sello



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: Teniendo en cuenta la longitud de la junta y sellado, se clasifica de la siguiente forma:

- Baja: Longitud con deficiencia de sellado menor al 5% de la longitud de la junta sin existe riesgo de entrada de agua y/o material incompresible.
- Media: Longitud con deficiencia de sellado entre 5 y el 25% de la longitud de la junta, con el material sellante en condición regular.
- Alta: Longitud con deficiencia de sellado mayor al 25% de la longitud de la junta, entrada de agua y/o material incompresible. [15]

Deterioro superficial

Desportillamiento de juntas (DPT, DPL)

Desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 15cm de lado y lado de la junta (Figura 28), se presenta en todos los tipos de pavimento rígido con juntas. [15]

Figura N° 28: Desportillamiento en junta



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Nivel de Severidad: Se definen combinando el estado de los bloques que se forman por el fracturamiento en contacto con la junta y sus dimensiones:

- Baja: Fracturamientos pequeños, que no se extienden más de 80 mm a cada lado de la junta, originando piezas pequeñas que se mantienen firmes.
- Media: Con fracturas a lo largo de la junta en más de 80 mm a cada lado de esta, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos.
- Alta: Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 80 mm a cada lado de esta, con piezas o trozos removidos por el tránsito con una profundidad mayor de 25 mm. [15]

Otros tipos de deterioros

Fisuras ligeras de aparición temprana (FT)

Fisuras delgadas, que afectan únicamente la superficie de la losa, de longitud de 0.2 m a 1 m, la mayoría de las veces suelen ser paralelas entre sí y con 45° de orientación con respecto al eje de la vía. [15]

Figura N° 29: Fisuras ligeras de aparición temprana



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

Niveles de Severidad: se definen según a la presencia de descascaramientos en los bordes de las fisuras, así:

- Baja: Sin descascaramiento.
- Media: Descascaramiento menor al 10% de la losa.
- Alta: Descascaramiento mayor al 10% de la losa. [15]

1.1.3.6 Pavimento articulado

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularan por dicho pavimento. [9]

Funciones de las capas de un pavimento articulado

La Base; capa colocada entre la subrasante y la capa de rodadura, dando mayor espesor y capacidad estructural al pavimento, puede estar compuesta por dos o más capas de materiales seleccionados. [9]

Carpeta de arena; capa de poco espesor, de arena gruesa y limpia que se coloca directamente sobre la base; sirve de asiento a los adoquines y como filtro para impedir la penetración del agua por las juntas entre estos. [9]

Adoquines; deben tener una resistencia adecuada para soportar las cargas del tránsito, y el desgaste producido por éste. [9]

Sello de arena; constituido por arena fina que se coloca como llenante de las juntas entre los adoquines; sirve como sello de estas y contribuye al funcionamiento, como un todo, de los elementos de la capa de rodadura. [9]

1.1.3.5.1 Deterioros del pavimento articulado

Tipos de daños en pavimentos articulados

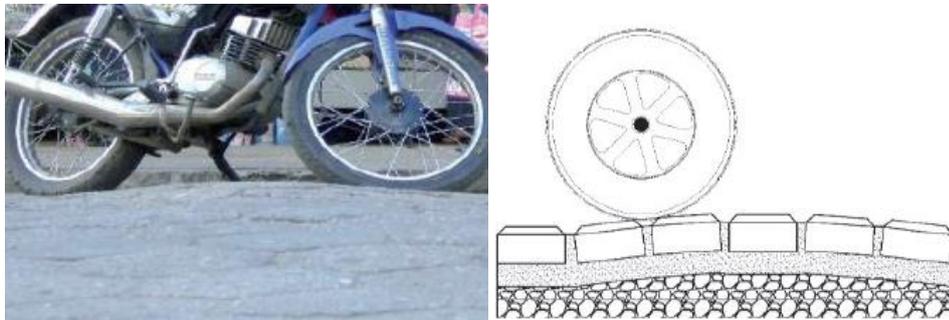
Deformaciones

Son cambios repentinos en los perfiles de los pavimentos con flechas apreciables que repercuten negativamente a la circulación de los usuarios. [5]

Abultamiento (BA)

Levantamientos o protuberancias que se presentan en la superficie del pavimento, con frecuencia en subrasantes con suelos expansivos. [5]

Figura N° 30: Abultamiento de pavimento articulado



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

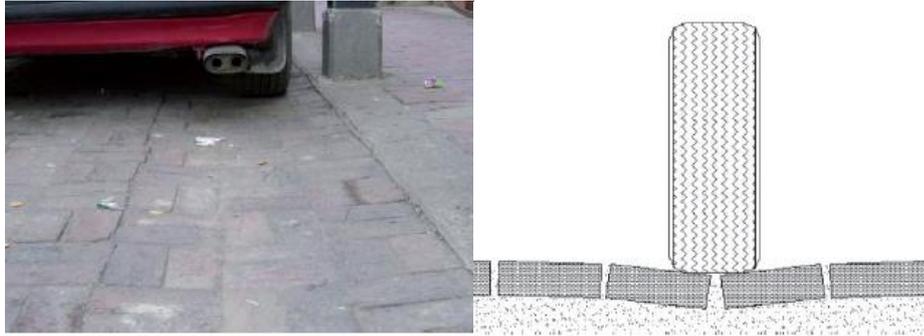
Niveles de severidad: Se establece de acuerdo con la magnitud de deformación.

- Baja: Flecha menor de 20 mm
- Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Alta: Flechas mayores a 40 mm [5]

Ahuellamiento (AH)

Depresión a lo largo del sentido del tráfico, bajo las huellas de los vehículos, causada por las cargas del tránsito, inadecuada compactación de las capas estructurales o aparcamiento de vehículos pesados durante mucho tiempo. [5]

Figura N° 31: Abultamiento de pavimento articulado



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

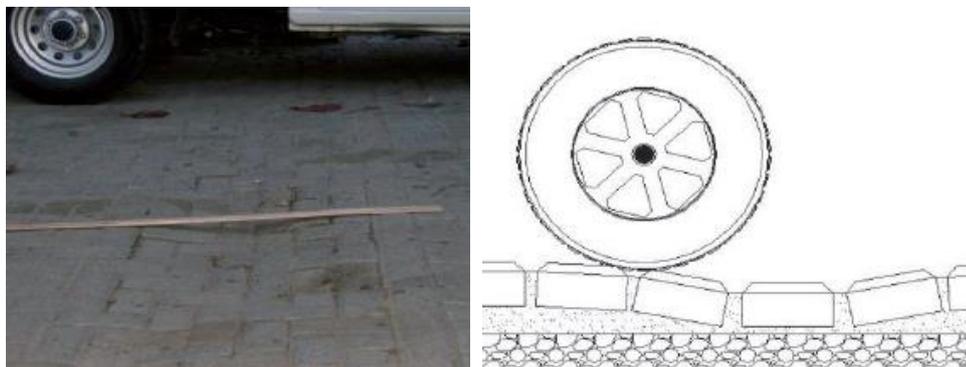
Niveles de severidad: Se establece de acuerdo con la magnitud de deformación:

- Baja: Flecha menor de 20 mm
- Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Alta: Flechas mayores a 40 mm [5]

Depresiones (DA)

Hundimientos localizados en forma circular o semejante, sin pérdida de material, causados por asentamientos en el suelo de fundación, por un inadecuado drenaje o la falta de mantenimiento de éste. [5]

Figura N° 32: Depresión de pavimento articulado



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Niveles de severidad: Se establece de acuerdo con la magnitud de deformación:

- Baja: Flecha menor de 20 mm
- Media: Flecha entre 20 y 40 mm
- Alta: Flechas mayores a 40 mm [5]

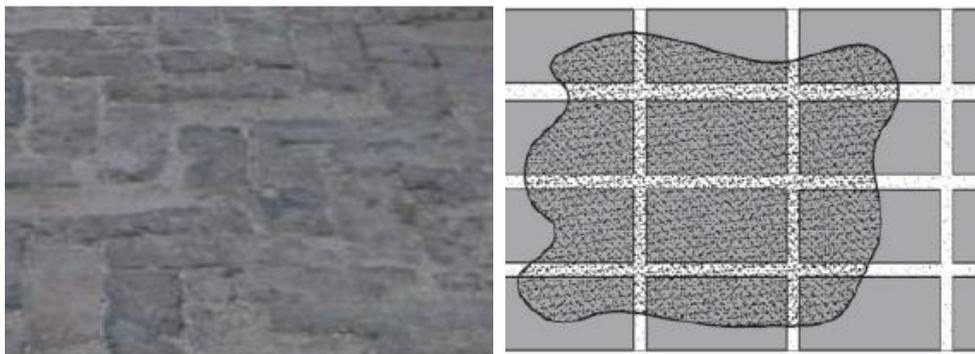
Desprendimientos

Se definen como la pérdida de material en zonas localizadas del pavimento. [5]

Pérdida de arena (PA)

Aparición de partículas de arena alrededor y sobre los adoquines, causado por juntas abiertas o por desplazamiento de las mismas. [5]

Figura N° 33: Pérdida de arena



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Niveles de severidad: se determina dependiendo del área afectada, así:

- Baja: En zonas aisladas, con pérdida de la arena del sello. Área inferior a 0.5 m².
- Media: Se presenta en áreas superiores a 0.5 m².
- Alta: Se presentan asentamientos y pérdida de los perfiles del pavimento. [5]

Desplazamientos

Se definen como el corrimiento localizado de los elementos constitutivos del pavimento. [5]

Desplazamiento de juntas (DJ)

Los adoquines se apartan de su alineamiento inicial, con frecuencia en hiladas de adoquines rectangulares, se presenta en zonas de frenado o en sitios de alta pendiente, por falta de confinamientos transversales o por una distancia inadecuada. [5]

Figura N° 34: Desplazamiento de juntas



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Niveles de severidad: se define de acuerdo con la separación entre los bloques, así:

- Baja: Separación promedio de las aberturas de las juntas menor a 5 mm.
- Media: Se presenta en zonas con áreas superiores a 0.5 m².
- Alta: Separación promedio de las aberturas de las juntas entre 5 y 10 mm. [5]

Fracturaciones

Aparición de fisuras y grietas en las piezas de adoquines o demás elementos constitutivos del pavimento, como elementos de confinamientos (bordillos), la evolución de los fracturamientos presenta, pérdidas de material, formación de concavidades e incrustación de objetos ajenos al pavimento. [5]

Fracturamiento (FA)

Fracturamientos localizados de los adoquines, debido a un inadecuado espesor de los adoquines, deficiencia en la calidad de los materiales de la capa de apoyo y/o de los adoquines o paso de cargas extraordinarias. [5]

Figura N° 35: Fracturamientos



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Niveles de severidad: definidos de acuerdo con el área de afectación.

- Baja: Fractura de adoquines de manera aislada, en un área menor a 0.5 m².
- Media: Fractura de adoquines en un área considerable y de forma continua. Área igual o superior a 0.5 m².
- Alta: Fractura de adoquines en un área de extensión considerable y de forma continua, con pérdida de material, formando concavidades que generan una textura rugosa. Área igual o superior a 0.5 m². [5]

Otros deterioros

Son diversos deterioros que afectan el correcto funcionamiento estructural y funcional del pavimento. [5]

Juntas abiertas (JA)

Separación entre juntas superior a 3 mm, permitiendo la pérdida de arena de sello y la incrustación de partículas a través de las juntas, propiciando la destrucción de las aristas de los adoquines, que puede surgir por efecto de las cargas del tránsito, confinamientos inadecuados o falta del sello de juntas. [5]

Figura N° 36: Juntas abiertas



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Niveles de severidad: se determina por la distancia de separación entre las juntas, así:

- Baja: Separación entre juntas menores a 5 mm.
- Media: Separación entre juntas entre 5 y 10 mm.
- Alta: Separación entre juntas mayores a 10 mm. [5]

Vegetación en la calzada (VC)

Invasión o crecimiento de vegetación a través de las juntas en la calzada, y esta puede llegar a levantar el adoquinado, dado principalmente por el abandono de la carretera, falta de limpieza y desmonte de las franjas adyacentes de la calzada. [5]

Figura N° 37: Vegetación en la calzada



Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Niveles de severidad: se definen de acuerdo con las siguientes características:

- Baja: Vegetación solo entre las juntas y es apenas apreciable.
- Media: Vegetación por encima de los adoquines.
- Alta: La vegetación empieza a levantar los adoquines. [5]

1.1.3.6 Diseño geométrico vial

1.1.3.6.1 Diseño vial

La normativa establece los límites tanto para radios de giro, peralte, dependiendo de la zona (urbana) y otros aspectos como el TPDA y velocidad de diseño. [7]

El tránsito

El tránsito indica para qué servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. [7]

La velocidad

Algunos elementos de la vía, como el radio de curvatura, son función de la velocidad de diseño; otros, como el ancho del carril, no dependen directamente de ella, pero afectan la velocidad de operación de los vehículos. [7]

El valor de la velocidad directriz depende principalmente de las características funcionales predefinidas para la vía, de la magnitud de las obras y de consideraciones económicas y de seguridad. [7]

Capacidad

La capacidad de una carretera ayuda a controlar el diseño y se refiere a la habilidad que presenta esa vía para acomodar el tránsito, al definir el máximo número de vehículos que puede pasar por una sección dada de un carril o de una carretera durante un período dado bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y de la carretera". [16]

1.1.3.6.2 Límites de diseño

Dada la alta densidad poblacional, se exige un tratamiento especial para el movimiento de personas y de carga de productos, tanto dentro como fuera de las zonas urbanas.

Para minimizar los accidentes de tránsito es importante seguir los siguientes principios:

- Separación del tránsito vehicular, peatonal y de ciclistas. [17]
- Desarrollo de una red vial para que los peatones y ciclistas lleguen a sus destinos importantes sin cruzar vías principales.
- Paradas del tránsito público común de fácil acceso para peatones.
- Identificación clara entre los diversos tipos de calles, así como para tránsito y residencial.
- Las áreas escolares no deben ser cruzadas por vías primarias.
- Espacios de parqueamiento siempre fuera de los carriles de tránsito.

Elementos transversales viales

Las vías en función del sistema al que pertenecen y sus características, están constituidas por los siguientes elementos: calzadas y carriles, aceras, parterres, vegetación y elementos adicionales, curvas o elementos que faciliten el retorno, derechos de vía, áreas de protección especial, facilidades de tránsito y cruces peatonales. [18]

La normativa AASHTO dispone para zonas urbanas tres clases de calles de acuerdo con su funcionalidad: arterias, colectoras y rutas de acceso local. [19]

Las mismas que establecen las consideraciones y dimensiones mínimas a emplearse dentro de las zonas urbanas, así se tiene:

Calles urbanas locales

Vía pública para el tránsito de vehículos, incluido el tránsito público y el tránsito de peatones y bicicletas, donde se incluye toda el área dentro del derecho de paso y generalmente alberga instalaciones de servicios públicos dentro del derecho de paso. [19]

- **Ancho de carril;** Los carriles de las calles para el tráfico en movimiento deben tener preferiblemente de 3,0 a 3,3 m de ancho, y en áreas industriales deben tener 3,6 m de ancho. Donde el ancho disponible o alcanzable del derecho de

paso impone limitaciones severas, se pueden usar carriles de 2.7 m en áreas residenciales, y carriles de 3.3 m en áreas industriales. [19]

- **Número de carriles;** En las calles residenciales donde la función principal de la calle es proporcionar acceso al desarrollo adyacente y fomentar un entorno comunitario, se debe proporcionar al menos un carril móvil sin obstrucciones incluso cuando el estacionamiento se produce en ambos lados. En áreas residenciales de unidades multifamiliares, puede ser deseable un mínimo de dos carriles de tráfico en movimiento para acomodar el tráfico opuesto. En muchas áreas residenciales, se necesita un ancho de vía mínimo de 8 m donde se permite el estacionamiento en la calle. Esta anchura de acera a acera de 8 m proporciona un carril central de 3,6 m que permite el paso de camiones y dos carriles de aparcamiento de 2,2 m. [19]
- **Carriles de estacionamiento;** En áreas residenciales, se debe proporcionar un carril de estacionamiento paralelo de al menos 2,1 m de ancho en uno o ambos lados de la calle. En áreas comerciales e industriales, los anchos de los carriles de estacionamiento deben ser de al menos 2,4 m y generalmente se proporcionan a ambos lados de la calle. [19]
- **Bordillos;** Las calles urbanas normalmente están diseñadas con bordillos para permitir un mayor uso del ancho disponible y para el control del drenaje, la protección de los peatones y la delimitación. El bordillo debe tener una altura de 100 a 150 mm. [19]
- **Aceras;** Las aceras utilizadas para el acceso peatonal a escuelas, parques, áreas comerciales y paradas de tránsito y aceras en áreas comerciales deben estar a lo largo de ambos lados de la calle. En áreas residenciales, las aceras deben estar en al menos un lado de todas las calles locales. El ancho mínimo de la acera es de 1,2 m. Es posible que se necesiten anchos de acera de 2,4 m o más en áreas comerciales. [19]

Carreteras y Calles de Colectores

Vía pública, que por lo general tiene volúmenes de tráfico moderados, recolectan el tráfico para el movimiento entre las calles arteriales y las carreteras locales, y proporcionar acceso a las propiedades colindantes. [19]

Colectoras urbanas

La calle colectoras urbanas también manejan el tráfico de bicicletas y peatones y, a menudo, alberga instalaciones de servicios públicos dentro del derecho de vía, casi todas estas calles permiten el acceso a propiedades colindantes. [19]

- **Ancho de carril;** Los carriles dentro de la vía transitada deben tener un ancho de 3.0 a 3.6 m. En áreas industriales, los carriles deben tener 3.6 m de ancho, excepto donde la falta de espacio para el derecho de paso imponga limitaciones severas; en tales casos, se pueden utilizar anchos de carril de 3,3 m. [19]
- **Número de carriles;** Dos carriles de tráfico son suficientes para las calles colectoras urbanas. [19]
- **Carriles de estacionamiento;** En las zonas residenciales, se debe prever un carril de estacionamiento paralelo de 2,1 a 2,4 m de ancho en uno o ambos lados de la calle, según convenga al tamaño del lote y a la densidad de la urbanización. En áreas comerciales e industriales, los anchos de los carriles de estacionamiento deben oscilar entre 2.4 y 3.3 m y generalmente se proporcionan a ambos lados de la calle. [19]
- **Bordillos;** El bordillo del lado de la vía transitada puede ser un bordillo vertical, de 150 mm de alto. No se debe utilizar un bordillo vertical en carreteras con velocidades superiores a 70 km / h; En esta situación, se pueden usar bordillos inclinados con alturas de 150 mm. Un bordillo inclinado con una altura de 100 mm debe considerarse en instalaciones de mayor velocidad con accesos poco frecuentes y calles que se cruzan. [19]
- **Aceras;** Se deben proporcionar aceras a ambos lados de las calles colectoras urbanas que se utilizan para el acceso peatonal a escuelas, parques, áreas comerciales, paradas de tránsito y a ambos lados de colectores en áreas comerciales. El ancho mínimo de la acera debe ser de al menos 1.2 m en áreas residenciales y debe variar de 1.2 a 2.4 m en áreas comerciales.

Arteriales

Proporcionan una red de alto volumen y mayor velocidad para viajar entre los puntos principales tanto en áreas rurales como urbanas. [19]

Arteriales urbanas

Las arterias urbanas transportan grandes volúmenes de tráfico dentro y a través de las áreas urbanas. Su diseño varía desde autopistas con acceso totalmente controlado hasta calles de dos carriles. [19]

- **Ancho de carril;** Los anchos de los carriles pueden variar de 3,0 a 3,6 m. Se pueden usar anchos de carril de 3,0 m en áreas más restringidas donde los volúmenes de camiones y autobuses son relativamente bajos y las velocidades son inferiores a 60 km/h. Los anchos de carril de 3,6 m son deseables, cuando sea práctico, en arterias principales de alta velocidad y flujo libre. [19]
- **Número de carriles;** El número de carriles varía, dependiendo de la demanda de tráfico y la disponibilidad del derecho de paso, pero el rango típico para las calles arteriales urbanas es de cuatro a ocho carriles transversales en ambas direcciones de viaje. [19]
- **Carriles de estacionamiento;** El ancho total del carril de estacionamiento para automóviles de pasajeros debe ser de 2,1 a 3,0 m. Para uso de ciclistas, así como de automóviles de pasajeros, se debe considerar un ancho de 3,6 a 4,2 m. Cuando es poco probable que en el futuro haya una necesidad de utilizar el carril de estacionamiento como carril de paso, puede ser aceptable un ancho de carril de estacionamiento tan estrecho como 2,1 m. [19]
- **Bordillos;** El bordillo, debe ser del tipo inclinado y no debe ubicarse más cerca del camino transitado que el borde exterior del arcén. Además, deben proporcionarse tratamientos de extremos inclinados. [19]
- **Aceras;** En algunas secciones de calles arteriales que atraviesan áreas relativamente subdesarrolladas, es posible que no haya una demanda peatonal inicial. Por lo tanto, es posible que las aceras no sean necesarias inicialmente. [19]

1.1.3.7 Señalización vial

Las señales viales brindan seguridad y orientación al conductor de un vehículo y a todos sus usuarios. Estos símbolos, leyendas, marcas o luces tienen como objetivo llamar la atención del conductor o peatón hacia situaciones en la vía pública y son instaladas con el fin de regular el tránsito de peatones y vehículos. [20]

1.1.3.7.1 Señalización vertical

Por la importancia que tienen los dispositivos de control al informar a los usuarios de las regulaciones como para prevención y guías necesarias para la operación segura, uniforme y eficiente de todos los elementos del flujo de tránsito es importante establecer los requisitos que deben cumplir estos dispositivos de control de tránsito, los principios para su uso, así como para promover la seguridad y eficiencia de las vías a través del movimiento ordenado de todos los usuarios viales en todo el país. [21]

Los medios empleados para transmitir información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color y este puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos. [21]

Estos dispositivos de control cumplen los siguientes aspectos:

- Cumplir y satisfacer una necesidad.
- Ser visible y llamar la atención del usuario vial.
- Contener, transmitir un mensaje claro y simple.
- Inspirar respeto.
- Colocarse de modo que brinde el tiempo adecuado para una respuesta del usuario vial.

Disposiciones específicas de las señales de tránsito

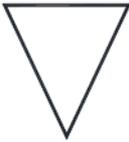
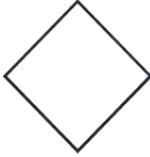
Uniformidad de diseño

Es la estandarización el uso de la forma, color y mensaje, de tal manera que las varias clases de señales sean reconocidas con rapidez por parte del usuario vial. [21]

- **Forma;** las formas varían dependiendo el fin para ser usadas, como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1: Formas para señales de tránsito

Figura	Uso
	El octógono se usa exclusivamente para la señal de PARE

	El triángulo equilátero con un vértice hacia abajo se usa exclusivamente para la señal de CEDA EL PASO.
	El rectángulo con el eje mayor vertical se usa generalmente para señales regulatorias
	El círculo se usa para señales en los cruces de ferrocarril.
	El rombo se usa para señales preventivas y trabajos en la vía con pictogramas.
	El rectángulo con el eje mayor horizontal se usa para señales de información y guía; señales para obras en las vías y propósitos especiales, así como placas complementarias para señales regulatorias y preventivas
	El pentágono se usa para señales en zona escolar

Fuente: Señalización Vertical, RTE INEN 004-1

- **Color;** deben cumplir con las especificaciones detalladas en la tabla 2.

Tabla 2: Colores para señales de tránsito

Color	Uso
ROJO	Color de fondo en las señales de pare, señales relacionadas con movimientos de flujo prohibidos y reducción de velocidad, señales especiales de peligro y señales de entrada a un cruce de ferrocarril, en señales de prohibición de estacionamiento, en señales de ceda el paso, triángulo preventivo y prohibido el paso en caso de riesgos.
NEGRO	Color de símbolos, leyenda y flechas para las señales que tienen fondo blanco, amarillo, verde limón y naranja, en marcas de peligro, además se utiliza para leyenda y fondo en señales de direccionamiento de vías.

BLANCO	Color de fondo para la mayoría de las señales regulatorias, delineadores de rutas, nomenclatura de calles y señales informativas
AMARILLO	Se emplea como color de fondo para señales preventivas, señales complementarias de velocidad, distancias y leyendas.
NARANJA	Se emplea como color de fondo para señales de trabajos temporales en las vías y para banderolas en cruces de niños
VERDE	Color de fondo para las señales informativas de destino, peajes control de pesos y riesgo; también se utiliza como color de leyenda, símbolo y flechas para señales de estacionamientos no tarifados con o sin límite de tiempo.
AZUL	Color de fondo para las señales informativas de servicio, de leyenda en señales direccionales de las mismas, y en señales de estacionamiento en zonas tarifadas, (En paradas de bus esta señal tiene el carácter de regulatoria).
CAFÉ	Se emplea como color de fondo para señales informativas turísticas y ambientales.
VERDE LIMÓN	Se usará para las señale que indican una Zona Escolar

Fuente: Señalización Vertical, RTE INEN 004-1

- **Letras;** La norma INEN establece comprende de seis series de letras desde A hasta F, una serie especial E y una serie para letras minúsculas denominada Lm. La distancias de legibilidad para las letras mayúsculas de las series C, D, E y E modificada, se indican en la tabla 3. [21]

Tabla 3: Distancias de legibilidad para letras mayúsculas

SERIE DE LETRAS	DISTANCIA DE LEGIBILIDAD EN METROS POR 10 mm DE TAMAÑO DE LETRA
C	5 mm
D	6 mm
E	7 mm
E modificada	7.5 mm

Fuente: Señalización Vertical, RTE INEN 004-1

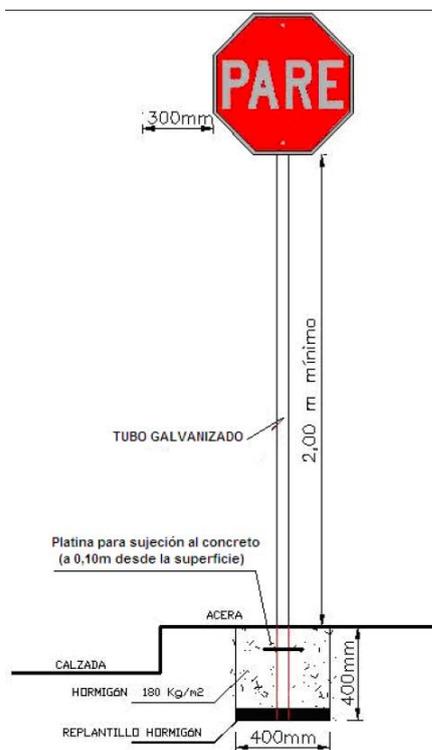
Para las letras mayúsculas se definen tres tipos de espaciamentos: angosto (a), medio(M) y ancho(A) mientras que el espaciamento ancho se debe usar para las letras minúsculas.

Uniformidad de ubicación

Las señales se deben instalar en el lado derecho de las vías, las mismas pueden duplicarse al lado izquierdo o colocarse elevadas sobre la calzada, para zonas urbana deben cumplir con las siguientes especificaciones: [21]

- Colocación lateral en zonas urbanas; En vías con aceras, las señales deben colocarse, a mínimo 300 mm del filo del bordillo, y máximo a 1,00 m.
- Altura en zona urbana; En vías con aceras, para evitar obstrucciones a los peatones, la altura libre de la señal no debe ser menor a 2,00 m desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal, como lo indica la Figura N°38 o 2,20m para reducir la interferencia a los vehículos estacionados.
- Instalación aérea; Las señales aéreas en vías urbanas deben colocarse a una altura mínima de 5,30 m sobre el nivel más alto de la calzada.

Figura N° 38: Altura en zona urbana

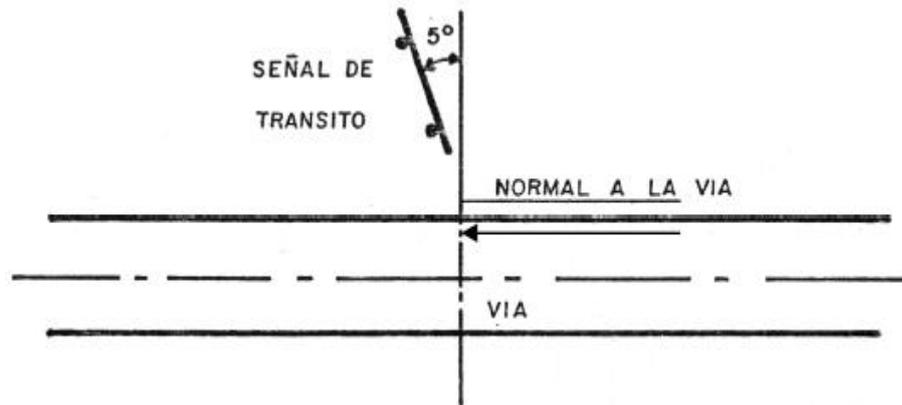


Fuente: Fuente: Señalización Vertical, RTE INEN 004-1

Orientación

Para evitar el deslumbramiento desde las superficies de las señales, estas deben ser orientadas con un ángulo de 5°.

Figura N° 39: Orientación de las señales



Fuente: Señalización Vertical, RTE INEN 004-1

Clasificación de señales y sus funciones

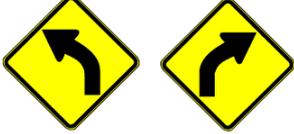
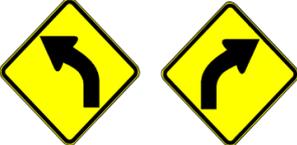
- **Señales regulatorias;** Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal. [21]
- **Señales preventivas;** Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma, en áreas urbanas, las señales se colocan a no menos de 50 m ni más de 100 m delante del sitio de riesgo. [21]
- **Señales de información;** Informan a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.
- **Señales especiales delineadoras;** Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma. [21]
- **Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales;** Advierten a los usuarios viales de trabajos en las vías y aceras, además alertan sobre condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios. [21]

- **Señalización para zonas escolares;** advierten e informan de las vías de la aproximación a un centro educativo y las prioridades en el uso de estas, las señales se colocan en vías urbanas mínimo a 100 m, y en carreteras mínimo a 150 m del punto en donde se requiere la acción. [21]

Tabla 4: Tipos de señales

SEÑALES REGULATORIAS	
Figura	Nombre/Uso
<p>Leyenda y borde retroreflectivo blanco Fondo retroreflectivo rojo</p> 	<p>Pare.</p> <p>Se instala en las aproximaciones a las intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección.</p>
<p>Leyenda negra Borde rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo</p> 	<p>Ceda el paso.</p> <p>Se utiliza en aproximaciones a intersecciones donde el tráfico que debe ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tráfico de la vía mayor (principal).</p>
<p>Flecha y borde blanco retroreflectivo Leyenda y fondo negros</p> 	<p>Serie de movimiento y dirección.</p> <p>Obligación de los conductores de circular solo en la dirección indicada por las flechas de las señales.</p>
<p>Leyenda y fondo negro mate Flecha y borde blanco retroreflectivo</p> 	<p>Doble vía.</p> <p>Esta señal se utiliza para indicar que en una vía el tránsito puede fluir en dos direcciones.</p>
<p>Símbolo y orla negros Círculo rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo</p> 	<p>No virar en U.</p> <p>Esta señal indica al conductor que no puede virar y regresar por la vía en que venía.</p>

<p>Símbolo y orla negros Círculo rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo</p> 	<p>No cambio de carril.</p> <p>Esta señal se instala para indicar a los conductores que no pueden cambiarse de carril por el cual circulan.</p>
<p>Símbolo y orla negros Círculo rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo</p> 	<p>No rebasar.</p> <p>Se utiliza para indicar la prohibición de efectuar la maniobra de rebasamiento en vía con un solo carril de circulación en cada sentido.</p>
<p>Símbolo y orla negros Círculo rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo</p> 	<p>Límite máximo de velocidad.</p> <p>Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía. Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10.</p>
<p>Símbolo flecha y orla negros Círculo rojo retroreflectivo Fondo blanco retroreflectivo</p> 	<p>No estacionar.</p> <p>Esta señal se utiliza para indicar la prohibición de estacionar a partir del lugar donde se encuentre instalada, en el sentido indicado por las flechas, hasta la próxima intersección.</p>
<p>Fondo azul retroreflectivo Símbolo color azul retroreflectivo Orla color blanca Letra color blanca</p> 	<p>Parada de bus.</p> <p>Tiene por objeto indicar el área donde los buses de transporte público deben detenerse para tomar y/o dejar pasajeros.</p>
<p>SEÑALES PREVENTIVAS</p>	
<p>Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p> 	<p>Curva cerrada izquierda, derecha.</p> <p>Estas señales indican la aproximación a curvas cerradas; y se instalan antes de una curva con ángulo de viraje \leq a 90°.</p>

<p>Cambiar símbolos Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p> 	<p>Curva abierta izquierda, derecha.</p> <p>Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a una curva abierta a la izquierda o derecha.</p>
<p>Cambiar símbolos Símbolo y orla negros Fondo amarillo retroreflectivo</p> 	<p>Curva y contra curva cerradas izquierda-derecha y derecha-izquierda.</p> <p>Indican la aproximación a dos curvas contrapuestas y cuya tangente de separación es menor a 120 m; y se instalan en aproximaciones a esta clase de curvas.</p>
<p>SEÑALES DE INFORMACIÓN VIAL</p>	
	<p>Señal de servicios con distancia de ubicación.</p> <p>Indica a los conductores que más adelante existe uno o varios tipos de servicio junto a la carretera</p>
	<p>Señales de servicios con direccionamiento.</p> <p>Indica a los conductores que existe uno o varios tipos de servicio junto a la carretera.</p>
<p>SEÑALIZACIÓN PARA ZONAS ESCOLARES</p>	
<p>Símbolo y borde negro, fondo retroreflectivo amarillo</p> 	<p>Señal de advertencia anticipada de escuela.</p> <p>La señal de zona escolar previene al conductor del vehículo de la proximidad, a una zona donde se encuentran centros educativos</p>
	<p>Señales de velocidad máxima de escuela.</p> <p>Usada para indicar el límite de velocidad donde una zona de velocidad reducida en una Zona escolar que ha sido establecida, esta debe comenzar en un punto de 60 m antes del cruce de peatones o a 90 m antes del límite de propiedad de la escuela</p>

Fuente: Señalización Vertical, RTE INEN 004-1

1.1.3.7.2 Señalización horizontal

La señalización horizontal ayuda a proteger la salud y la seguridad de las personas, prevenir prácticas que puedan inducir a error a los usuarios de las vías, espacios públicos al regular el tráfico vial o establecer disposiciones del uso de las vías. El diseño de la señalización horizontal debe cumplir: [22]

- El tamaño, contraste, colores, forma, composición y retroreflectividad de las señales deben combinarse para atraer la atención los usuarios.
 - El mensaje debe ser claro, sencillo e inequívoco.
 - El tamaño debe permitir un tiempo adecuado de reacción.
 - El mensaje debe concordar con la situación que se señala.
 - El color y tamaño deben ser apreciables de igual manera durante el día y noche.
- [22]

Aspectos de señalización

- **Ubicación;** Se instalan para capturar oportunamente la atención de los usuarios de distintas capacidades visuales, cognitivas y psicomotoras, otorgando a estos la facilidad y el tiempo suficiente para seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizarla con seguridad y eficacia. [22]
- **Conservación y mantenimiento;** dada la importancia de las señales verticales es necesario un inventario de ellas y un programa de mantenimiento e inspección para asegurar su limpieza, reemplazo o retiro, dado que toda señalización tiene una vida útil que está en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. [22]

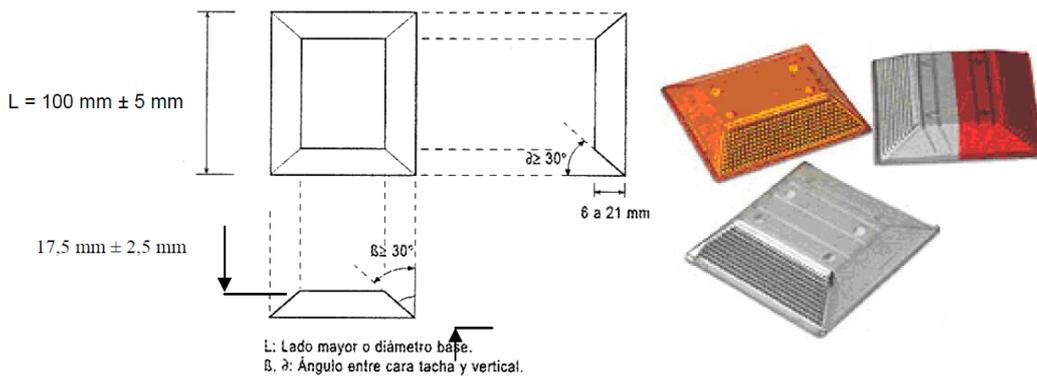
Dimensiones y usos de señalizaciones

Las dimensiones de la señalización dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubican.

Demarcadores (Ojos de gato, tachas)

Su lado mayor o el diámetro de su base, debe ser de 100 mm con tolerancia de ± 5 mm; con altura de 17,5 mm con tolerancia de $\pm 2,5$ mm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a 60° con la horizontal. [22]

Figura N° 40: Demarcadores (ojos de gato, tacha)



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Líneas longitudinales

Se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, como carriles exclusivos de bicicletas o buses; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra. En pavimentos de las líneas longitudinales deben ser: [22]

- Una línea continua de color amarillo.
- Ancho mínimo de línea de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua, de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse para prohibir el cruce o rebasamiento
- Una línea segmentada, con espacios sin pintar para una condición permisiva, donde se puede rebasar. [22]

Líneas de separación de flujos opuestos

Líneas de color amarillo utilizadas en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. En vías urbanas se usa, con un ancho de

calzada mínimo de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más. [22]

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

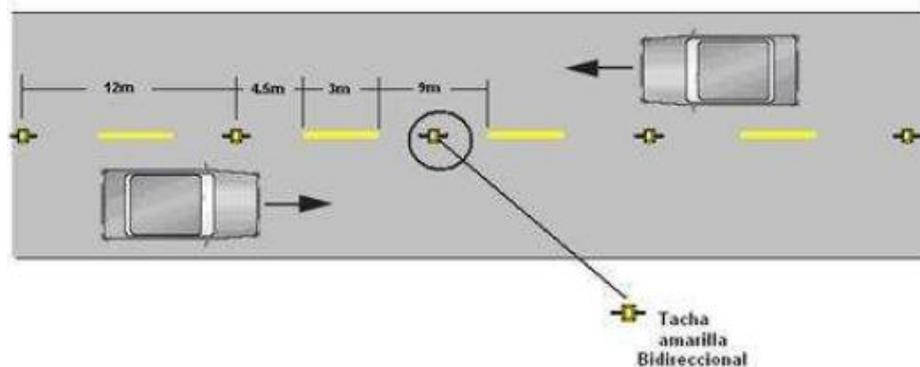
Líneas de color amarillo, empleadas donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes. [22]

Tabla 5: Relación señalización línea de separación de circulación opuesta de circulación opuesta segmentada

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12.00	3-9
mayor a 50	150	12.00	3-9

Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Figura N° 41: Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta

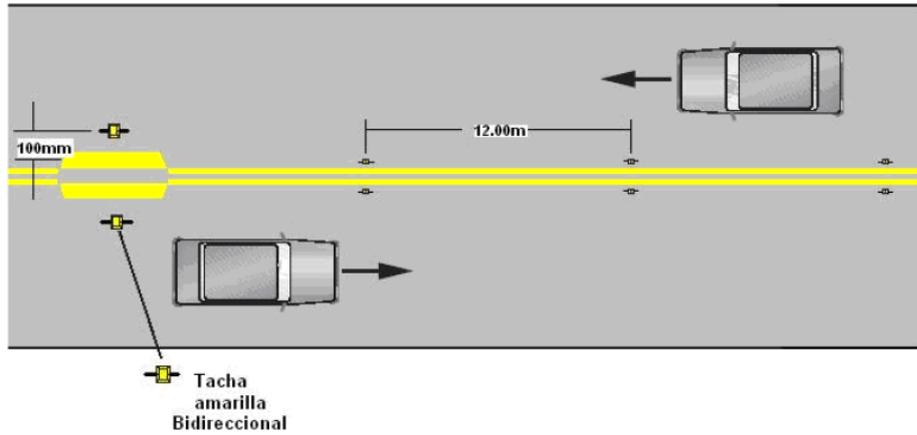


Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Doble línea continua (línea de barrera)

Consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm, se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura. [22]

Figura N° 42: Doble línea continua



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Líneas de separación de carriles

Separan flujos de tránsito en la misma dirección, y son de color blanco, indicando la senda que deben seguir los vehículos. [22]

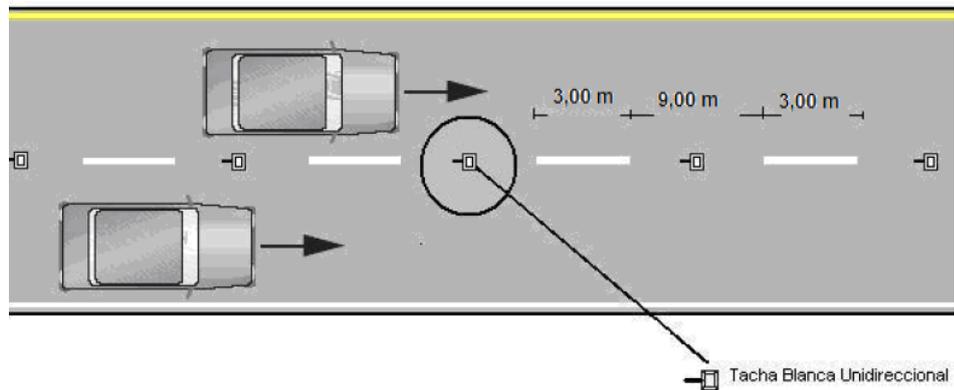
- Línea segmentada de dos carriles, la relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía, como se muestra en la Tabla 6. Éstas son de color blanco. [22]
- Líneas de separación de carril continuas, las líneas de separación de carril continuas se utilizan para segregar ciclovías y carriles de solo BUS del resto del flujo vehicular en el mismo sentido de circulación y son de color blanco. [22]

Tabla 6: Relación señalización / Línea de espaciamiento de carril.

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Ancho de la línea (mm)	Longitud de la línea pintada (m)	Espaciamiento de línea (m)
Menor o igual a 50	100	3.00	9.00
mayor a 50	150	3.00	9.00

Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Figura N° 43: Líneas de separación de carriles segmentados



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

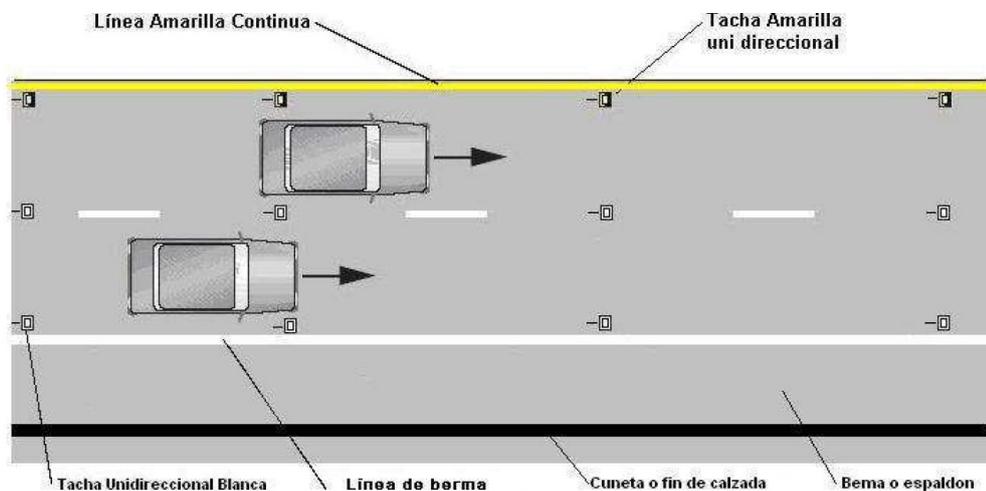
Líneas de borde de calzada

Indican a los conductores, donde se encuentra el borde de la calzada, permitiendo posicionarse correctamente respecto de éste. [22]

- Se señalan los bordes de calzada en las vías urbanas con velocidad máxima permitida de 50 km/h o superior. [22]
- Se utiliza en áreas urbanas cuando las características geométricas de la vía generan condiciones de riesgo, como curvas cerradas, variaciones de ancho de calzada o por la ausencia de iluminación apropiada. [22]

Líneas de borde de calzada continuas; Líneas continuas usadas para señalar el borde de la calzada; su ancho mínimo en vías urbanas debe ser de 100 mm. [22]

Figura N° 44: Líneas continuas de borde

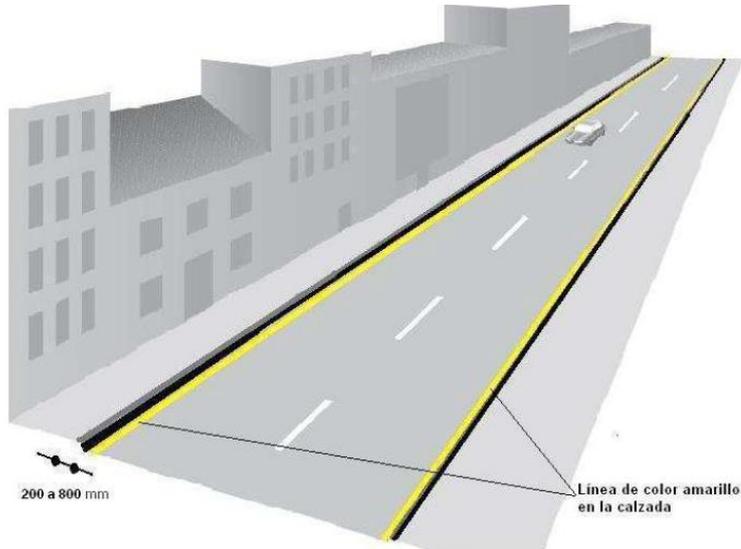


Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Líneas de prohibición de estacionamiento

Indican la prohibición de estacionar permanentemente a lo largo de un tramo de vía, su color es amarillo, y se demarca sobre la calzada junto a los bordillos. [22]

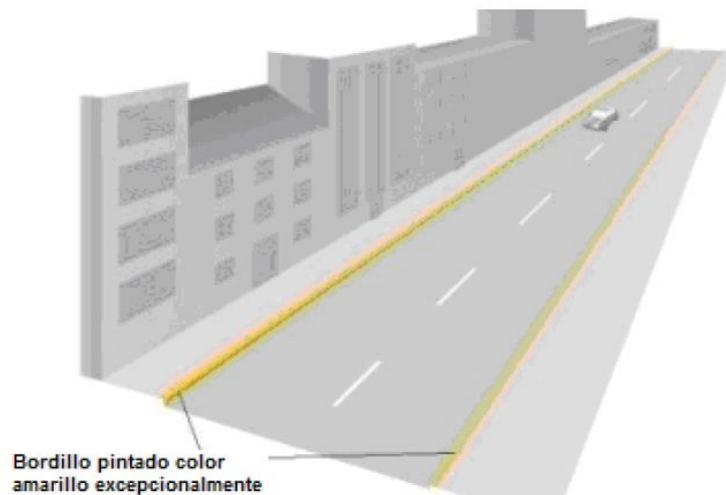
Figura N° 45: Línea de prohibición de estacionamiento en calzada



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

El ancho de estas líneas es de 100 mm, cuando se señala esta prohibición no se señala la línea de borde de calzada. Se demarca a una distancia entre 200 a 800 mm del bordillo de la calzada. [22]

Figura N° 46: Línea de prohibición de estacionamiento en bordillo



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Líneas transversales

Se utilizan en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse, ceder el paso o disminuir su velocidad según el caso; y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas. [22]

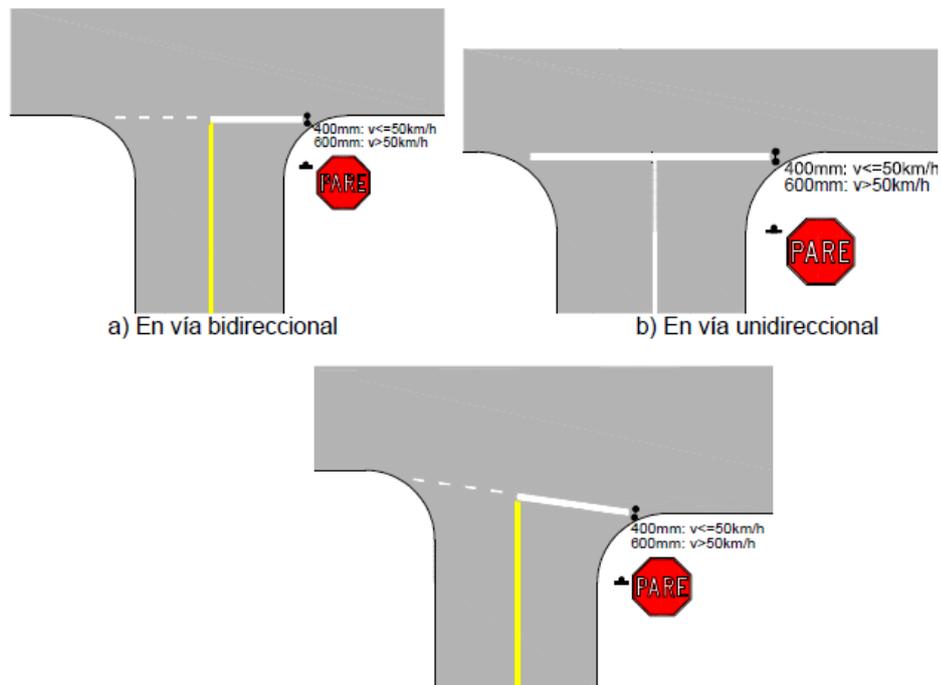
Estas presentan las siguientes características:

- Forma, las líneas transversales se demarcan a través de las calzadas, pueden ser continuas y/o segmentadas.
- Color, la señalización de líneas transversales es blanca. [22]

Líneas de pare

Línea continua demarcada en la calzada ante la cual los vehículos deben detenerse. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm y en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm. [22]

Figura N° 47: Línea de pare en intersección con señal vertical de pare



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

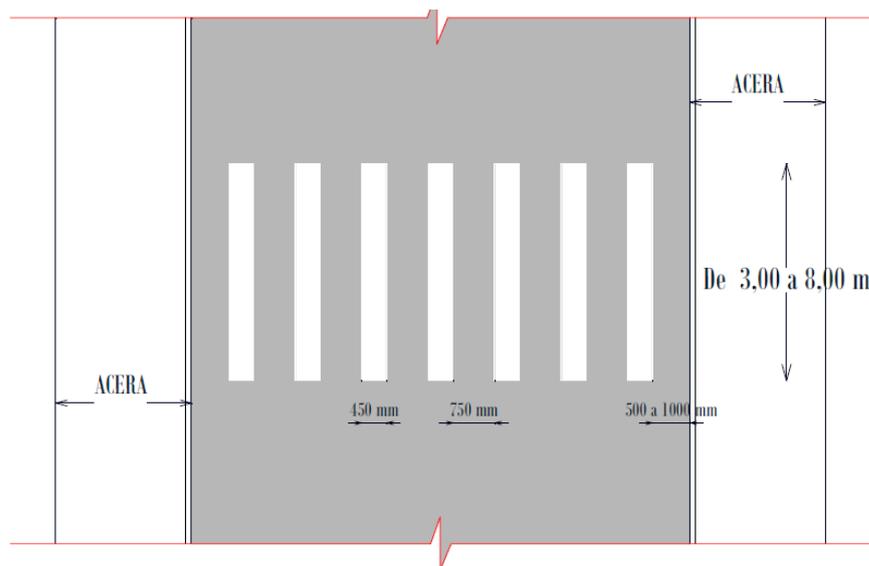
Líneas de cruce peatonal

Indican la trayectoria que deben seguir los peatones al atravesar una calzada; se demarcan en todas las zonas donde existe un conflicto peatonal y vehicular o donde existen altos volúmenes peatonales. [22]

Líneas de “Cruce cebra”

Señal que delimita una zona de la calzada donde el peatón tiene derecho de paso en forma irrestricta, constituida por bandas paralelas al eje de calzada de color blanco, con una longitud de 3,00 m a 8,00 m, ancho de 450 mm y la separación de bandas de 750 mm. Se debe iniciar la señalización a partir del bordillo o borde de la calzada a una distancia entre 500 mm y 1 000 mm. [22]

Figura N° 48: Líneas de “Cruce cebra”

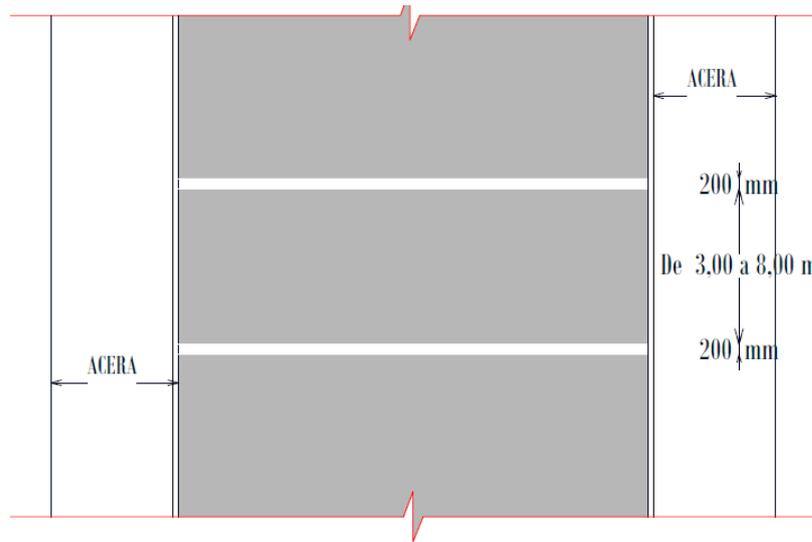


Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Líneas de cruce controlados con semáforos peatonal y/o vehicular

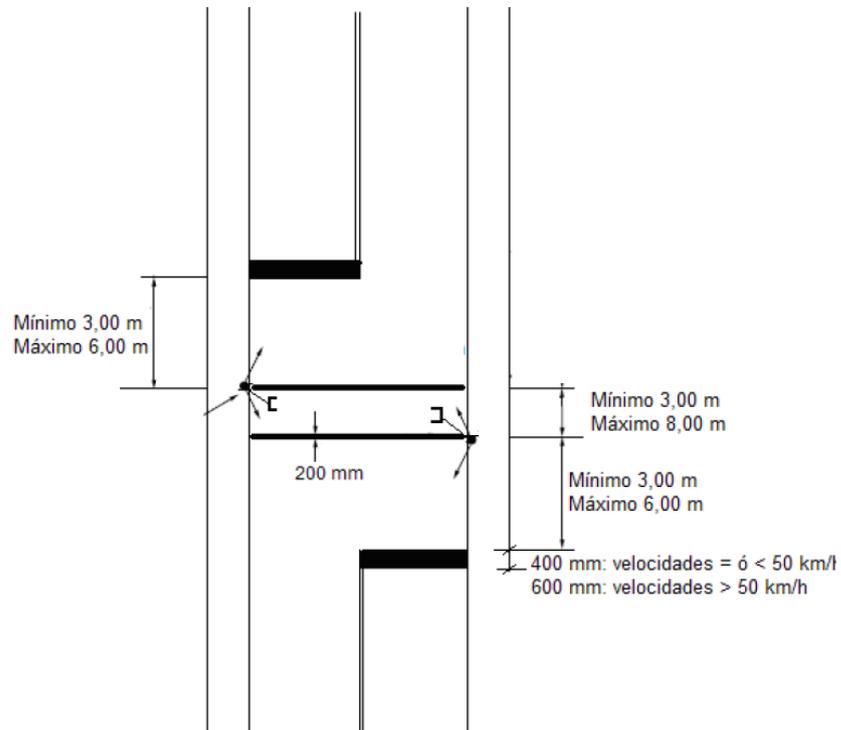
Zonas en donde los peatones tienen derecho de cruce en forma temporal. La demarcación se forma con 2 líneas blancas paralelas continuas de un ancho de 200mm, separadas entre sí por una distancia mínima de 3,00 m. [22]

Figura N° 49: Líneas de cruce con semáforos peatonales



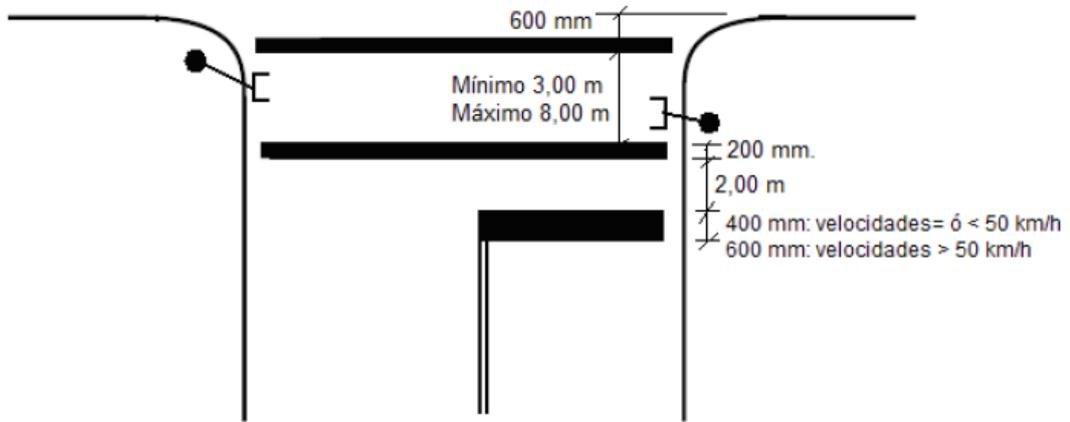
Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Figura N° 50: Cruce peatonal controlado con semáforos intermedio



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Figura N° 51: Cruce peatonal controlado con semáforos en intersección

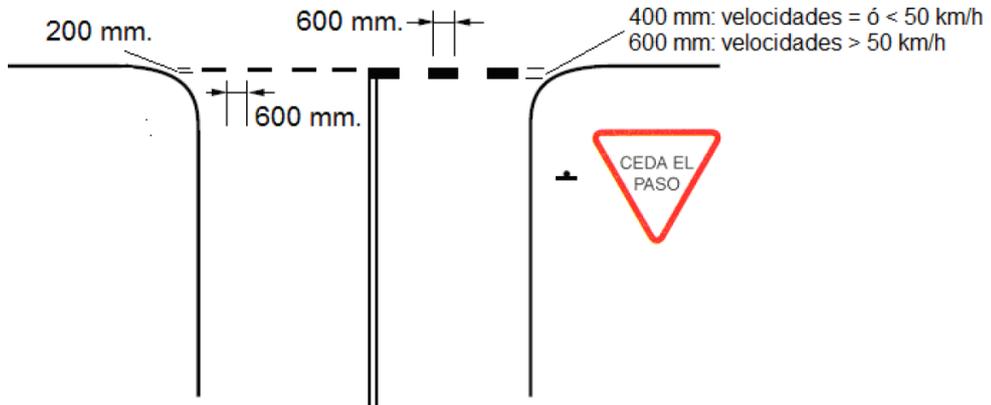


Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

Línea de ceda el paso

Indica la posición segura para que el vehículo se detenga, si es necesario, es segmentada de 600 mm pintado con espaciamiento de 600 mm, en vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h el ancho debe ser de 400 mm mientras que en vías con velocidades superiores el ancho es de 600 mm.

Figura N° 52: Línea de ceda el paso con señales verticales



Fuente: Señalización horizontal, RTE INEN 004-2

1.1.4 Hipótesis

La evaluación del estado de las vías de la ciudad de Latacunga mediante una inspección visual permite cuantificar los daños por tipo de patología, severidad y nivel de afectación, así como conocer el estado de la señalización horizontal y vertical y establecer si estas cumplen con los límites en relación con diseño geométrico para poder establecer posibles soluciones y costos de intervención.

1. 2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar el estado actual de las vías urbanas de la ciudad de Latacunga mediante una evaluación técnica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el estado actual de la estructura de las vías mediante una inspección visual en base a los manuales de INVIAS.
- Comparar el diseño geométrico de tramos determinados de las vías con los dispuestos en la normativa ecuatoriana del MTOP.
- Identificar la ubicación de la señalización horizontal y vertical para evaluar su estado y cumplimiento con las normas INEN.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y equipos

Materiales

- Material Bibliográfico
- Materiales de oficina (papel, lápices, esferos, calculadora, computadora, etc.)
- Cinta métrica
- Flexómetro
- Cámara fotográfica
- Software especializado para cálculo (Excel) y dibujo (AutoCAD)

2.2 Métodos

2.2.1 Plan de Recolección de Datos

La metodología planteada a continuación para la recolección de datos se aplicara para lograr los objetivos planteados en este proyecto.

- Revisión de diferentes fuentes bibliográficas y literatura sobre el trabajo experimental.
- Obtención o elaboración de los planos de los trazados viales de la zona urbana de Latacunga.
- Establecer las vías o tramos de vías a ser evaluadas dentro de la zona de estudio.
- Realizar la evaluación visual de los pavimentos de las vías mediante manuales de inspección visual para cada tipo, rígido, flexible y articulado.
- Se verificara las dimensiones de los elementos transversales de todas las vías en estudio para cada cambio de sección de estas para definir si cumplen con los requisitos de diseño.

- Además, se ejecutará la inspección del estado de la señalización tanto vertical como horizontal, mediante inspecciones visuales y verificación de lo dispuesto en las normas INEN.
- Con la información tanto de los métodos visuales como cualitativos, se complementa con las posibles soluciones a los problemas presentados.

2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

Con los datos obtenidos se procede a realizar el análisis cualitativo y para el análisis cuantitativo la información será procesada según lo dispuesto en los Manuales de inspección Visual de INVIAS, del mismo modo para los elementos transversales y señalización con los siguientes pasos:

Para pavimentos flexibles

- Se analiza la información agrupando los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramos de 100 m.
- Se establece el área de cada tramo evaluado, multiplicando ancho total de la calzada por la longitud del tramo.
- Se agrupan los datos de las fallas en las vías por tipo de daño y posteriormente por nivel de severidad.
- Se definir el área de afectación para cada daño encontrado
- Se determinar el porcentaje de afectación para cada tramo, dividiendo el área afectada (suma de todas las áreas afectadas dentro del tramo) para el área del tramo.
- Se realizar una hoja de cálculo en Excel donde se registraran los datos obtenidos en campo.
- Representar la afectación de cada tramo mediante una gráfica de diagrama de barras y los daños agrupados de acuerdo con la severidad, mediante 3 graficas donde se ilustran las áreas afectadas por tipo de daño.

Para pavimentos rígidos

- Se calcula el número de placas afectadas
- Agrupar los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramos de 100 m (o similar).
- Elaborar una hoja de cálculo para registrar los resultados.
- Calcular el porcentajes de afectación para cada caso.
- Calcular el porcentaje de afectación general para toda la vía.
- Realizar una gráfica comparativa de daños por tramo y porcentaje de afectación.
- Representar en tablas el resumen de los deterioros encontrados en un tramo de pavimento rígido, discretizados por niveles de severidad Bajo, Medio, Alto.

Para pavimentos articulados

- Mismo procedimiento que para los pavimentos flexibles en cuanto a la cuantificación y cálculo de los porcentajes de afectación en la vía.
- Determinación del IPC para cada tramo de vía evaluado.

Para los elementos transversales se realizaran los siguientes puntos:

- Elaboración de la sección transversal tipo para cada sección, según los datos recolectados.
- Comparación de los datos recolectados en campo con las dimensiones mínimas establecidas para cada tipo de vía.

Señalización se realizaran los siguientes puntos:

- Agrupar los datos correspondientes a señalización vertical y horizontal.
- Comparar los datos con los dispuestos en la norma INEN 004.
- Definir el número de señales afectadas.

Análisis general

- Determinar el grado de afectación de cada ítem evaluado en la vía.
- Indicar el nivel o las zonas donde se requiere una intervención prioritaria.

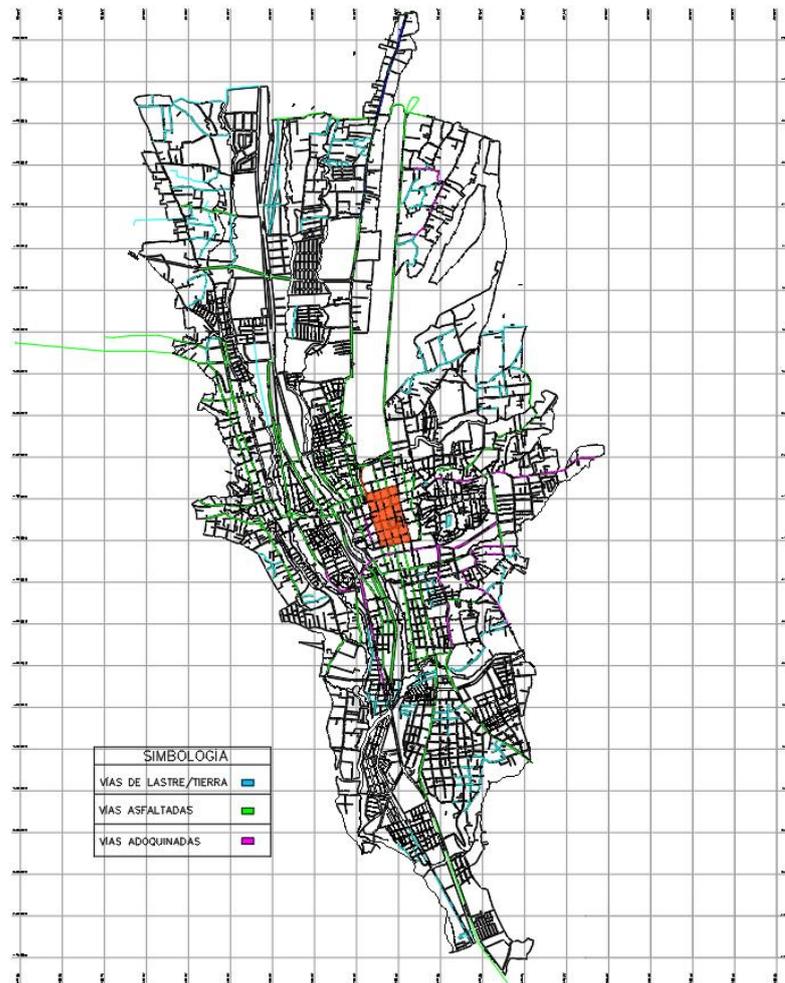
- Establecer las posibles intervenciones para cada caso.
- Definir el costo para las posibles intervenciones a ejecutarse.

2.2.3 Recolección de datos

2.2.3.1 Planos

Planos de los trazados viales de la ciudad de Latacunga, para delimitar y establecer las vías o tramos de vías a ser evaluadas dentro de la zona urbana de la ciudad.

Figura N° 53: Trazados viales de Latacunga



Fuente: GAD Latacunga

2.2.3.2 Evaluación de pavimentos

Para la recolección de datos se realizó una inspección visual como método no destructivo, para cada tipo de pavimento de las vías evaluadas. A continuación, se

Sección 1: esta sección permite capturar la información general de la vía como: nombre, longitud y sector al que pertenece la vía, fecha (en formato día-mes-año), nombre de la persona encargada de la inspección y número de hoja correspondiente. [4]

Sección 2: se registra la información de campo correspondiente a los daños encontrados, estableciendo para ello:

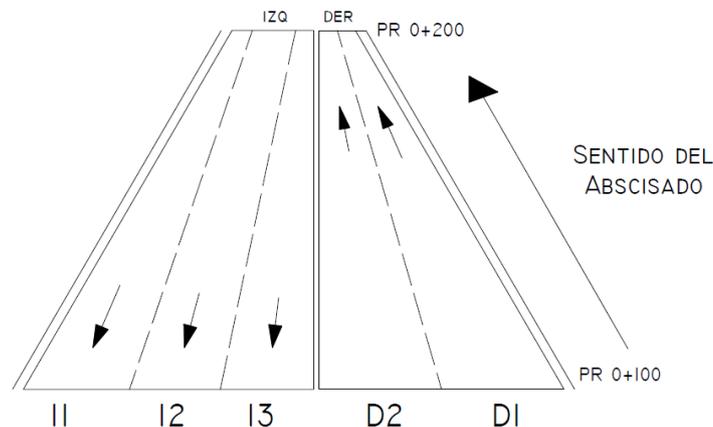
- **Carril:** para registrar la posición del daño con respecto a la calzada, entendiendo esta como una sección transversal de pavimento (carriles y bermas) libre de obstáculos tales como separadores, andenes u otros. [4]

Para vías de una calzada con dos carriles, uno en cada sentido, se usarán las siguientes expresiones:

- I: carril izquierdo
- D: carril derecho
- C: toda la calzada
- E: eje

Si la vía presenta una calzada, pero más de dos carriles, los carriles se enumerarán desde la parte externa de la calzada, como se presenta en la figura N°55.

Figura N° 55: Numeración de carriles para vías de una calzada



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

- **Tipo:** se asignarán el tipo de severidad para cada daño.
- **Severidad:** se asignará a cada daño un nivel de severidad, con las siguientes letras:

- A: Alta
- M: Media
- B: Baja

- **Daño:** se reportan las dimensiones del daño de acuerdo con su forma de medición ya sea esta en largo y ancho o solo largo. [4]
- **Reparación:** en esta casilla se debe registrar el área a reparar, en el caso de que se necesite agrupar varios daños para su reparación, de lo contrario el área de reparación será igual al área de “Daño”. [4]
- **Foto:** se registra el numero de la (o las) fotografías (s) correspondientes al daño reportado.

Sección 3: en esta sección se deben registrar todos los detalles adicionales encontrados durante la inspección.

Sección 4: se solicita información acerca de la geometría de la vía, tal como: Número de calzadas, número de carriles por calzada, ancho de carril y ancho de berma. Como referencia de la Figura N°56 se tiene lo siguiente:

- Número de calzadas: 2
- Número de carriles por calzada: C1 = 2, C2 = 3
- Ancho de carril: 3,5 m
- Ancho de berma: sin berma

Sección 5: se puede registrar cualquier información adicional que se considere importante, tal como problemas generalizados en el pavimento, características especiales del terreno, información relevante suministrada por los habitantes del sector, etc. [4]

Una vez captada la información se categoriza los daños por tipo y severidad. Posteriormente se calcula el área afectada por cada daño, el área total afectada y el porcentaje de afectación. Finalmente, todos los datos se registran en una tabla de Excel y se obtienen las gráficas respectivas de área afectada por cada tramo y las gráficas por tipo de severidad. [4]

2.2.3.4.1 Evaluación de pavimentos rígidos

Para la recolección de información en campo se presenta el siguiente formato:

Sección 2: en esta sección se hace el registro, ubicación y características de los deterioros encontrados en el pavimento. [15]

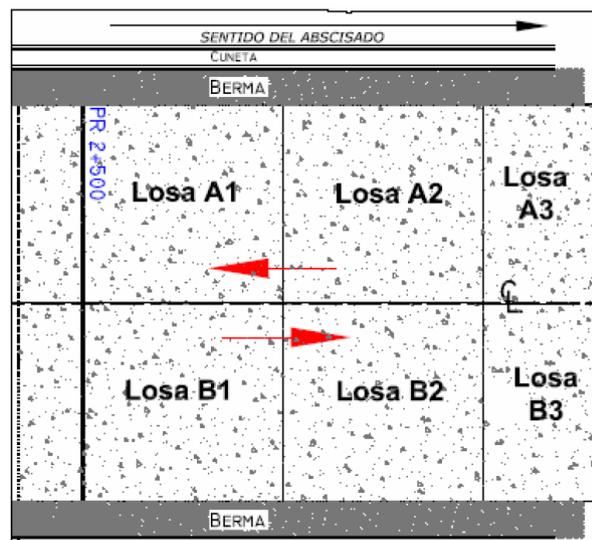
- **Abscisa:** se definen las abscisas en cada uno de los lugares donde sea necesario registrar un daño del Pavimento.
- **No. Placa:** hace referencia a la losa evaluada y está compuesto por dos casillas: un número y una letra, el número hace referencia al número asignado a la losa que presenta deterioro a lo largo del abscisado, mientras que la letra está relacionada con la cantidad de filas de losas que se encuentran en el ancho de calzada. Esta asignación de las letras se hará de izquierda a derecha. [15]

Para vías de una calzada con dos carriles, donde cada carril está conformado por una fila de losas (Figura N°57), las convenciones son las siguientes:

A1: carril izquierdo

B1: carril derecho

Figura N° 57: Numeración de losas



Fuente: Manual de Inspección Visual de INVIAS

- **Dimensiones de losa:** se registrará la geometría de las losas, el largo medido en metros en sentido de avance del abscisado y el ancho en sentido transversal a la vía. [15]
- **Tipo:** se asignarán el tipo de severidad para cada daño.
- **Severidad:** se asignará a cada daño un nivel de severidad, con las siguientes letras:

A: Nivel de severidad Alta

M: Nivel de severidad Media

B: Nivel de severidad Baja

- **Daño:** se reportan las dimensiones del daño de acuerdo con su forma de medición ya sea esta en largo y ancho o solo largo.
- **Reparación:** en esta casilla se debe registrar el área a ser intervenida (largo y ancho, o solo largo, según sea el caso) teniendo en cuenta la posible reparación a realizarse.
- **Foto:** se registra el numero de la (o las) fotografías (s) correspondientes al daño reportado.

Sección 3: en esta sección se deben registrar todos los detalles adicionales encontrados durante la inspección en cada losa. [15]

Sección 4: se puede registrar cualquier información adicional que se considere importante, tal como problemas generalizados en el pavimento, características especiales del terreno, información relevante suministrada por los habitantes del sector, etc. [15]

Sección 5: en esta sección se registra información acerca de las características geométricas de la vía, tal como: Número de calzadas, número de carriles por calzada, ancho de berma y espesor de losa. [15]

Una vez captada la información se calcula el porcentaje de placas afectadas por tramo con respecto al número de placas construidas y el porcentaje por el total de placas inspeccionadas. Posteriormente, todos los datos se registran en una tabla de Excel y se obtienen las gráficas respectivas de porcentaje de losas con daños con respecto al total de losas y las gráficas por tipo de severidad.

2.2.3.4.1 Evaluación de pavimentos articulados

Por la ausencia de formato de evaluación visual proporcionado por INVIAS se adoptó el formato de inspección visual para pavimentos flexibles, dado que los datos a recolectarse en campo son similares para ambos tipos de pavimentos.

Determinación del Índice de Condición del Pavimento

Inventario de deterioros

Con la información del inventario de deterioro se procede a hacer la calificación y cuantificación de la serviciabilidad del pavimento o de su condición funcional. [5]

Identificación del tipo y grado de influencia de los deterioros por clase, FC

En la tabla 7, se muestra cada tipo de deterioro y si éste afecta estructural y/o funcionalmente el pavimento y también se muestran los factores de influencia de los deterioros según su clase. [5]

Tabla 7: Tipos y factor de influencia por clase

Clase	Deterioro	Afecta parámetro		INFLUENCIA POR CLASE, PC	
		Estructural	Funcional	Estructural	Funcional
Deformaciones	Abultamiento	U	U	48.00	48.00
	Ahuellamiento	U	U		
	Depresiones	U	U		
Desprendimientos	Desgaste superficial		U	6.00	9.00
	Perdida de arena	U	U		
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	U	U	10.00	10.00
	Desplazamiento de juntas		U		
Fracturamientos	Fracturamiento	U		28.00	10.00
	Fracturamiento de confinamientos externos	U	U		
	Fracturamiento de confinamientos internos	U	U		
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	U	U	8.00	23.00
	Escalonamiento entre adoquines y confinamiento		U		
	Juntas abiertas		U		
	Vegetación en calzada	U	U		

Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Cálculo del área total (A_T) y del porcentaje de área afectada (%Aa)

Para el cálculo del área total (A_T) de cada tramo, se recomienda tomar tramos de cien metros de longitud y se multiplican por su ancho de calzada. El porcentaje de área afectada (%Aa), para un deterioro se calcula haciendo la relación entre el área afectada por el deterioro y el área total. [5]

$$\%Aa_i = \frac{Aa_i}{A_T} * 100$$

Donde:

$\%Aa$ = Porcentaje de área afectada por el deterioro i

Aa = Área afectada por el deterioro i

A_T = Área total del tramo

i = Deterioro

Para el caso de los deterioros cuantificados por magnitud y con el fin de mantener unidades consistentes, esa magnitud se va a multiplicar por un ancho de referencia de 0,6 m. [5]

Determinación de los factores de penalización

Según el grado de influencia que cada deterioro ocasione por su clase, su severidad y extensión en los parámetros de tipo estructural y/o funcional, se les han asignado pesos y valores de penalización; entre mayores sean estos valores, indican que su efecto negativo es mayor. En las tablas 8 y 9. [5]

Tabla 8: Factores de penalización para el Índice de Condición Estructural, ICE

Clase	Deterioro	Peso en su clase, PI	Nivel severidad, FNS			% Área equivalente afectada, FA				
			Bajo	Medio	Alto	0	5	10	15	> 15
Deformaciones	Abultamiento	1.20	1.00	1.15	1.30	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Ahuellamiento	1.20	1.00	1.15	1.30					
	Depresiones	1.00	1.00	1.10	1.20					
Desprendimientos	Perdida de arena	1.00	1.00	1.15	1.30	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	1.00	1.00	1.15	1.30	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
Fracturamientos	Fracturamiento	1.10	1.00	1.10	1.20	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Fracturamiento de confinamientos externos	1.20	1.00	1.15	1.30					
	Fracturamiento de confinamientos internos	1.00	1.00	1.10	1.20					
Otros deterioros	Vegetación en calzada	1.00	0.80	1.00	1.20	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00

Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Tabla 9: Factores de penalización para el Índice de Condición Funcional, ICF

Clase	Deterioro	Peso en su clase, PI	Nivel severidad, FNS			% Área equivalente afectada, FA				
			Bajo	Medio	Alto	0	5	10	15	> 15
Deformaciones	Abultamiento	1.20	1.00	1.25	1.50	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Ahuellamiento	1.20	1.00	1.15	1.30					
	Depresiones	1.00	1.00	1.20	1.40					
Desprendimientos	Desgaste superficial	1.10	1.00	1.20	1.40	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Perdida de arena	1.00	1.00	1.15	1.30					
Desplazamientos	Desplazamiento de borde	1.00	1.00	1.15	1.30	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Desplazamiento de juntas	1.00	1.00	1.10	1.20					
Fracturamientos	Fracturamiento de confinamientos externos	1.20	1.00	1.15	1.30	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Fracturamiento de confinamientos internos	1.00	1.00	1.10	1.20					
Otros deterioros	Escalonamiento entre adoquines	1.20	1.00	1.25	1.50	0.00	0.50	0.60	0.76	1.00
	Escalonamiento entre adoquines y confinamiento	1.10	1.00	1.15	1.30					
	Juntas abiertas	1.00	1.00	1.15	1.30					
	Vegetación en calzada	1.10	1.00	1.15	1.30					

Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Cálculo del porcentaje de área equivalente afectada, %Ae

El porcentaje de área equivalente afectada (%Ae) es la combinación de tres factores y queda expresa según la siguiente ecuación:

$$%Ae_i = \Sigma(PI_j * \%Aa_j * FNS_j)$$

Donde:

$\%Ae$ = Porcentaje de área equivalente afectada para los deterioros de clase i

$\%Aa$ = Porcentaje de área afectada por el deterioro j

FNS = Factor de penalización por nivel de severidad del deterioro j

j = Deterioro

El porcentaje de área equivalente afectada es un porcentaje igual o mayor que cero ($\%Ae \geq 0,0\%$) y cuando éste dé más del 15,0%, simplemente se debe anotar que dio mayor al 15,0% ($\%Ae > 15,0\%$).

Cálculo del factor de penalización por área afectada, FA

Este factor es el grado de afectación que causó la combinación de los deterioros de una misma clase al porcentaje de influencia de esa clase de deterioros en los parámetros estructurales y funcionales. Para determinar este factor se usara la Tabla 8 para ICE y la Tabla 9 para el ICF. En estas tablas, es necesario interpolar entre los rangos el porcentaje de área equivalente afectada (%Ae). [5]

Cálculo de los índices (ICE Y ICF)

Para calcular el ICE y el ICF se utilizan los modelos matemáticos que están en función del factor de influencia por clase del deterioro (FC) y del factor de penalización por área afectada (FA). El resultado debe redondearse al número entero. Estos valores oscilaran de entre 0 a 100, siendo 0 para un pavimento fallado o en pésimo estado y cien para un pavimento en excelentes condiciones. [5]

$$ICE = 100 - \Sigma(FC_i * FA_i)$$

$$ICF = 100 - \Sigma(FC_i * FA_i)$$

Donde:

ICE = Índice de condición estructural

ICF = Índice de condición funcional

FC = Factor de influencia por clase de deterioro en el índice

FA = Factor de penalización por área afectada

i = Clase de deterioro

Cálculo del índice de condición del pavimento, ICP

El índice de condición del pavimento (ICP) es la combinación del índice de condición estructural (ICE) y el índice de condición funcional (ICF). Con un número entero que varía en una escala de uno a cinco. [5]

Para el cálculo del índice de condición del pavimento (ICP) se utiliza la matriz de la Tabla 10.

Tabla 10: Matriz para el cálculo de ICP

Calificación del ICP		Rangos del ICF				
		86-100	71-85	41-70	21-40	0-20
Rangos del ICE	86-100	5	4	4	3	2
	71-85	4	4	3	3	2
	41-70	4	3	3	2	1
	21-40	3	3	2	2	1
	0-20	2	2	1	1	1

Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

Escala del índice de condición del pavimento, ICP

Obtenida la calificación del índice de condición del pavimento (ICP), se determina el nivel de servicio y las acciones de actuación necesarias en relación con este según lo establecido en Tabla 11.

Tabla 11: Nivel de servicio y categorías de acción del ICP

Calificación del ICP	Nivel de servicio	Categoría de acción	Descripción
5	Muy bueno	Mantenimiento rutinario	Pavimento en condición muy buena. El nivel de comodidad y seguridad percibido por los usuarios es satisfactorio. Ocasionalmente se presentan pequeños daños que no afectan significativamente la circulación y pueden ser evitados o corregidos en el mantenimiento rutinario.
4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente	Pavimento en condición buena, la circulación es cómoda. Se presentan daños localizados en etapa de iniciación.
3	Regular	Refuerzo - mantenimiento rutinario	Pavimento en estado regular, en donde la circulación deja de ser cómoda. Se presentan daños de manera constantemente en etapas avanzadas.
2	Malo	Rehabilitación	Pavimento en condición mala, la circulación es muy incómoda. Se presentan daños en etapas muy desarrolladas.
1	Muy malo	Reconstrucción	Pavimento en condición muy mala, la vía se vuelve intransitable. Los deterioros están muy desarrollados y son irreversibles. El pavimento está totalmente degradado.

Fuente: C. Higuera. y O. Pacheco, Patología de pavimentos articulados

2.2.3.4 Evaluación de elementos transversales

Se evaluarán las dimensiones de ancho de carril, número de carriles y distancia de carriles de estacionamiento, bordillos, aceras para cumplir con los requisitos mínimos de la norma AASHTO establecidos en el literal 1.1.3.6.2, dependiendo del tipo de vía y de la zona en la que esta se encuentre. Para lo cual se empleará el siguiente formato de inspección visual:

Figura N° 59: Formato evaluación de elementos transversales

ELEMENTOS TRANSVERSALES					
N°	FOTO (Referencia)	Nombre vía:			
		Tipo de vía:			
		Estado general:			
		Elementos transversales		Observaciones	
		Ancho de carril:			
		Número de carriles:			
		Carril de estacionamiento:		E1:	E2:
		Bordillos:		B1:	B2:
		Acera:		A1:	A2:
		Zona:			

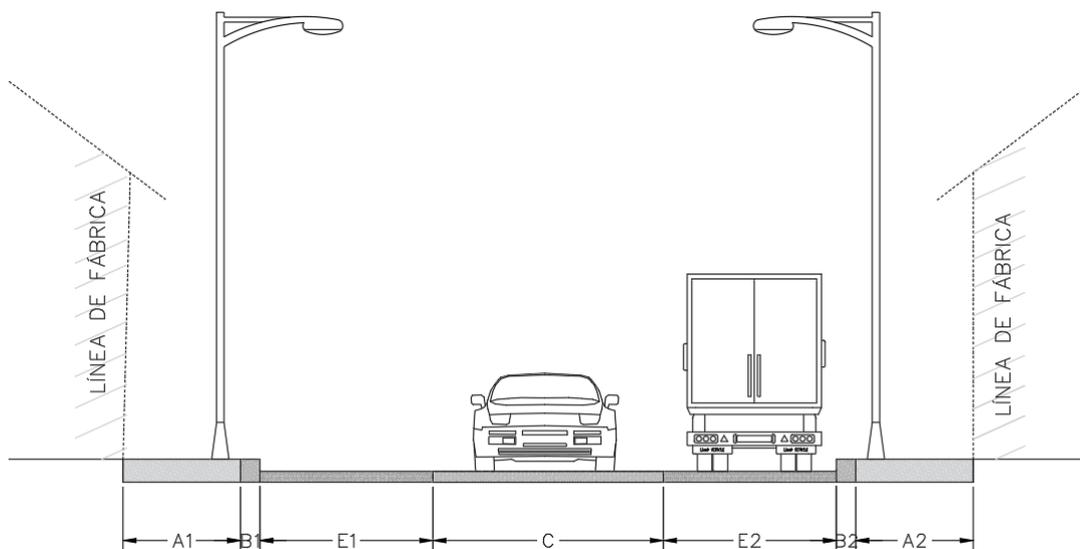
Fuente: Elaboración propia

Dado que algunas vías presentan más de una calzada o número de carriles se generará una sección transversal diferente de acuerdo con lo evaluado. Determinando para esto los elementos transversales como lo representa la Figura N°60.

Figura N° 60: Sección transversal de una vía de una calzada con 2 carriles (uno en cada sentido)

Elementos Transversales

- A1: Acera izquierda
- A2: Acera Derecha
- B1: Bordillo izquierdo
- B2: Bordillo derecho
- E1: Carril de estacionamiento izquierdo
- E2: Carril de estacionamiento derecho
- C1: Carril izquierdo
- C2: Carril derecho



Fuente: Elaboración propia

Además, se verifica que los datos recolectados en campo cumplan con estas dimensiones mínimas establecidas por las normas AASHTO 2011, que se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12: Dimensiones mínimas de elementos transversales

ELEMENTOS TRANSVERSALES					
	Ancho de carril	Número de carriles	Carriles de estacionamiento	Aceras	Bordillos
Calles locales					
Residencial	3.00 m	1	2.10 m	1.20 m	0.15 m
Comercial	3.00 m	2	2.40 m	1.20 m	0.15 m
Industrial	3.30 m	2	2.40 m	1.20 m	0.15 m
Carreteras y calles colectoras					
Residencial	3.00 m	2	2.10 m	1.20 m	0.15 m
Comercial	3.30 m	2	2.40 m	1.20 m	0.15 m
Industrial	3.30 m	2	2.40 m	-	0.15 m
Arteriales					
Residencial	-	-	-	-	-
Comercial	3.00 m	4	2.10 m	-	0.15 m
Industrial	-	4	2.10 m	-	0.15 m

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.4 Evaluación de señalización

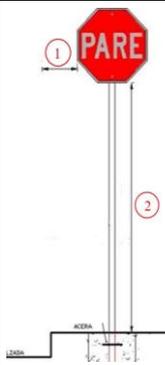
Se define dos formatos de inspección para cada tipo de señalización tanto vertical Figura N°61, como horizontal Figura N°62, destacando en cada una de ellas las dimensiones mínimas que deben cumplir estas señales de acuerdo con la norma INEN detallada en el literal 1.1.3.7.1 y 1.1.3.7.2.

Para el apartado de “Estado”, se registrara bajo las escalas de valoración según lo establecido en la Tabla 13.

2.2.3.4.1 Evaluación de señalización vertical

La recolección de datos se realizara para cada vía evaluada estableciendo la ubicación lateral y altura en relación con la calzada, los datos recolectados serán comparados con los requisitos mínimos establecidos por la norma INEN.

Figura N° 61: Formato evaluación señalización vertical

SEÑALIZACIÓN VERTICAL						
Nombre de la vía:						
#	FOTO	ESTADO GENERAL			CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	
		Tipo de señal:			1. Ubicación lateral:	
		Abscisa:			2. Altura:	
		Calzada:			Estacionamiento de vehículos:	
		Estado:				
		Observaciones:			Observaciones:	

Fuente: Elaboración propia

2.2.3.4.1 Evaluación de señalización horizontal

Dado que para la señalización horizontal se presentan diferentes tipos de señales en el apartado de “Dimensiones de diseño” se realizara un esquema para cada señal encontrada en la vía.

Figura N° 62: Formato evaluación señalización horizontal

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				
Nombre de la vía:				
#	FOTO	Tipo de señal:		Dimensiones de diseño
		Abscisa:		
		Estado:		
		Observaciones:		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Escalas de valoración para el estado de señalización

Estado	Descripción
Muy bueno	Señal en condición muy buena, perfectamente apreciable y estructura excelente
Bueno	Señal en condición buena, claramente apreciable, estructura buena.
Regular	Señal en estado aceptable, poco apreciable y legible a los usuarios y estructura con daños medios
Malo	Señal en mal estado, no se logra apreciar, con mala colocación, estructura deteriorada o señal con deformaciones.
Muy malo	Señal en pésimas condiciones, totalmente inapreciable a los usuarios, estructura muy mala

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Ubicación del Proyecto

Las vías en estudio se encuentran ubicadas en la ciudad de Latacunga, cantón Latacunga perteneciente a la provincia de Cotopaxi.

Figura N° 63: Ubicación del proyecto



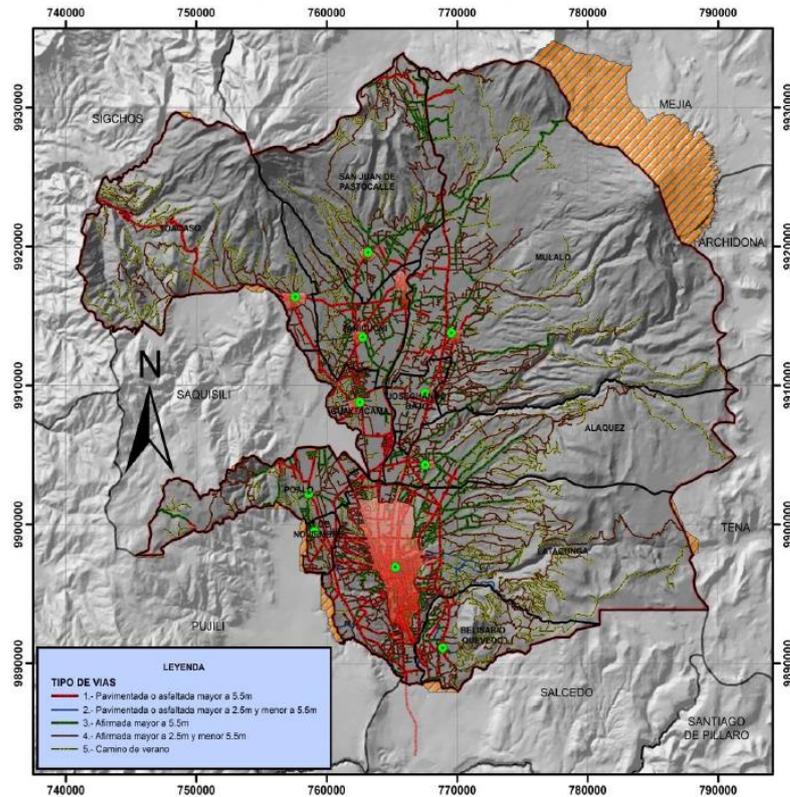
Fuente: Wikipedia

Figura N° 64: Ubicación del proyecto, Latacunga



Fuente: Wordpress

Figura N° 65: Ubicación del proyecto, Vías urbanas de Latacunga



Fuente: GAD Latacunga

Limites:

Al Norte: Sector Bellavista

Al Sur: Salcedo

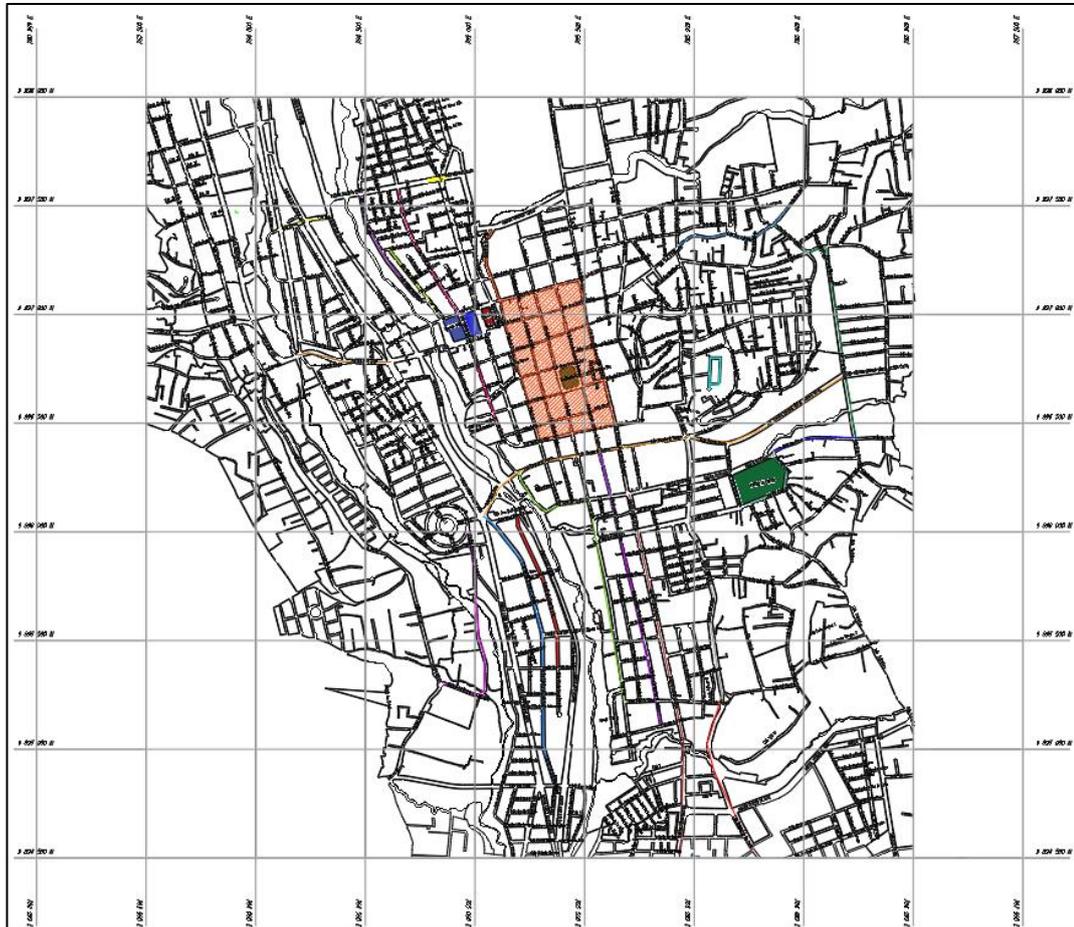
Al Este: 11 de noviembre

Al Oeste: Belisario Quevedo

3.1.1.1 Delimitación proyecto

El proyecto se limita a la evaluación de varios kilómetros de vías repartidos en diferentes zonas dentro de la zona urbana de la ciudad de Latacunga.

Figura N° 66: Vías para evaluación visual



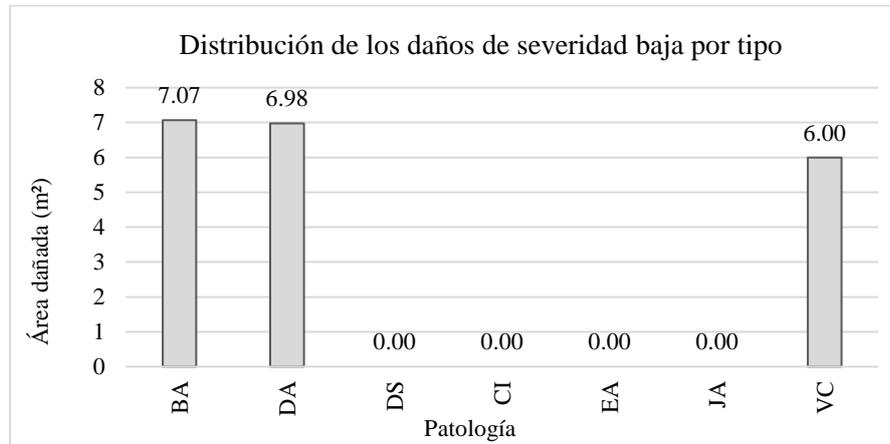
Fuente: GAD Latacunga

La evaluación de las vías se limitó de acuerdo con la factibilidad de su estudio y dentro de la zona urbana de la ciudad. Dando como resultado un total de 8.733 km de vías a ser estudiadas, las mismas que presentan pavimentos flexibles y articulados, así como vías locales, colectoras y arteriales urbanas.

3.1.2 Estado del pavimento

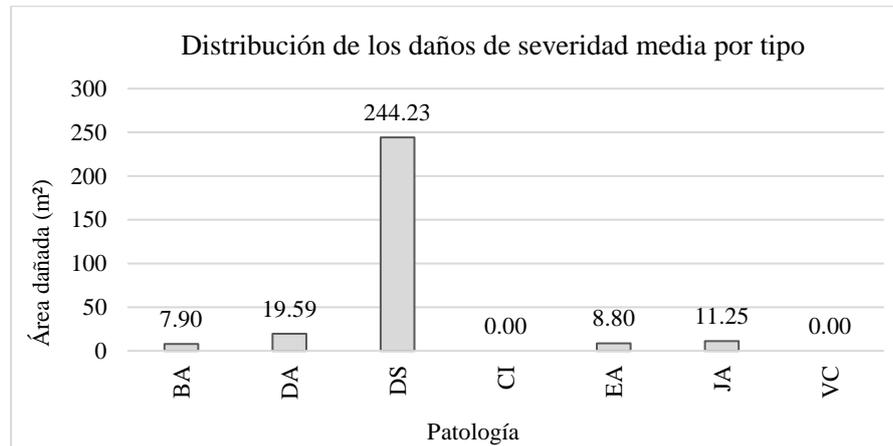
Para la determinación del estado actual del pavimento de las vías, se establece el tipo de pavimento y el PR inicial y PR final para el sentido del abscisado para vía. Para el caso se ejemplifica el estudio de la Avenida Republica del Ecuador.

Figura N° 69: Área afectada por tipo baja Avenida República Del Ecuador



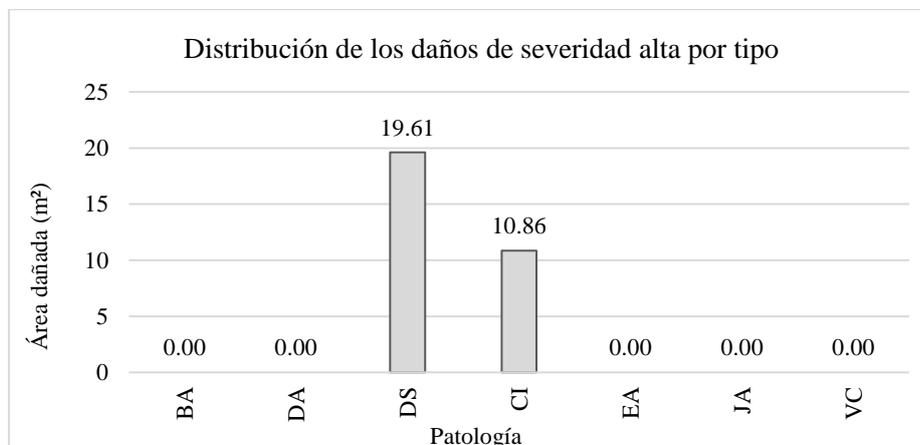
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 70: Área afectada por tipo media Avenida República Del Ecuador



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 71: Área afectada por tipo alta Avenida República Del Ecuador



Fuente: Elaboración propia

El área de dañada corresponde a 342.28 m² de un total de 864.00 m² evaluados para este tramo, resultando en un 39.42% de afectación, con depresiones de severidad media como la patología con mayor peso en la vía con un 28.27%, dando in nivel de servicio regular según el análisis de ICP de la Tabla 14.

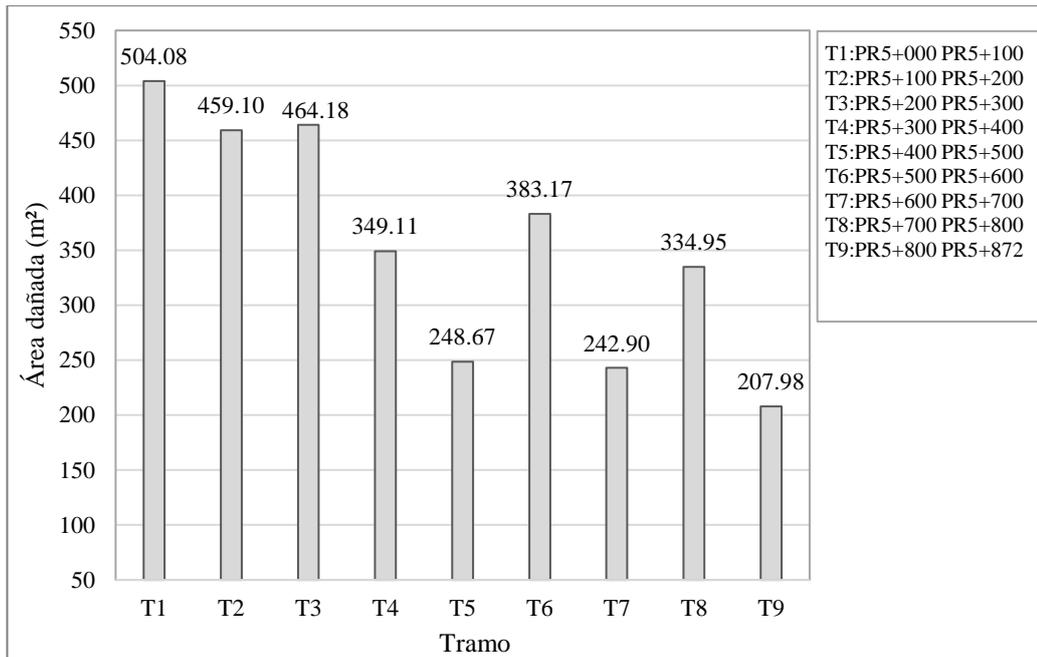
Tabla 14: ICP Calle 11 de Noviembre

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m ²)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	864.00	39.62%	3	Regular	Refuerzo-mantenimiento rutinario

Fuente: Elaboración propia

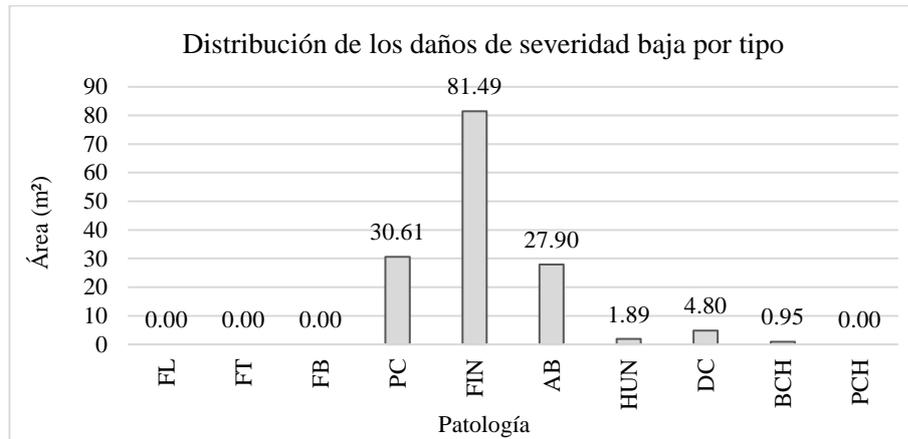
Pavimento Flexible

Figura N° 72: Área afectada por tramos Avenida República Del Ecuador



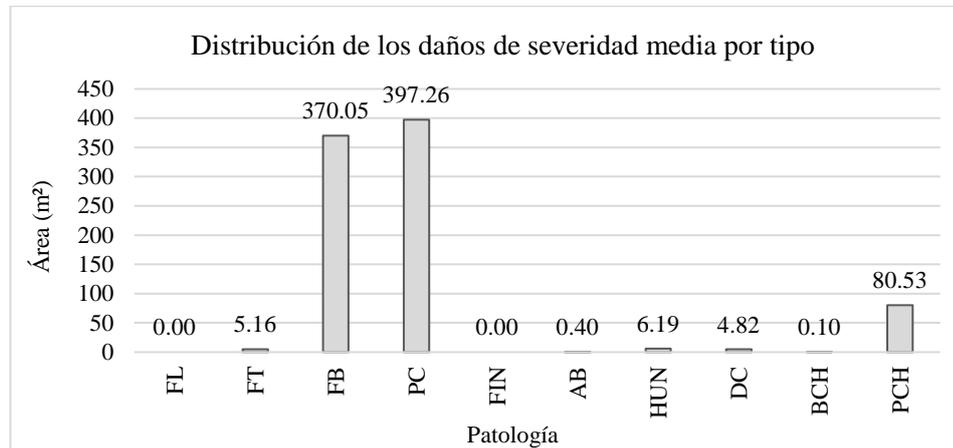
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 73: Área afectada por tipo baja Avenida República Del Ecuador



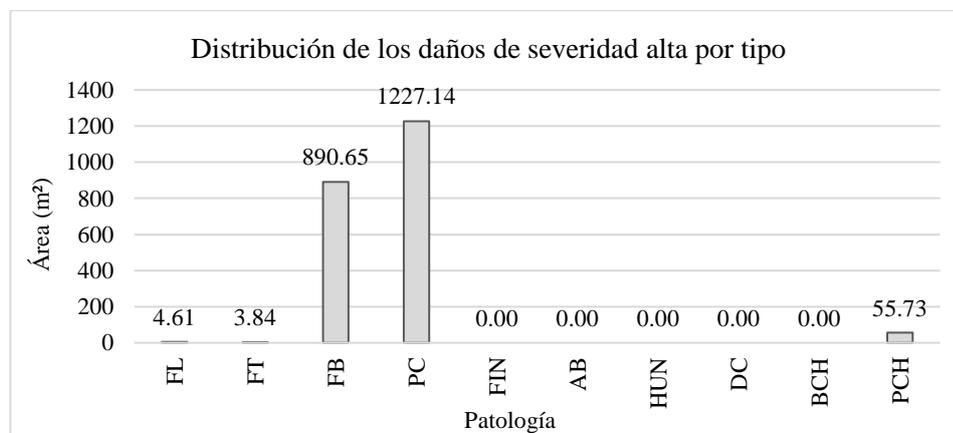
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 74: Área afectada por tipo media Avenida República Del Ecuador



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 75: Área afectada por tipo alta Avenida República Del Ecuador



Fuente: Elaboración propia

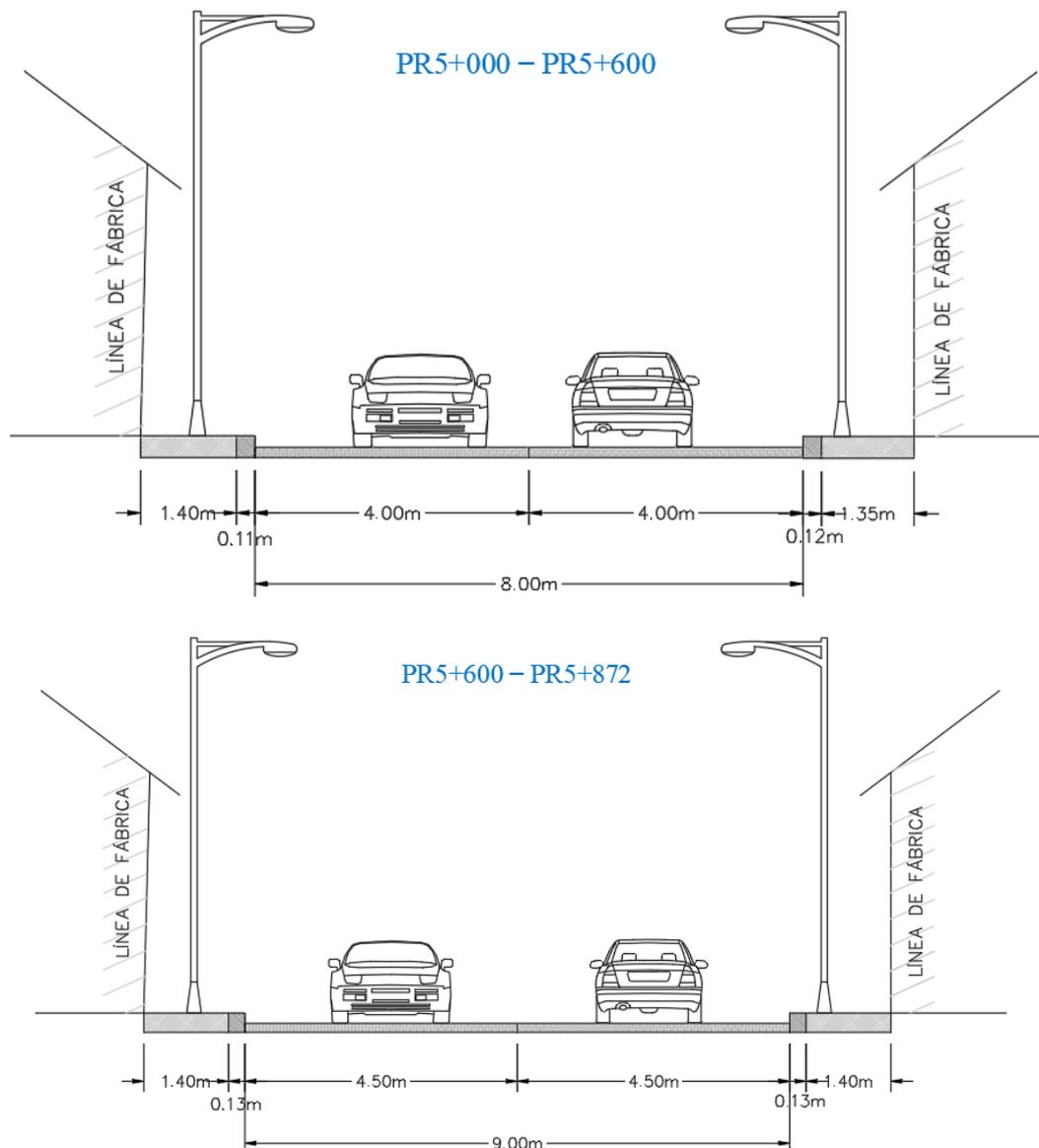
El área de afectación corresponde a 3194.12 m² de un total de m² 7248.00 evaluados para este tramo, resultando en un 44.07% siendo el tramo 1 el que presenta mayor afectación. Con la piel de cocodrilo de severidad alta como la patología con mayor peso en la vía con un 16.93%.

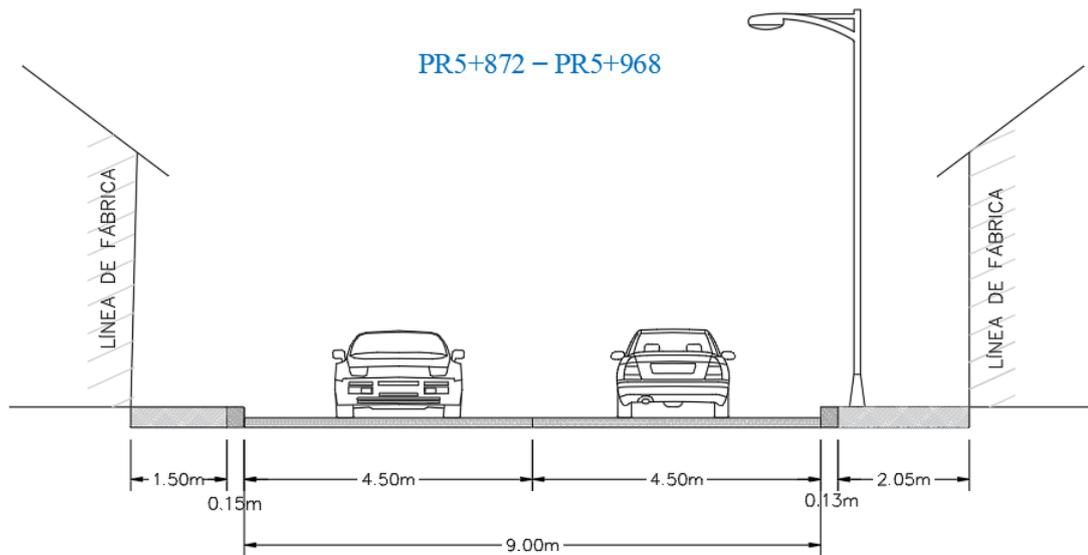
Pavimento Rígido

En la inspección visual de campo no se encontró ninguna vía o tramo de vía con este tipo de pavimento.

3.1.3 Secciones transversales

Figura N° 76: Esquema Elementos transversales Avenida República Del Ecuador





Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas comerciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, distancias de aceras de 1.20m, mientras que no se cumple con las distancias de bordillos de 0.15m. La vía no presenta carriles de estacionamientos.

3.1.4 Señalización

Tabla 15: Señalización Avenida República Del Ecuador

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Avenida República Del Ecuador
1		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar con placa para estacionamiento dirección
		Abscisa:	PR5+055
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Placa complementaria doblada. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Avenida República Del Ecuador
1		Tipo de señal:	Línea segmentada de separación de circulación opuesta
		Abscisa:	PR5+000 hasta PR+400
		Estado:	Mala
		Observaciones:	En varias zonas la línea es muy difícil de distinguir

2		Tipo de señal:	Línea de separación de flujo opuesto(continua)
		Abscisa:	PR5+Toda la vía
		Estado:	Mala
		Observaciones:	Line afectada por daños del pavimento. La señal no se distingue.

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Resultados de vías evaluadas

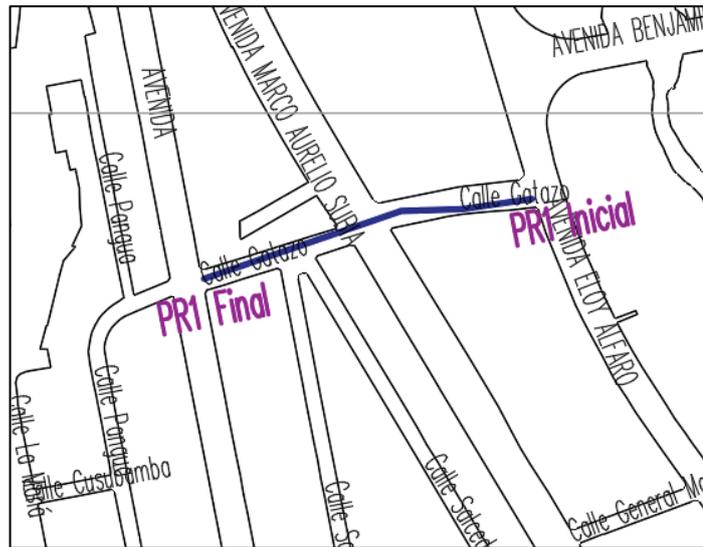
El mismo proceso de análisis se ejecutara para el resto de las 12 vías evaluadas.

Calle Gatazo

Sector: El Salto

Extensión: 0.21 km

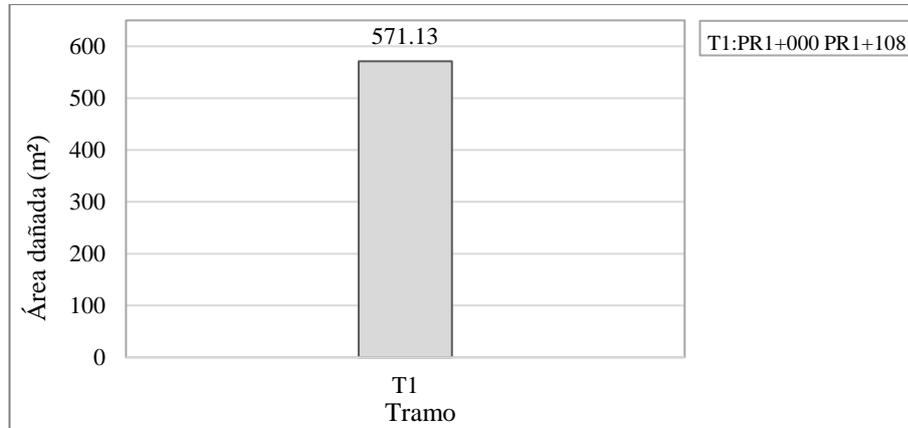
Figura N° 77: Ubicación Calle Gatazo



Fuente: GAD Latacunga

Pavimento Articulado

Figura N° 78: Área afectada, pavimento articulado Calle Gatazo



Fuente: Elaboración propia

Se puede evidenciar un área de afectación de 571.13 m² de un total de 1512.00 m² evaluados, resultando en un 37.77% de daño en la vía. Siendo los fracturamientos de severidad alta con mayor peso en la vía con un 28.73%, dando como resultado que la vía se encuentre en estado regular según el análisis de ICP de la Tabla 16.

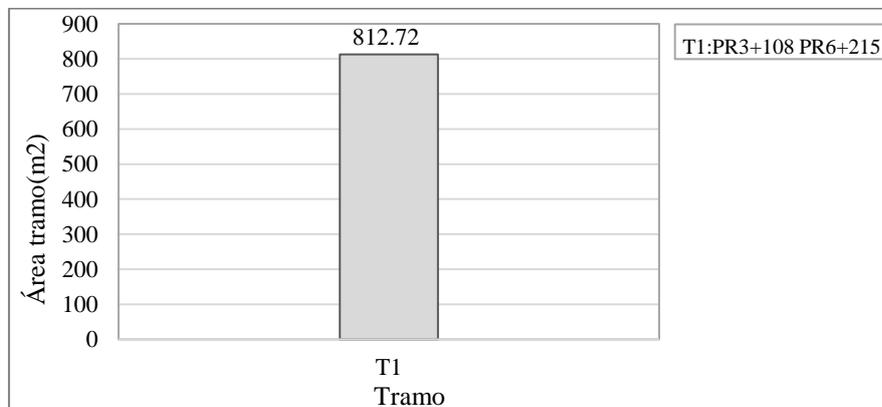
Tabla 16: Dimensiones mínimas de elementos transversales Calle Gatazo

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m ²)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	571.13	37.77%	3	Regular	Refuerzo-mantenimiento rutinario

Fuente: Elaboración propia

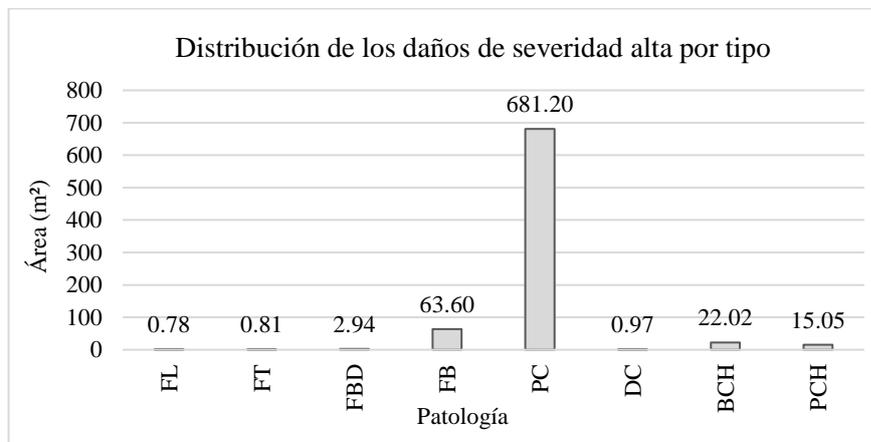
Pavimento Flexible

Figura N° 79: Área afectada, por tramos Calle Gatazo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 80: Área afectada por tipo Calle Gatazo

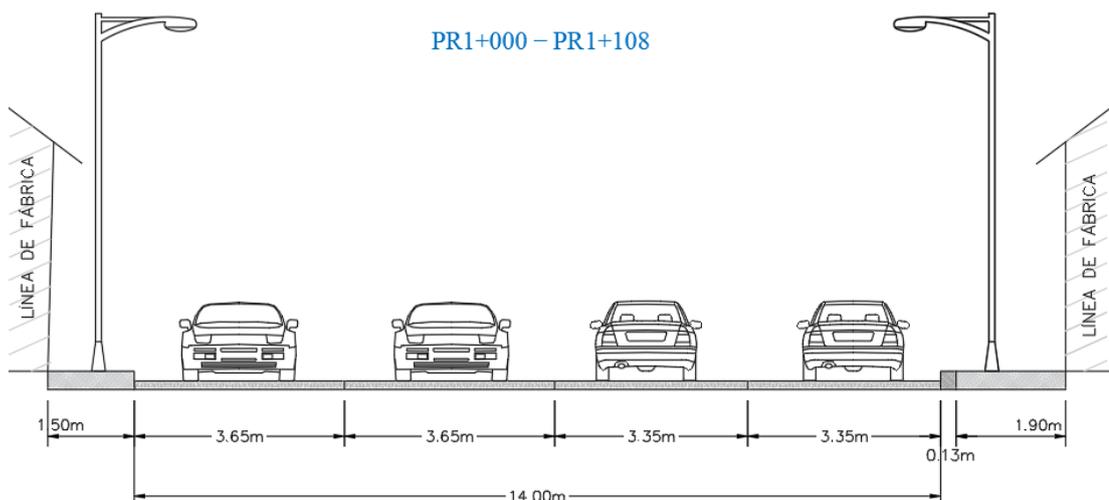


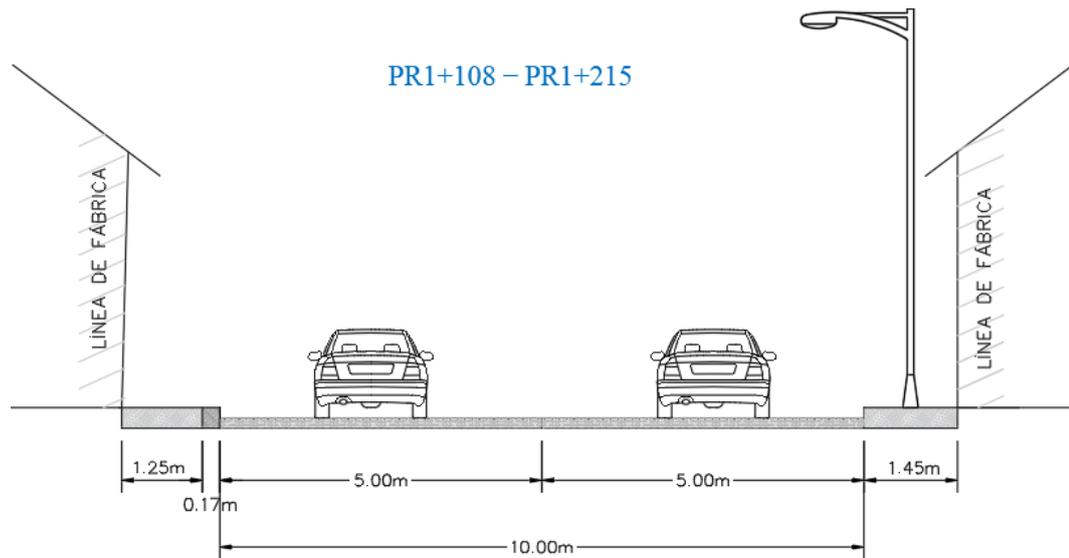
Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 812.72 m² de un total de 856 m² evaluados para este tramo, resultando en un 94.94%. Con piel de cocodrilo de severidad alta como la patología con mayor peso en la vía con un 79.16%. Resultando en un daño muy considerable en la vía ya que la presencia de baches también es considerable con 22.02m² de área de afectación.

Secciones transversales

Figura N° 81: Esquema elementos transversales Calle Gatazo





Fuente: Elaboración propia

Para el primer tramo (PR1+000 hasta PR1-108) las dimensiones de carriles, así como el número de estos para este tipo de vía (colectora urbana) y para zonas comerciales cumplen con lo mínimo establecido, es decir 2 carriles de circulación libre y de 3.30 m de ancho, así mismo con las distancias de aceras de 1.20m. La vía no presenta carriles de estacionamiento y el bordillo no cumple con lo mínimo establecido 0.15m. Para el tramo 2 (PR1+108 hasta PR1+215) las dimensiones de carriles, así como el número de estos para este tipo de vía (local urbana) y para zonas comerciales cumplen con lo mínimo establecido, es decir 2 carriles de circulación libre y de 3.00 m de ancho, así mismo con las distancias de aceras de 1.20m. La vía no presenta carriles de estacionamiento y el bordillo no cumple con lo mínimo establecido 0.15m.

Señalización

Tabla 17: Señalización Calle Gatazo

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Gatazo
1		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR1+37
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Símbolo y letras con fracturamientos. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.

2		Tipo de señal:	Informativa: Señal de servicio con direccionamiento
		Abscisa:	PR1+77
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal inclinada hacia el lado derecho.
3		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR1+92
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Símbolo y letras con fracturamientos. No cumple con la distancia mínima de altura.
4		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR1+095
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Parte inferior derecha doblada. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
5		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR1+097
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Tubo inclinado Poco fijada al suelo, presenta movimiento. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
6		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR1+118
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Señal inclinada. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
7		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR1+213
		Estado:	Muy malo
		Observaciones:	Totalmente inapreciable a los usuarios. Tubo doblado. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.

RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Gatazo
1		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR1+105
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Las líneas no se distinguen muy bien en las zonas con daños en el pavimento.
2		Tipo de señal:	Doble línea continua
		Abscisa:	PR1+toda la vía
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Pintura de las líneas poco desvanecida

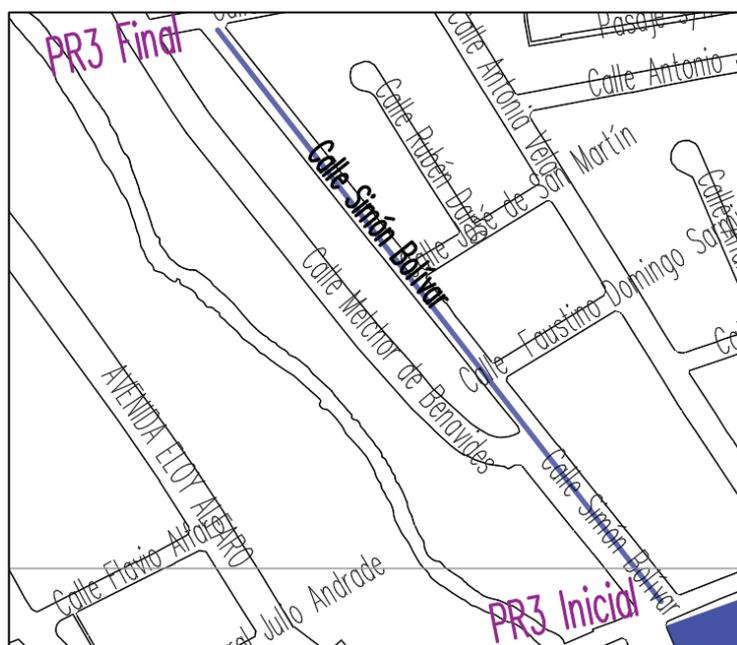
Fuente: Elaboración propia

Calle Simón Bolívar

Sector: El salto

Extensión: 0.27 km

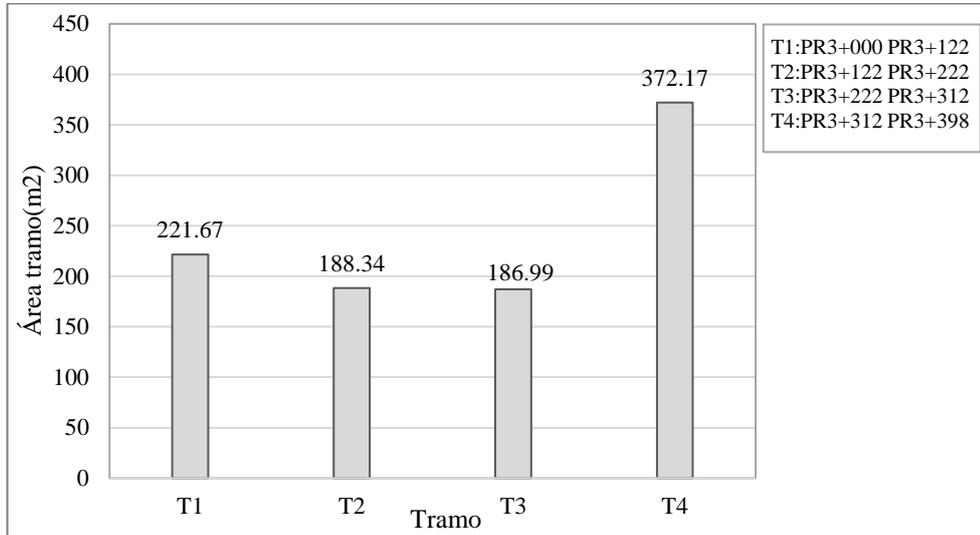
Figura N° 82: Ubicación Calle Simón Bolívar



Fuente: GAD Latacunga

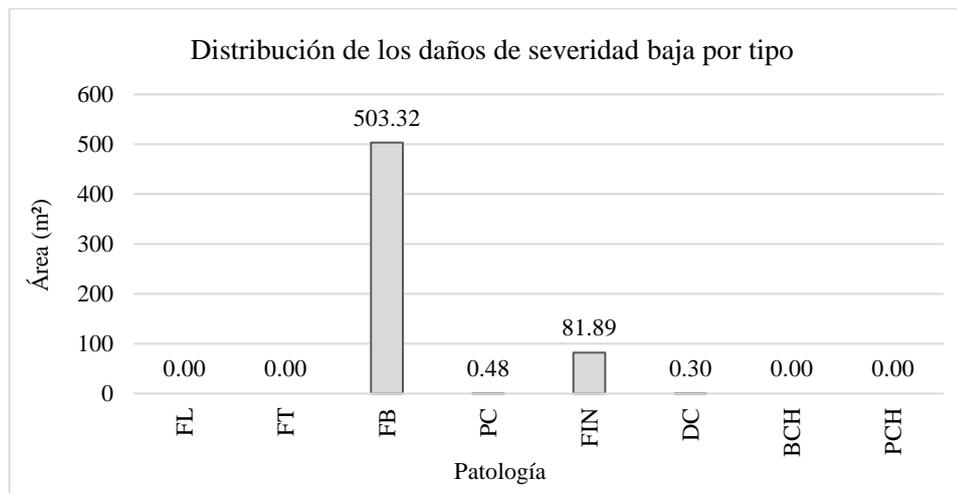
Pavimento Flexible

Figura N° 83: Área afectada por tramos Calle Simón Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 84: Área afectada por tipo Calle Simón Bolívar

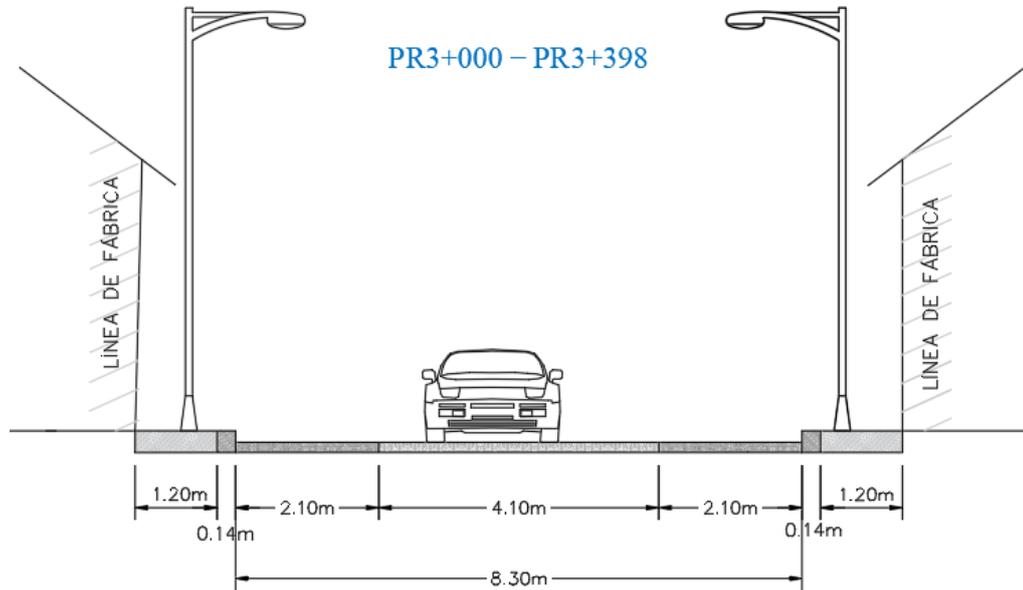


Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 969.18 m² de un total de 3303.40 m² evaluados para este tramo, resultando en un 29.34% siendo el tramo 4 el que presenta mayor afectación. Siendo la fisuración en bloque de severidad baja la patología con mayor peso en la vía con un 15.24%.

Secciones transversales

Figura N° 85: Esquema Elementos transversales Calle Simón Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas residenciales cumplen los requisitos mínimos, 1 carril de circulación libre y de 3.0m de ancho, distancias de aceras de 1.20m y 2.10m de los carriles de estacionamientos. Los bordillos no cumplen con lo mínimo establecido(0.15m).

Señalización

Tabla 18: Señalización horizontal Calle Simón Bolívar

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Remigio Romero y Cordero
1		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR3+394
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	Tubo desgastado. Manchas en la señal. No cumple con la distancia mínima de altura
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
Nombre vía:		Calle Remigio Romero y Cordero	
Observaciones:		La vía no cuenta con señales horizontales	

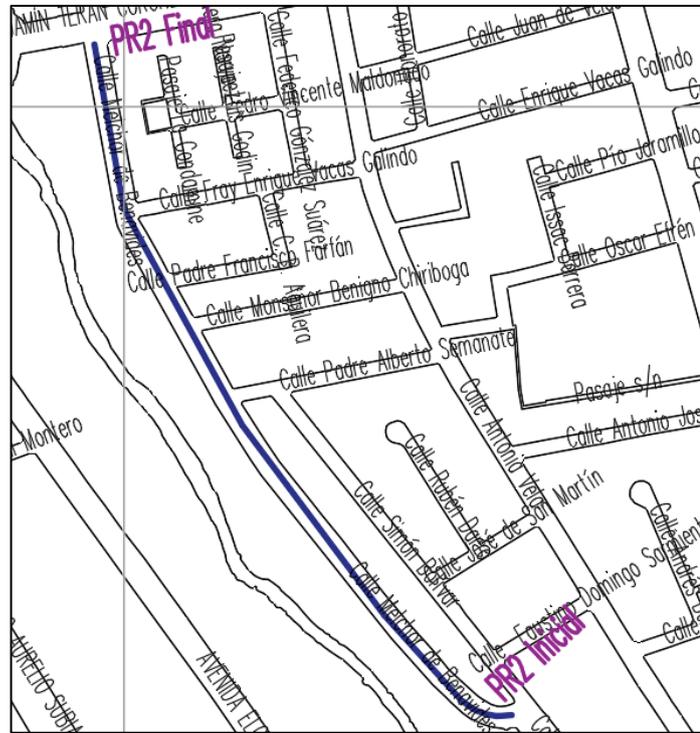
Fuente: Elaboración propia

Calle Melchor De Benavides

Sector: El salto

Extensión: 0.21 km

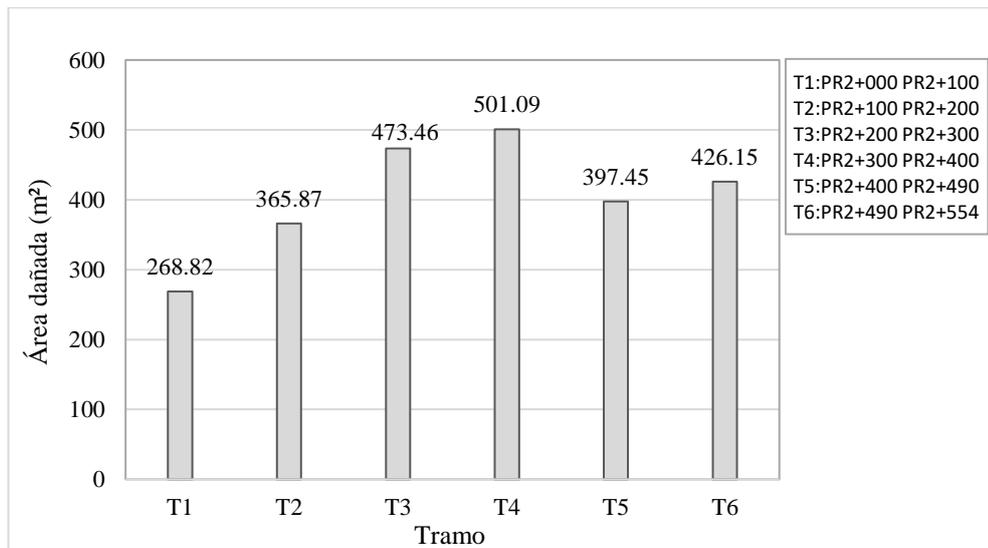
Figura N° 86: Ubicación Calle Melchor de Benavides



Fuente: GAD Latacunga

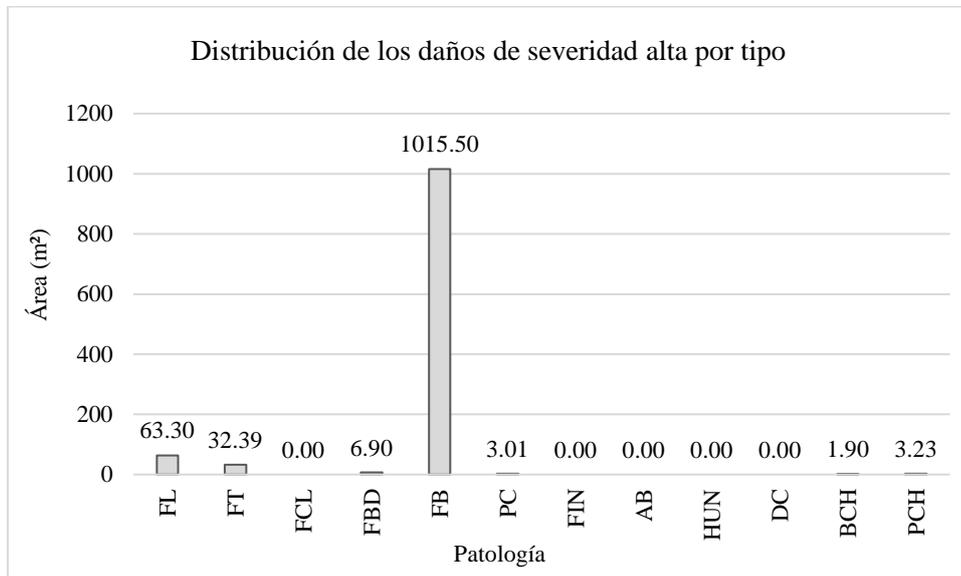
Pavimento Flexible

Figura N° 87: Área afectada por tramos Calle Melchor de Benavides



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 88: Área afectada por tipo Calle Melchor de Benavides

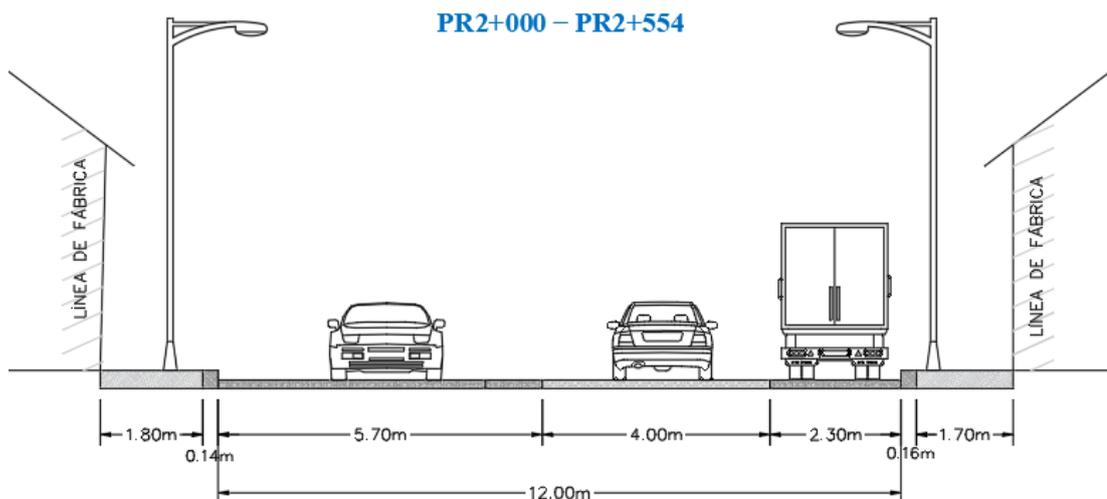


Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 2432.83 m² de un total de 6648.00 m² evaluados para el total de la vía, resultando en un 36.59%. Siendo la fisuración en bloque de severidad la patología alta con mayor peso en la vía con un 15.28%.

Secciones transversales

Figura N° 89: Esquema Elementos transversales Calle Melchor de Benavides



Fuente: Elaboración propia

Los dimensiones de carriles, así como el número de estos para este tipo de vía (colectora urbana) y para zonas residenciales cumplen con lo mínimo establecido, es

decir 2 carriles de circulación libre y de 3.0 m de ancho de estos, así mismo con las distancias de aceras de 1.20m, mientras que el bordillo izquierdo no cumple lo mínimo establecido(0.15m).

Señalización

Tabla 19: Señalización Calle Melchor de Benavides

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
Nombre vía:		Calle Remigio Romero y Cordero	
Observaciones:		La vía no cuenta con señales verticales	
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Melchor de Benavides
1		Tipo de señal:	Doble línea continuas
		Abscisa:	PR2+toda la vía
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal en buen estado Cumple con las dimensiones dispuestas por la norma
2		Tipo de señal:	Señal de estacionamiento
		Abscisa:	PR2+60
		Estado:	Muy buena
		Observaciones:	Solo al lado derecho de la vía
3		Tipo de señal:	Velocidad máxima
		Abscisa:	PR2+70
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Lado derecho de la calzada
4		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de ceda el paso
		Abscisa:	PR2+295
		Estado:	Muy buena
		Observaciones:	Poco despintada a los extremos de la calzada

5		Tipo de señal:	Líneas de ceda el paso
		Abscisa:	PR2+309
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Separación de líneas mayor a 60cm
6		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR2+370
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal deteriorada por los daños en el pavimento

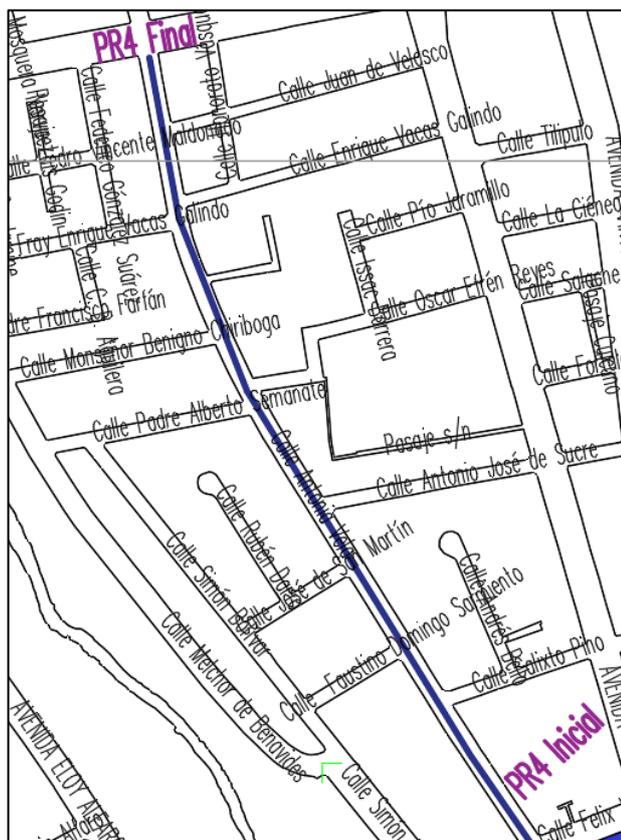
Fuente: Elaboración propia

Calle Antonia Vela

Sector: El Salto

Extensión: 0.64 km

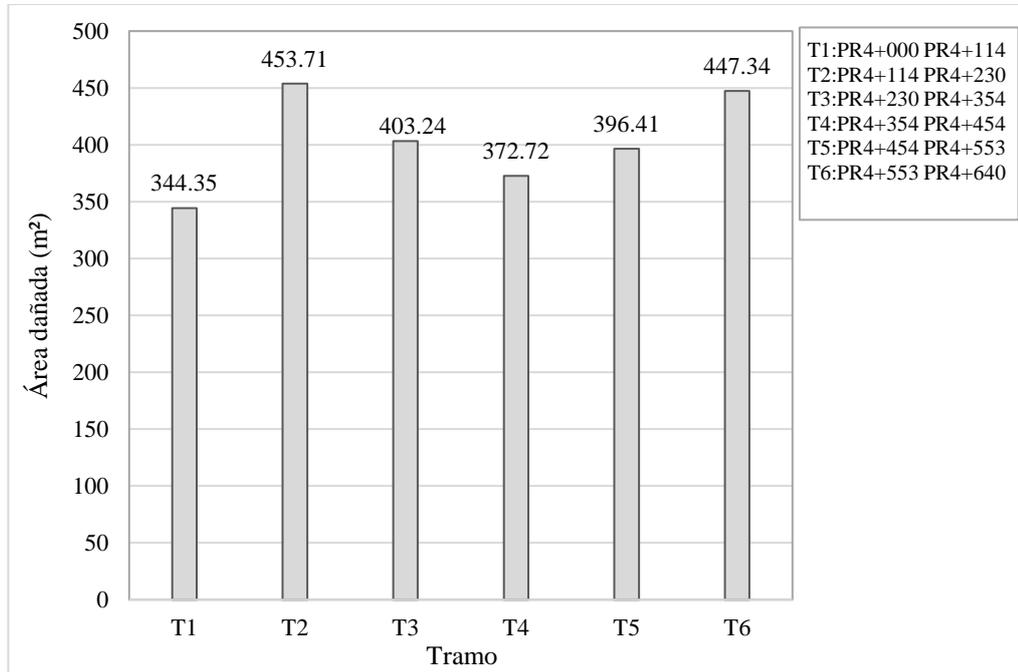
Figura N° 90: Ubicación Calle Antonia Vela



Fuente: GAD Latacunga

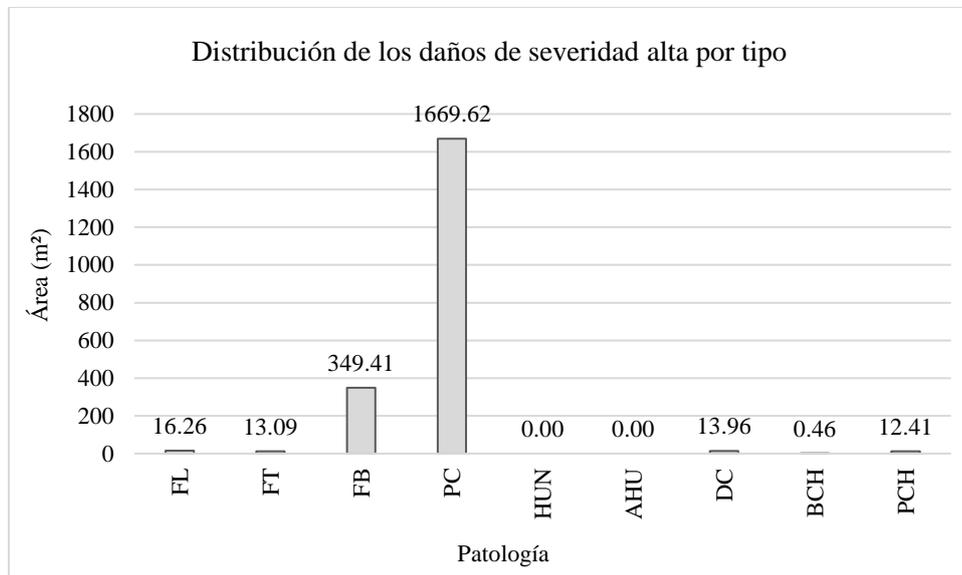
Pavimento Flexible

Figura N° 91: Área afectada por tramos Calle Antonia Vela



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 92: Área afectada por tipo Calle Antonia Vela

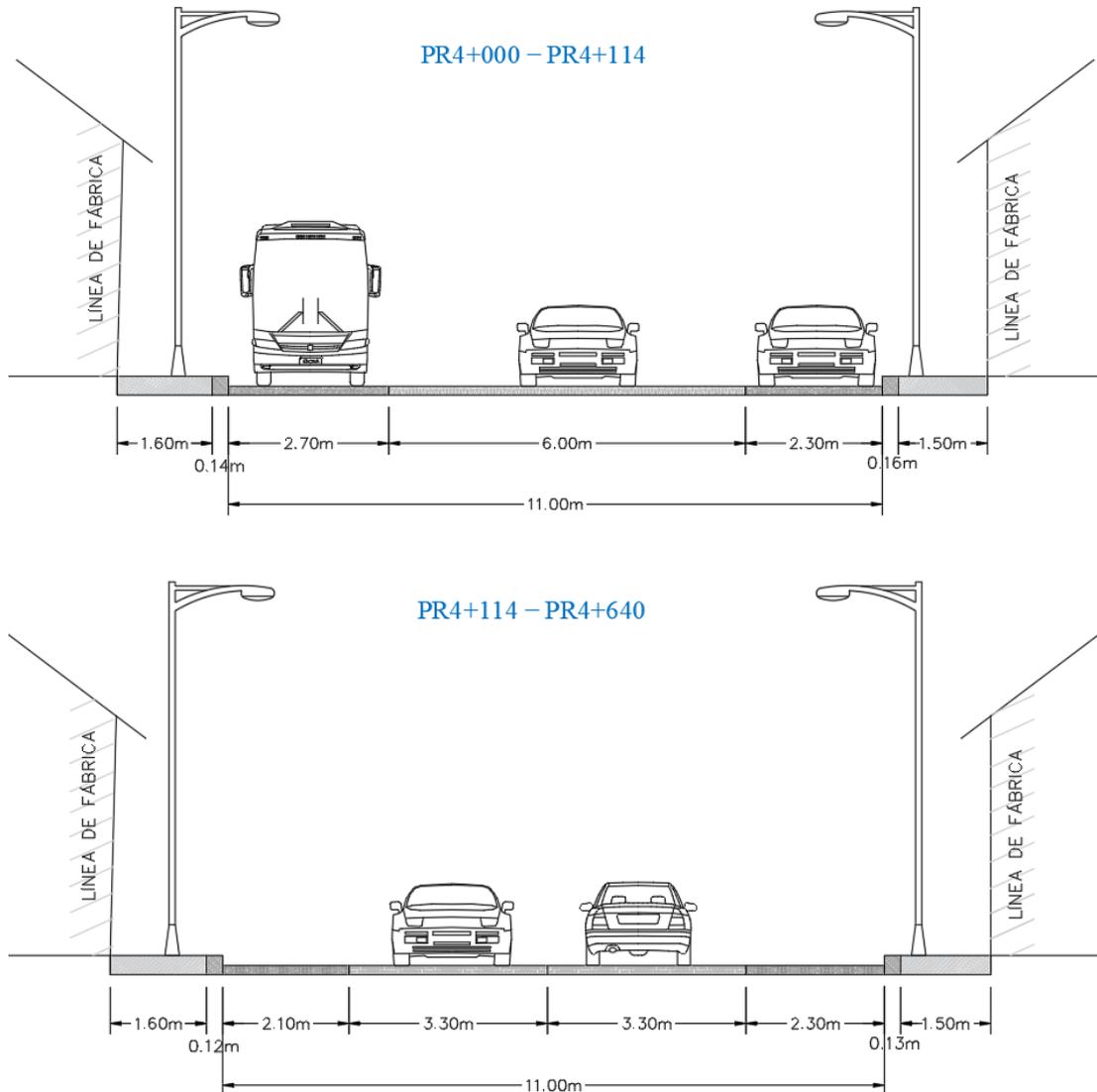


Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 2417.77 m² de un total de 7040.00 m² evaluados para el total de la vía, resultando en un 36.59% siendo el tramo 2 el que presenta mayor afectación. Se observa un valor de afectación constante en toda la vía, siendo la piel de cocodrilo de severidad alta la patología con mayor peso en la vía con un 23.96%.

Secciones transversales

Figura N° 93: Esquema Elementos transversales Calle Antonia Vela



Fuente: Elaboración propia

La vía presenta un cambio de sección a partir del tramo 1 siendo que este solo cuenta con un carril de circulación. Para el resto de la vía las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (colectora urbana) en zonas comerciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0 m de ancho, y las distancias de aceras de 1.20m. Los bordillos no cumplen con lo mínimo establecido(0.15m). Los carriles de estacionamiento cumplen con lo dispuesto de 2.40m.

Señalización

Tabla 20: Señalización Calle Antonia Vela

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Antonia Vela
1		Tipo de señal:	Regulatoria: Parada de bus
		Abscisa:	PR4+005
		Estado:	Buena
		Observaciones:	No cumple con la distancia de ubicación lateral
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Antonia Vela
1		Tipo de señal:	Señal de estacionamiento
		Abscisa:	PR4+001
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal poco visible Lado derecho de la vía
2		Tipo de señal:	Parada bus
		Abscisa:	PR4+004
		Estado:	Regular
		Observaciones:	

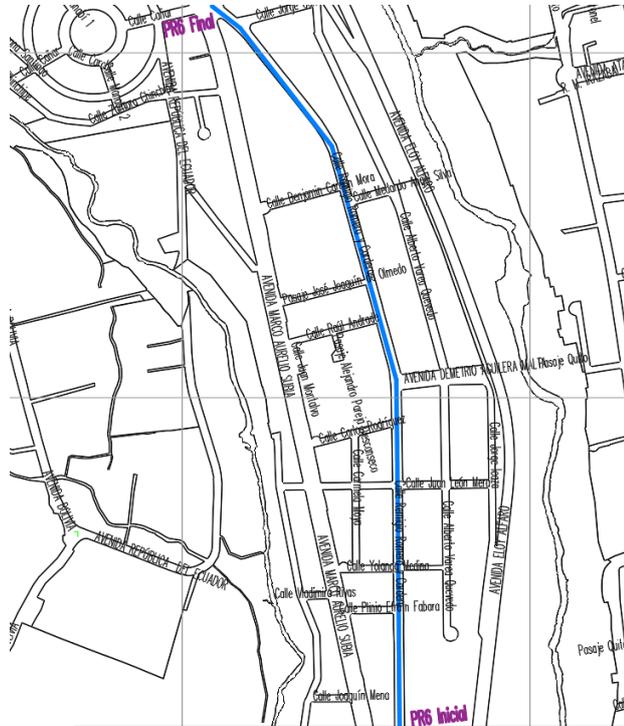
Fuente: Elaboración propia

Calle Remigio Romero y Cordero

Sector: El Salto

Extensión: 0.64 km

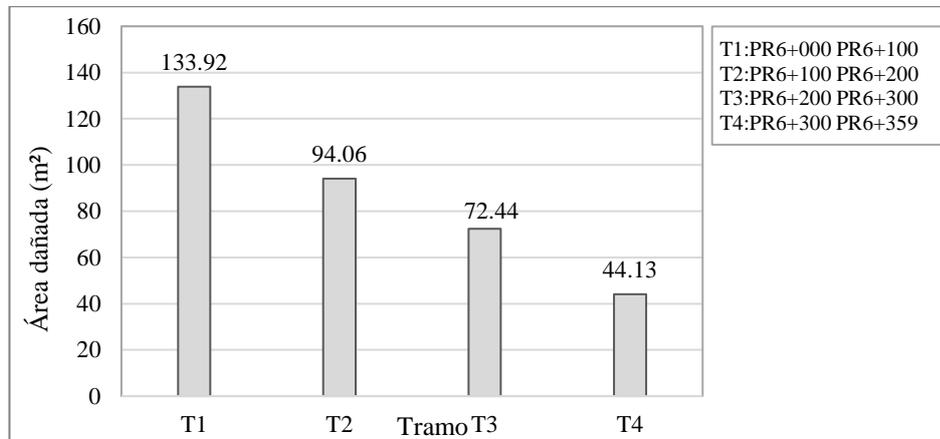
Figura N° 94: Ubicación Calle Remigio Romero y Cordero



Fuente: GAD Latacunga

Pavimento Articulado

Figura N° 95: Área afectada, pavimento articulado Calle Remigio Romero y Cordero



Fuente: Elaboración propia

El área de dañada corresponde a 344.54 m² de un total de 3949.00 m² evaluados para este tramo, resultando en un 8.72% de afectación, valor bajo que lo representa el análisis de ICP de la Tabla 21.

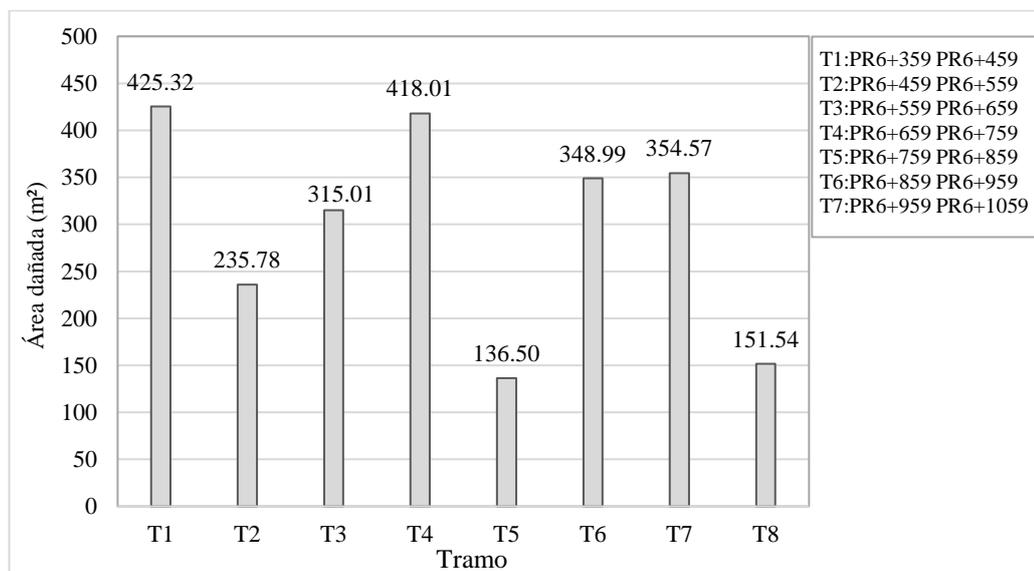
Tabla 21: ICP Calle Remigio Romero y Cordero

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m ²)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	1100.00	12.17%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T2	1100.00	8.55%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T3	1100.00	6.59%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T4	649.00	6.80%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario

Fuente: Elaboración propia

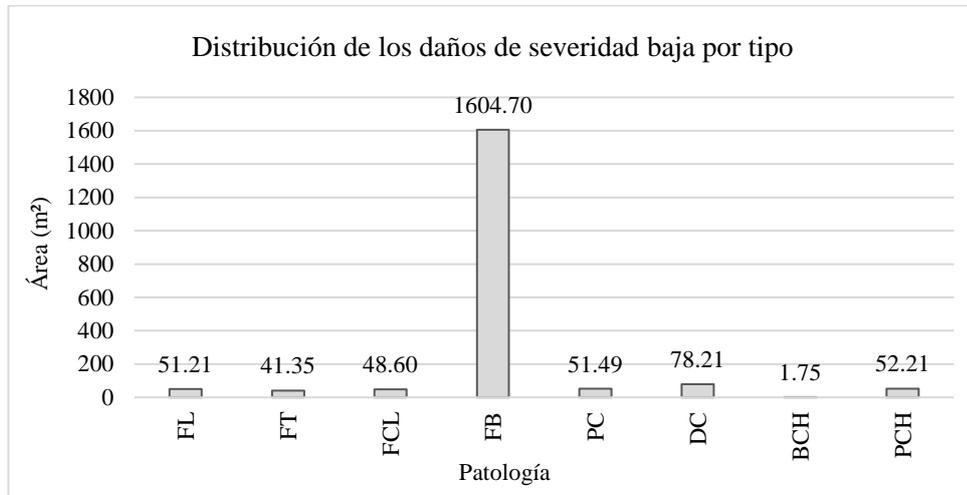
Flexible

Figura N° 96: Área afectada por tramos Calle Remigio Romero y Cordero



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 97: Área afectada por tipo Calle Remigio Romero y Cordero

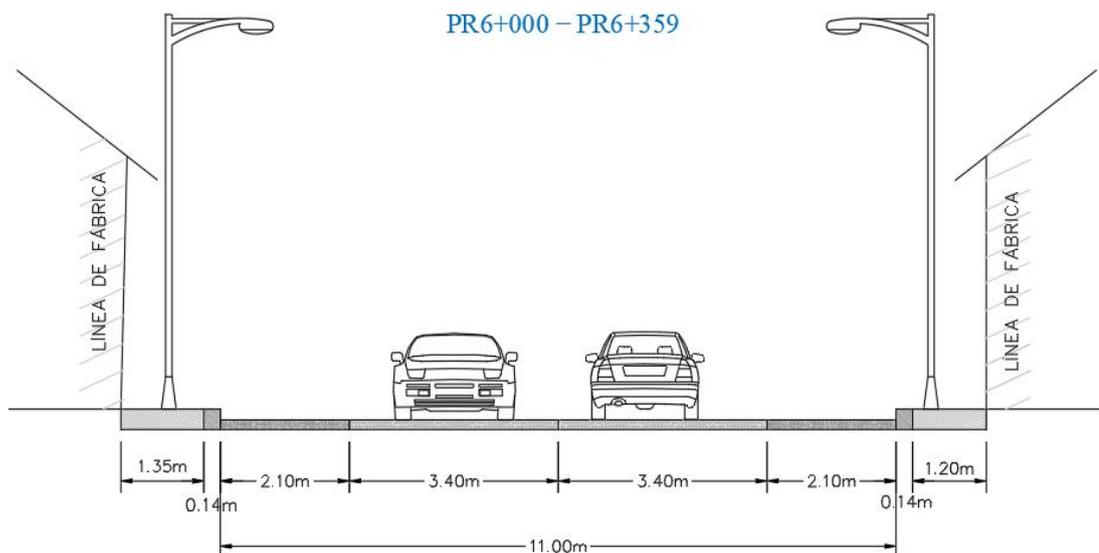


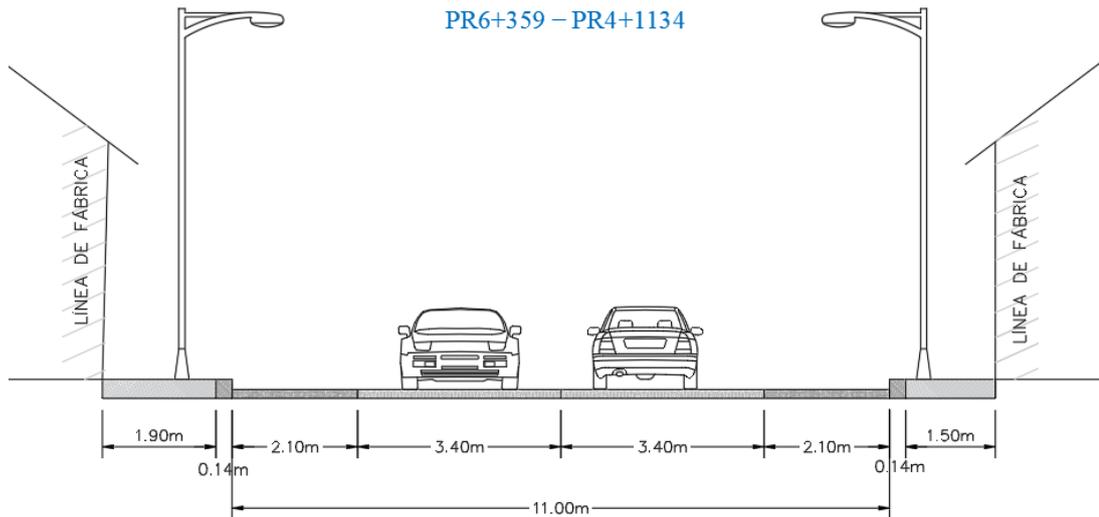
Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 2385.72 m² de un total de 8525 m² evaluados para este tramo, resultando en un 27.99% siendo el tramo 1 el que presenta mayor afectación. Siendo la fisuración en bloque de severidad alta la patología con mayor peso en la vía con un 18.82%.

Secciones transversales

Figura N° 98: Esquema Elementos transversales Calle Remigio Romero y Cordero





Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas residenciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0 m de ancho, y las distancias de aceras de 1.20m. Los bordillos no cumplen con lo mínimo establecido(0.15m). Los carriles de estacionamiento cumplen con lo dispuesto de 2.10m.

Señalización

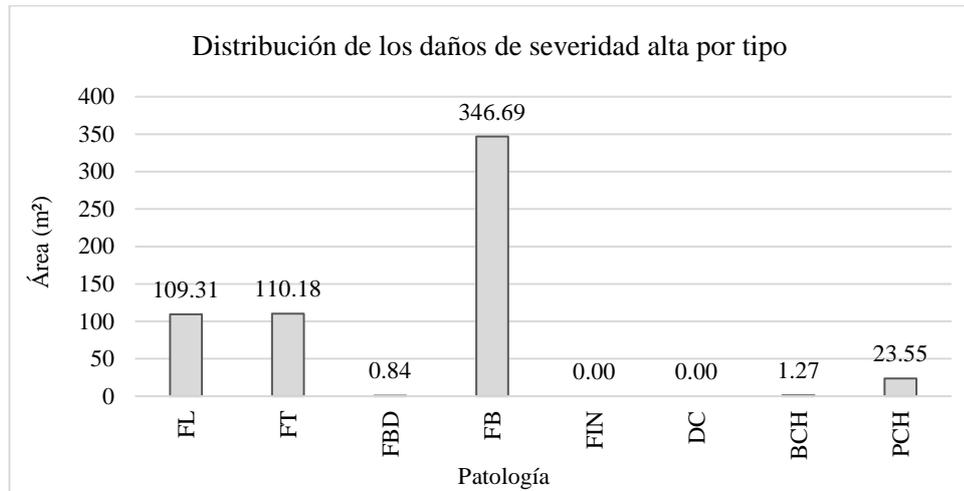
Tabla 22: Señalización Calle Remigio Romero y Cordero

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
Nombre vía:		Calle Remigio Romero y Cordero	
Observaciones:		La vía no cuenta con señales verticales	
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Remigio Romero y Cordero
1		Tipo de señal:	Línea de pare en cruce peatonal
		Abscisa:	PR6+369
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Las líneas de la señal no se distinguen fácilmente Pintura desgastada
2		Tipo de señal:	Doble línea continua
		Abscisa:	PR6+ Toda la vía
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Señal afectada por las fallas del pavimento

3		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR6+504
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal afectada por las fallas del pavimento Desgaste de la pintura
4		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR6+519
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal afectada por las fallas del pavimento. Desgaste de la pintura
5		Tipo de señal:	Cruce cebra.
		Abscisa:	PR6+704
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal afectada por las fallas del pavimento. Desgaste de la pintura.
6		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR2+1131
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 101: Área afectada por tipo Calle Alberto Varea Quevedo

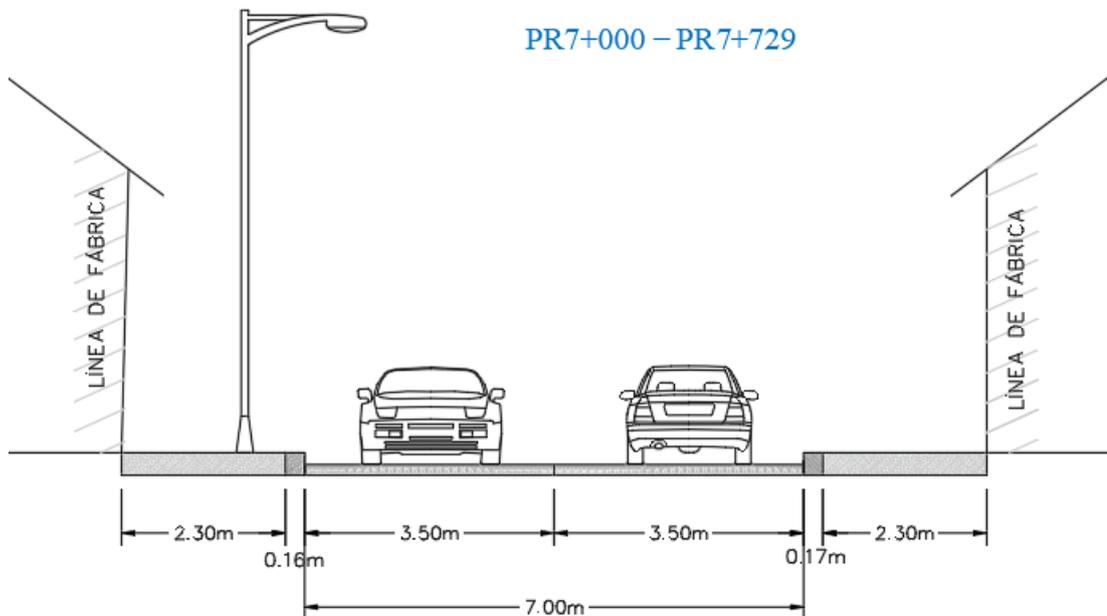


Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 688.09 m² de un total de 5103 m² evaluados para toda la vía, resultando en un 13.48% siendo el tramo 6 el que presenta mayor afectación. La patología con mayor peso en la vía es la fisuración en bloque de severidad alta con 18.82%.

Secciones transversales

Figura N° 102: Esquema Elementos transversales Calle Alberto Varea Quevedo



Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas residenciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, del mismo modo las distancias de aceras de 1.20m y bordillos de 0.15m.

Señalización

Tabla 23: Señalización Calle Alberto Varea Quevedo

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Alberto Varea Quevedo
1		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR7+135
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Tubo con manchas No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura
2		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR7+167
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Tubo con ligero desgaste No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral
3		Tipo de señal:	Zonas escolares: Advertencia anticipada de escuela
		Abscisa:	PR7+179
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Señal con inclinación hacia la derecha No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral
4		Tipo de señal:	Preventiva: Peatones en la vía
		Abscisa:	PR7+243
		Estado:	Muy Bueno
		Observaciones:	Leves manchas en la base del tubo No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral
5		Tipo de señal:	Preventiva: Peatones en la vía
		Abscisa:	PR7+253
		Estado:	Muy bueno
		Observaciones:	No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura

6		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR7+282
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Circulo ausente en la señal No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral
7		Tipo de señal:	Zonas escolares: Advertencia anticipada de escuela
		Abscisa:	PR7+296
		Estado:	Muy Bueno
		Observaciones:	Leves manchas en el tubo No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Alberto Varea Quevedo
1		Tipo de señal:	Cruce peatonal
		Abscisa:	PR7+000
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Las líneas de la señal no se distinguen fácilmente Pintura desgastada
2		Tipo de señal:	Línea de separación de flujo opuesto(continua)
		Abscisa:	PR7+ Toda la vía
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal afectada por las fallas del pavimento
3		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR7+142
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Pintura con desgaste
4		Tipo de señal:	Cruce peatonal con línea de ceda el paso
		Abscisa:	PR7+166
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Desgaste de la pintura y pérdida de la sección de la señal
5		Tipo de señal:	Cruce cebra con líneas de pare en cruce intermedio
		Abscisa:	PR7+243
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Zonas con pérdida de pintura

6		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR7+425
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Las líneas no se distinguen fácilmente
7		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR7+443
		Estado:	Malo
		Observaciones:	Las líneas no se distinguen fácilmente

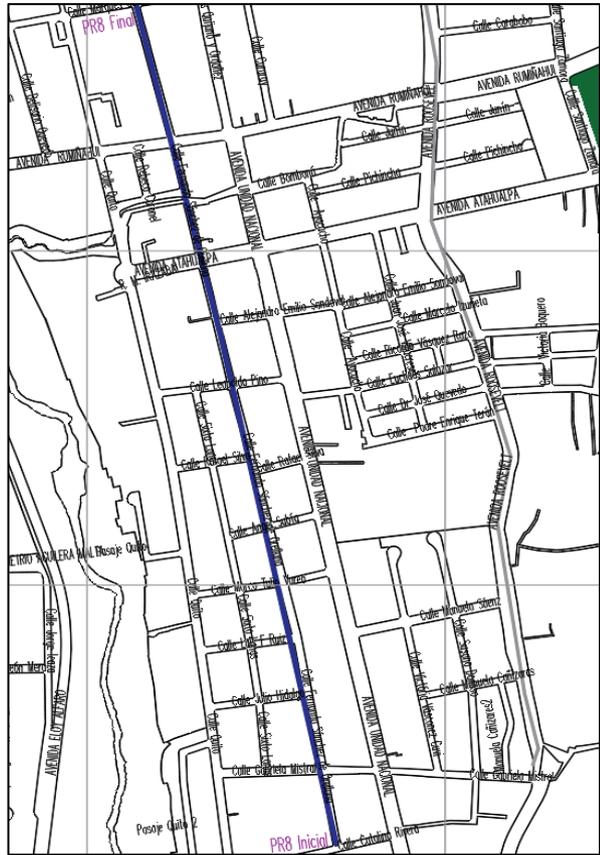
Fuente: Elaboración propia

Calle Fernando Sánchez De Orellana

Sector: El Salto

Extensión: 0.64 km

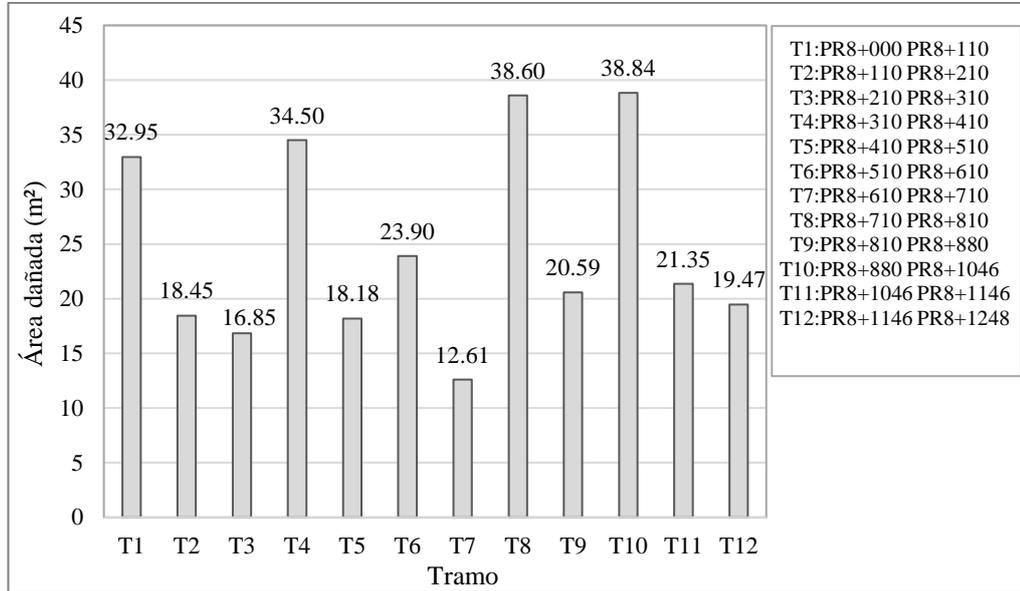
Figura N° 103: Ubicación Calle Fernando Sánchez de Orellana



Fuente: GAD Latacunga

Pavimento Articulado

Figura N° 104: Área afectada, pavimento articulado Calle Fernando Sánchez de Orellana



Fuente: Elaboración propia

El área de dañada corresponde a 296.28 m² de un total de 9360.00 m² evaluados para este tramo, resultando en un 3.717% de afectación, valor bajo que lo representa el análisis de ICP de la Tabla 24, con valores de ICP de entre 4 y 5.

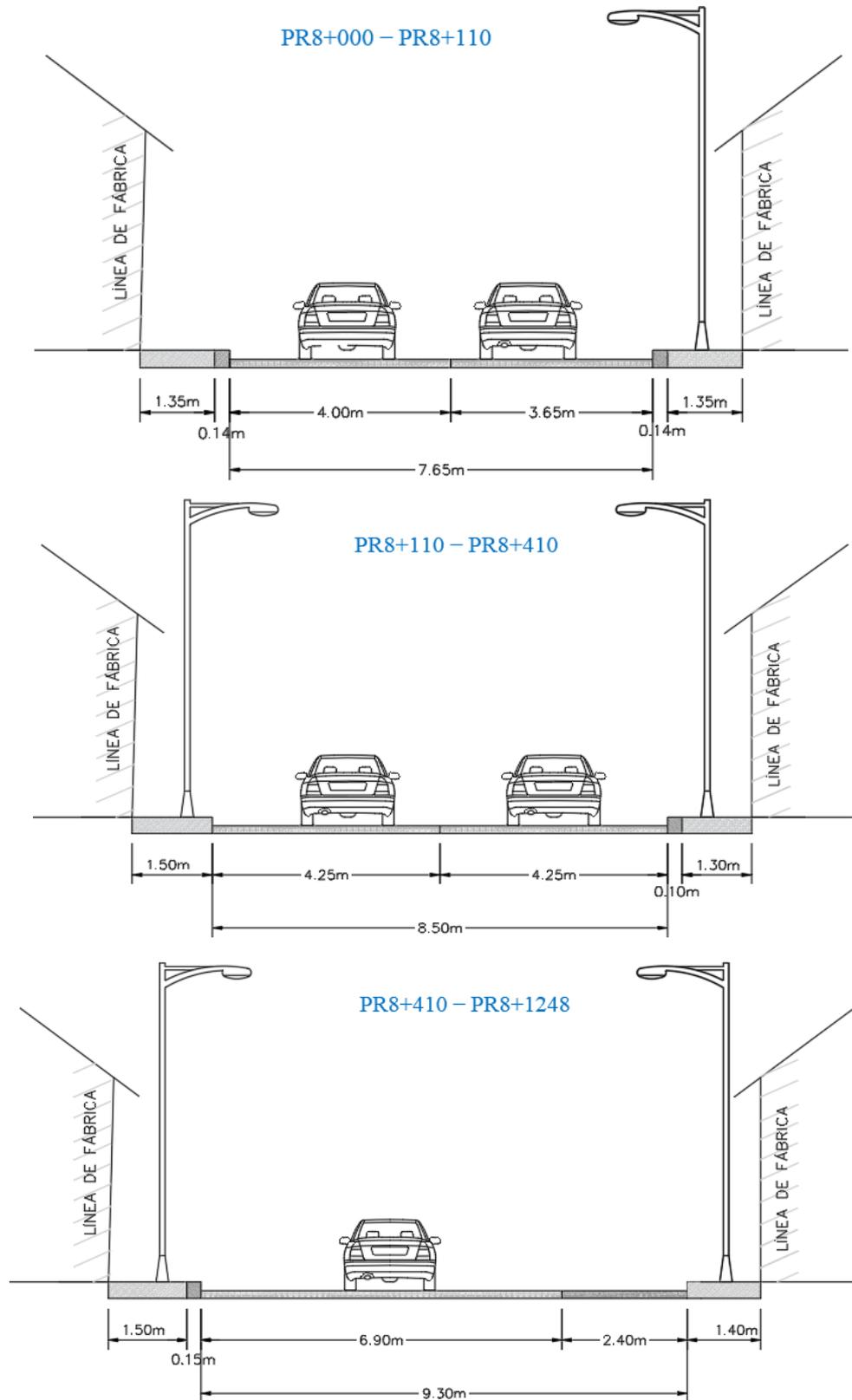
Tabla 24: ICP Calle Fernando Sánchez de Orellana

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m ²)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	825.00	3.99%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T2	750.00	2.46%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T3	750.00	2.25%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T4	750.00	4.60%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T5	750.00	2.42%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T6	750.00	3.19%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T7	750.00	1.68%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T8	750.00	5.15%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T9	525.00	3.92%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T10	1245.00	3.12%	5	Bueno	Mantenimiento rutinario
T11	750.00	2.85%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T12	765.00	2.55%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario

Fuente: Elaboración propia

Secciones transversales

Figura N° 105: Elementos transversales Calle Fernando Sánchez de Orellana



Fuente: Elaboración propia

La vía presenta cambios de sección a lo largo de su trayectoria sin embargo las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas residenciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0 m de ancho, y las distancias de aceras de 1.20m. Los bordillos no cumplen con lo mínimo establecido(0.15m). El carril de estacionamiento cumple del tramo PR8+410-PR8+1248 con lo dispuesto de 2.10m, así como un ancho mínimo de vía de 8.00m con un carril de circulación de 6.00m de estacionamiento para zonas residenciales.

Señalización

Tabla 25: Señalización Calle Fernando Sánchez de Orellana

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Fernando Sanches de Orellana
1		Tipo de señal:	Regulatoria: Pare
		Abscisa:	PR8+103
		Estado:	Mala
		Observaciones:	Tubo doblado. Inclinación de la señal. No cumple con la distancia mínima de altura.
2		Tipo de señal:	Zonas escolares: Advertencia anticipada de escuela
		Abscisa:	PR8+301
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Tubo con ligero desgaste. Señal con manchas leves. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
3		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR8+651
		Estado:	Muy buena
		Observaciones:	Coloramiento del tubo en la base. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.

4		Tipo de señal:	Informativa: Aproximación a semáforo
		Abscisa:	PR8+683
		Estado:	Muy Bueno
		Observaciones:	Leves manchas en la base del tubo. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral. Señal poco justificada.
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Fernando Sánchez de Orellana
1		Tipo de señal:	Línea segmentada de separación de carriles
		Abscisa:	PR8+Toda la vía
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	En ciertos tramos las líneas con ligera pérdida de pintura
2		Tipo de señal:	Línea de separación de flujo opuesto(continua)
		Abscisa:	PR8+ 200
		Estado:	Buena
		Observaciones:	En zona escolar
3		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR7+142
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Pintura con desgaste

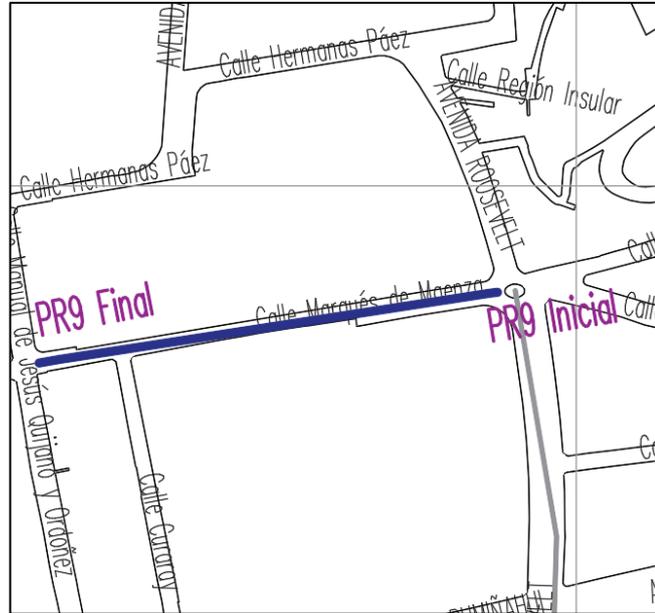
Fuente: Elaboración propia

Calle Márquez De Maeza

Sector: El Salto

Extensión: 0.28 km

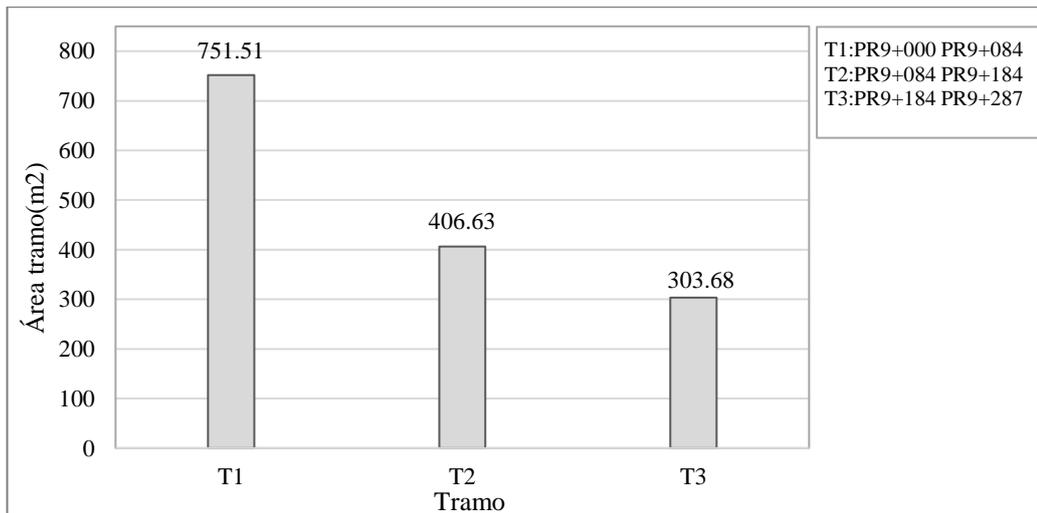
Figura N° 106: Ubicación Calle Márquez de Maeza



Fuente: GAD Latacunga

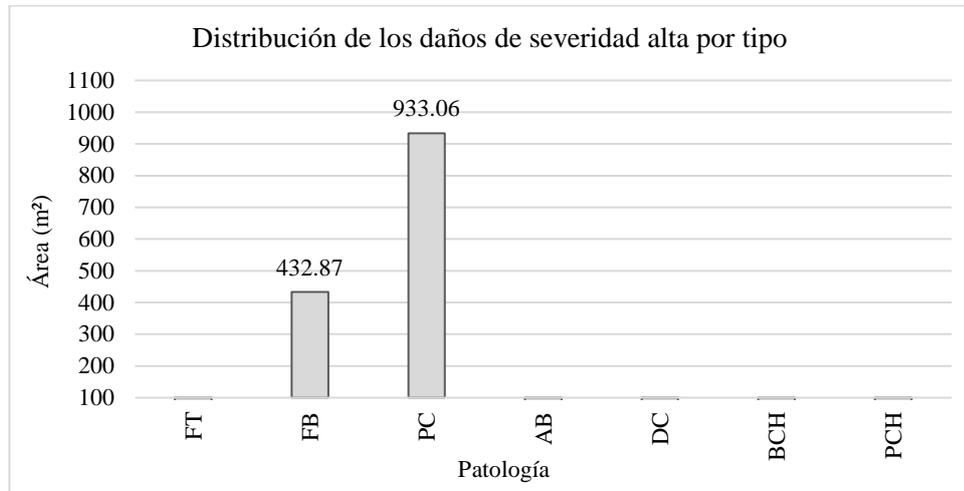
Pavimento Flexible

Figura N° 107: Área afectada por tramos Calle Márquez de Maeza



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 108: Área afectada por tipo Calle Márquez de Maeza

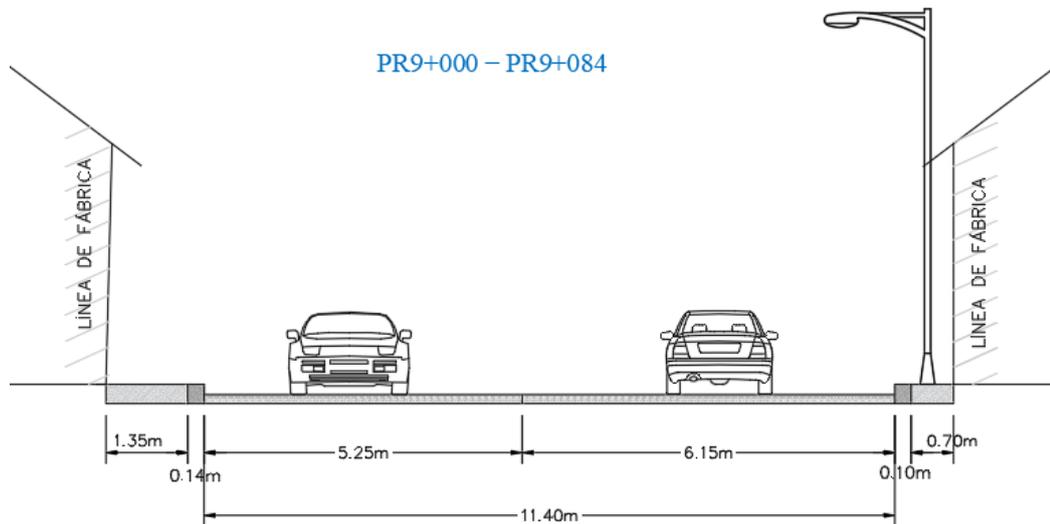


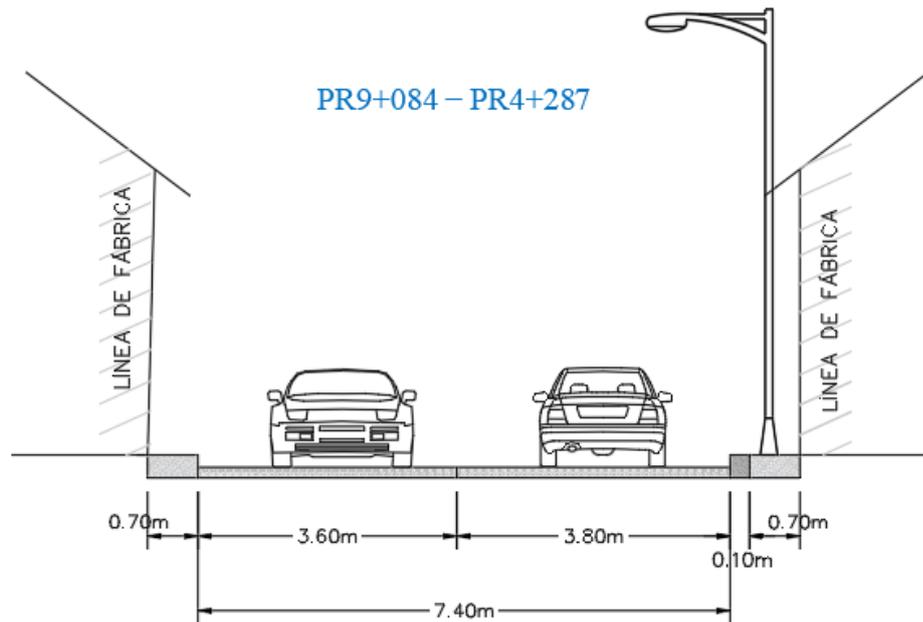
Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 1461.82 m² de un total de 2459.80 m² evaluados para toda la vía, resultando en un 59.43% siendo el tramo 1 el que presenta mayor afectación. La patología con mayor peso en la vía es piel de cocodrilo de severidad alta con 37.93% con una gran relevancia sobre la vía.

Secciones transversales

Figura N° 109: Esquema Elementos transversales Calle Márquez de Maeza





Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas residenciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, del mismo modo las distancias de aceras de 1.20m y bordillos de 0.15m.

Señalización

Tabla 26: Señalización Calle Márquez de Maeza

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Márquez de Maeza
1		Tipo de señal:	Regulatoria: Ceda el paso
		Abscisa:	PR9+001
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal descolorada, perdida del color original y poca visibilidad para los usuarios. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
2		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR9+026
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Tubo desgastado No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral

3		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR9+51
		Estado:	Muy mala
		Observaciones:	Tubo muy doblado y desgastado. Señal nada apreciable al usuario. No cumple con la distancia mínima de altura.
4		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR9+56
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Señal con leve dobléz en medio. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
5		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR9+126
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Parte superior izquierda de la señal doblada. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
6		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR9+190
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	Tubo con ligera coloración. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
7		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR9+197
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	Tubo con ligera coloración. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
8		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR9+245
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	Tubo con ligera coloración y desgaste. Poco visibilidad al usuario. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.

9		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR9+272
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Borde superior izquierda doblado No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
10		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR7+279
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Márquez de Maeza
1		Tipo de señal:	Línea de separación de flujo opuesto (continua)
		Abscisa:	PR9+ Toda la vía
		Estado:	Mala
		Observaciones:	Señal afectada por las fallas del pavimento. Perdida de pintura en la línea.
2		Tipo de señal:	líneas de prohibición de estacionamiento en calzada
		Abscisa:	PR9+000 hasta PR9+084
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Solo lado izquierdo de la vía.
3		Tipo de señal:	Prohibido estacionar
		Abscisa:	PR9+26, PR9+47, PR9+64
		Estado:	Buena
		Observaciones:	
4		Tipo de señal:	Prohibido estacionar
		Abscisa:	PR9+195
		Estado:	Mala
		Observaciones:	Descascaramiento de la pintura.

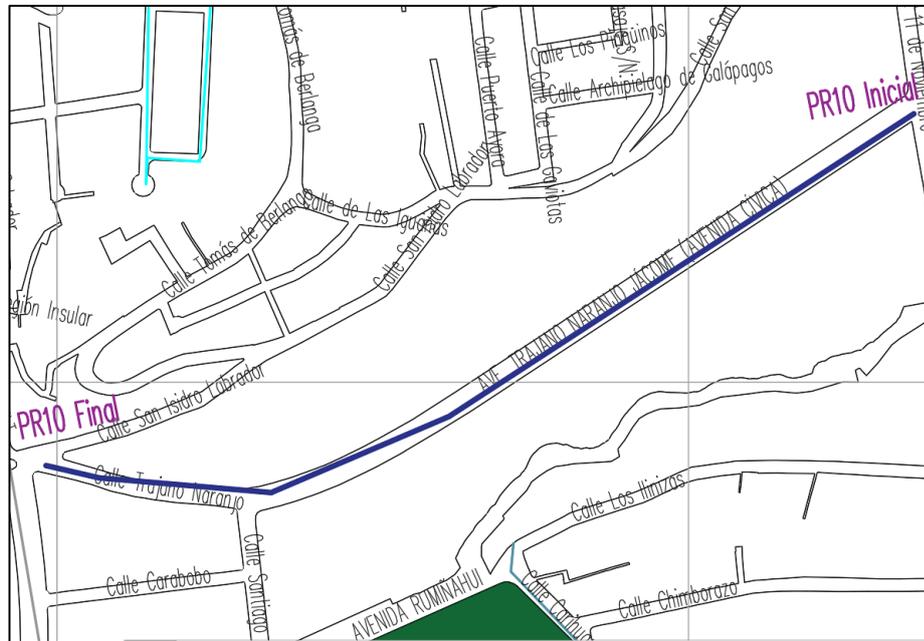
Fuente: Elaboración propia

Avenida Trajano Naranjo

Sector: El Salto

Extensión: 0.64 km

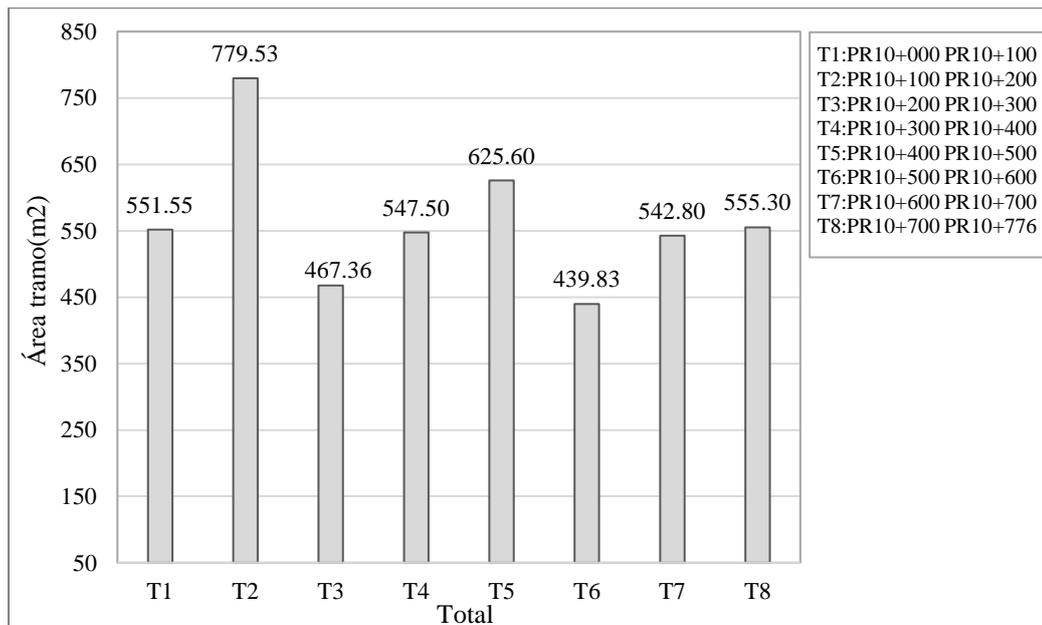
Figura N° 110: Ubicación Avenida Trajano Naranjo



Fuente: GAD Latacunga

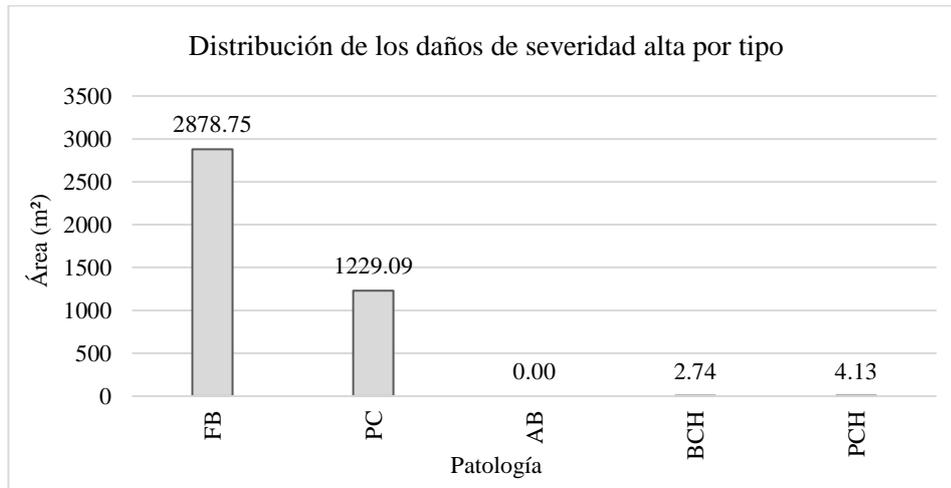
Pavimento Flexible

Figura N° 111: Área afectada por tramos Avenida Trajano Naranjo



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 112: Área afectada por tipo Avenida Trajano Naranjo

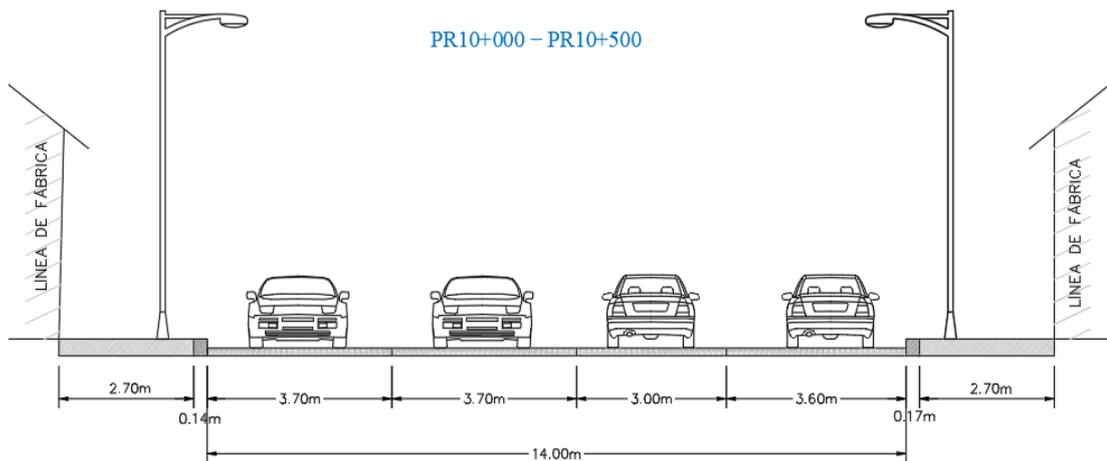


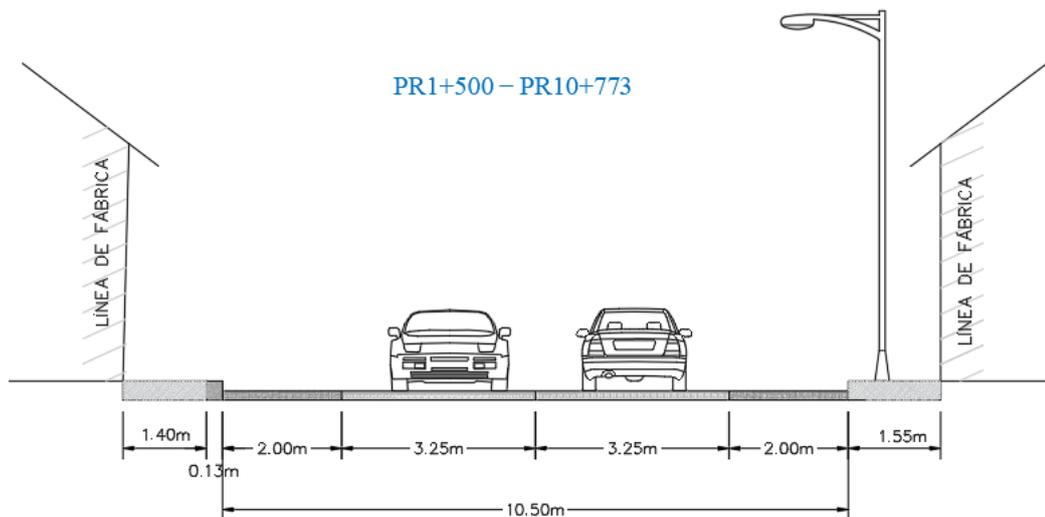
Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 4509.46 m² de un total de 9866.50 m² evaluados para toda la vía, resultando en un 45.70% siendo el tramo 2 el que presenta mayor afectación. La patología con mayor peso en la vía es fisuración en bloque de severidad alta con 29.18% que en conjunto con la piel de cocodrilo cubren la mayor parte de la vía.

Secciones transversales

Figura N° 113: Esquema Elementos transversales Avenida Trajano Naranjo





Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones para la primera sección las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (arterial urbana) en zonas comerciales cumplen los requisitos mínimos, 4 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, del mismo modo las distancias de aceras de 2.40m y bordillos de 0.15m. Para el tramo 2 (local urbana) las dimensiones también se cumplen 2 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, del mismo modo las distancias de aceras de 1.20m y el bordillo no cumple con 0.15m.

Señalización

Tabla 27: Señalización Avenida Trajano Naranjo

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Avenida Trajano Naranjo
1		Tipo de señal:	Preventiva: Niños
		Abscisa:	PR10+041
		Estado:	Muy buena
		Observaciones:	Señal descolorada, pérdida del color original y poca visibilidad para los usuarios.
2		Tipo de señal:	Preventiva: Niños
		Abscisa:	PR10+035
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.

3		Tipo de señal:	Zonas escolares: Advertencia anticipada de escuela
		Abscisa:	PR10+086
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
4		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR10+112
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Señal con pintura sobre las letras. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
5		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR10+278
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Señal rayada.
6		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR10+346
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste y pintada.
7		Tipo de señal:	Preventiva: Peatones en la vía
		Abscisa:	PR10+419
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
8		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR10+470
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste.
9		Tipo de señal:	Regulatoria: Límite máximo de velocidad
		Abscisa:	PR10+520
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Tubo inclinado. Señal doblada en la mitad. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.

RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Avenida Trajano Naranja
1		Tipo de señal:	Doble línea continua
		Abscisa:	PR10+35
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Afectación por fallas del pavimento
2		Tipo de señal:	Línea segmentada de separación de carriles
		Abscisa:	PR10+Toda la vía
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Afectación por fallas del pavimento
3		Tipo de señal:	Doble línea continua
		Abscisa:	PR10+ Toda la vía
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Afectación por fallas del pavimento
4		Tipo de señal:	Líneas de ceda el paso en cruce intermedio cebra
		Abscisa:	PR10+492
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Afectación por fallas del pavimento
5		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR10+600
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Pinturas desvanecidas en algunas líneas

Fuente: Elaboración propia

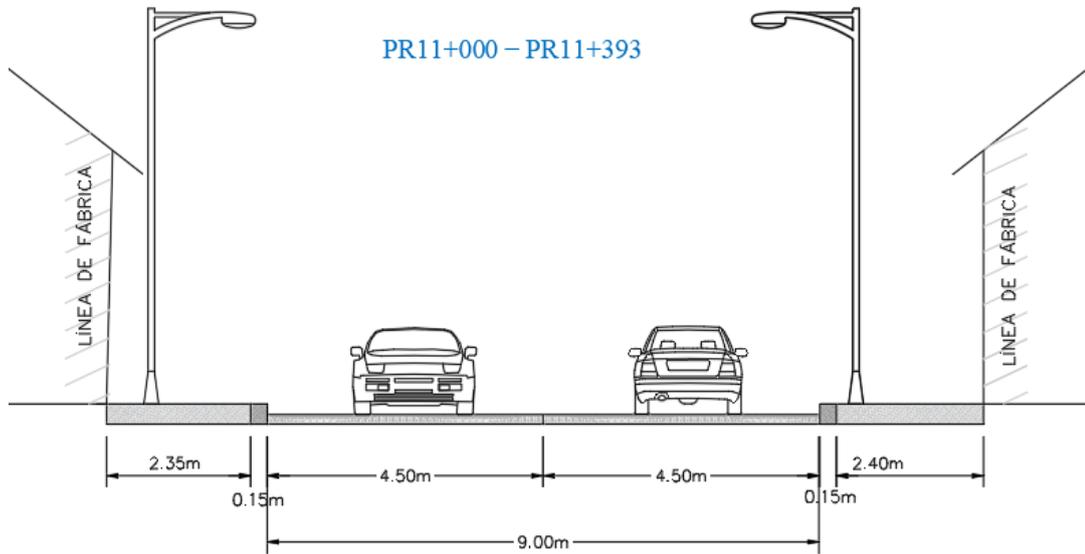
Tabla 28: ICP Calle Atahualpa y Carihuairazo

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m2)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	900.00	1.63%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T2	1044.00	2.43%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T3	900.00	2.47%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario
T4	693.00	6.81%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario

Fuente: Elaboración propia

Secciones transversales

Figura N° 116: Esquema Elementos transversales Calle Atahualpa y Carihuairazo



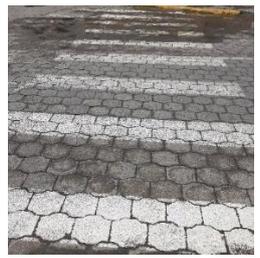
Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas comerciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, del mismo modo las distancias de aceras de 1.20m y bordillos de 0.15m.

Señalización

Tabla 29: Señalización Calle Atahualpa y Carihuairazo

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Atahualpa y Carihuairazo
1		Tipo de señal:	Regulatoria: Parada de bus
		Abscisa:	PR11+018
		Estado:	Muy buena
		Observaciones:	No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
2		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR11+061
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral y altura.
3		Tipo de señal:	Preventiva: Peatones en la vía
		Abscisa:	PR11+097
		Estado:	Muy Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
4		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR11+115
		Estado:	Muy Bueno
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste. No cumple con la distancia mínima de altura.
5		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR11+163
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal doblada en la mitad dificultando la su visibilidad. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
6		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR11+262
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Señal doblada en la mitad dificultando la su visibilidad No cumple con la distancia mínima de altura.

7		Tipo de señal:	Preventiva: Peatones en la vía
		Abscisa:	PR11+293
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Tubo con desgaste (perdida de su pintura) No cumple con la distancia mínima de altura.
8		Tipo de señal:	Regulatoria: No estacionar
		Abscisa:	PR11+350
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Tubo con desgaste. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle Atahualpa y Carihuairazo
1		Tipo de señal:	Línea segmentada de separación de carriles
		Abscisa:	PR11+Toda la vía
		Estado:	Bueno
		Observaciones:	Pintura desvanecida en algunos tramos
2		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR11+000
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Desgaste de la pintura
3		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR11+100
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Desgaste de la pintura
4		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR11+296
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Desgaste de la pintura
5		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR11+369
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Desgaste de la pintura

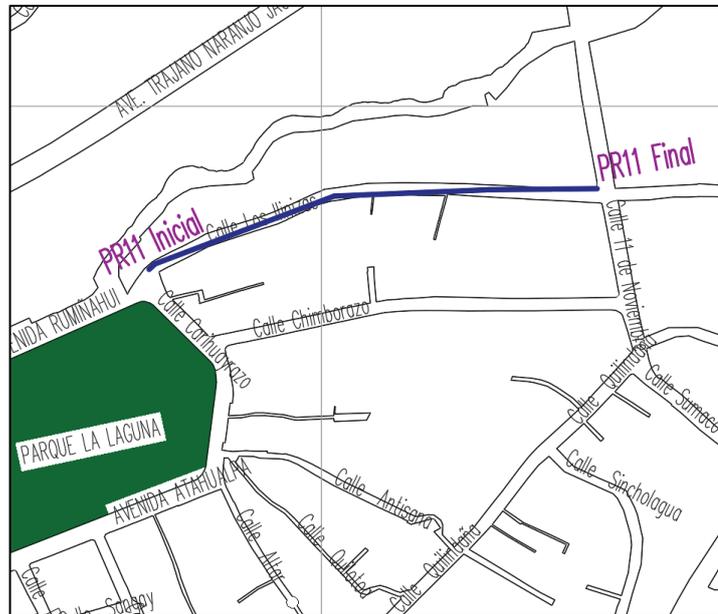
Fuente: Elaboración propia

Calle Los Ilinizas

Sector: La laguna

Extensión: 0.37 km

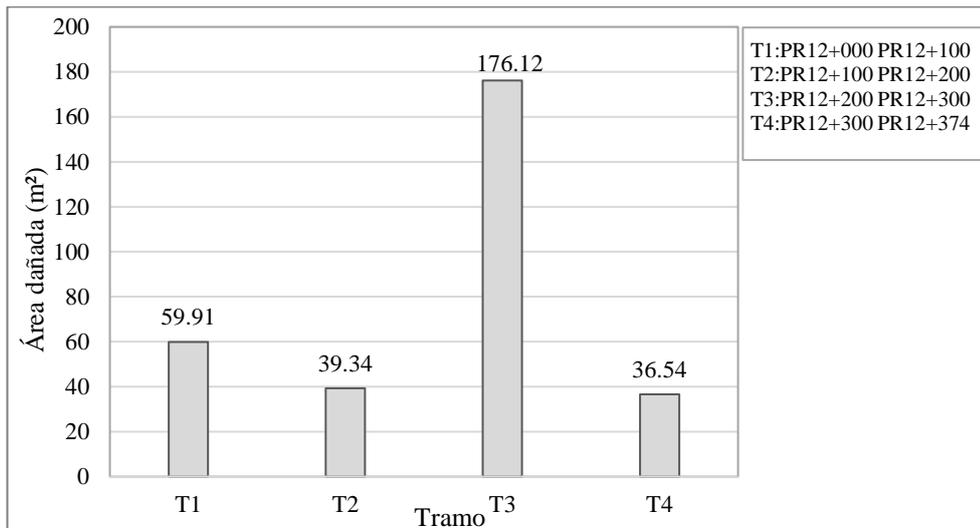
Figura N° 117: Ubicación Calle Los Ilinizas



Fuente: GAD Latacunga

Pavimento Articulado

Figura N° 118: Área afectada, pavimento articulado Calle Los Ilinizas



Fuente: Elaboración propia

El área de dañada corresponde a 311.91 m² de un total de 2805.00 m² evaluados para esta vía, resultando en un 11.12% de afectación, valor bajo con un nivel de servicio bueno según el ICP de entre 4.

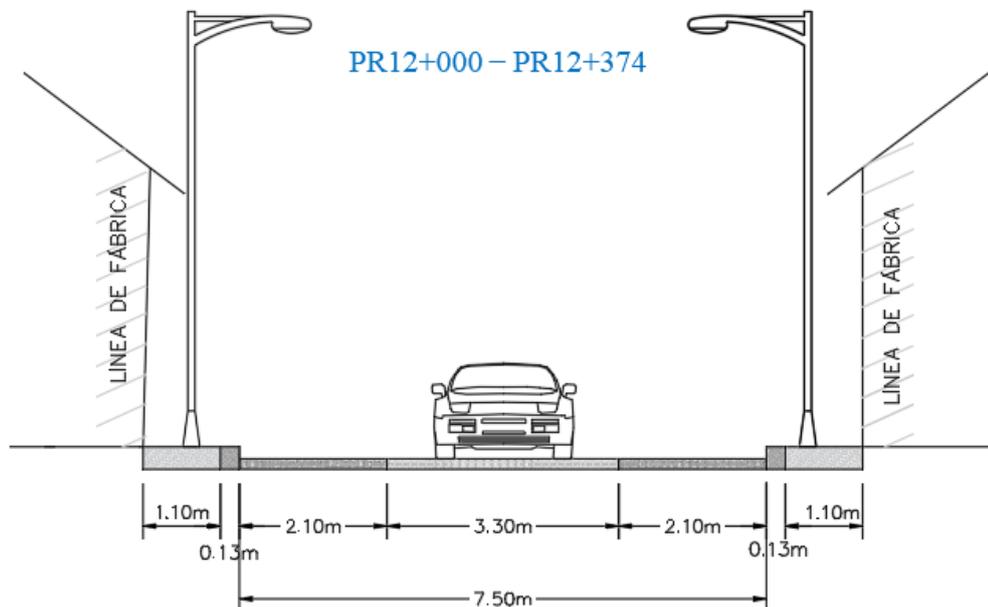
Tabla 30: ICP Calle Los Ilinizas

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m ²)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	750.00	7.99%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T2	750.00	5.25%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T3	750.00	23.48%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T4	555.00	6.58%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente

Fuente: Elaboración propia

Secciones transversales

Figura N° 119: Esquema Elementos transversales Calle Los Ilinizas



Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (local urbana) en zonas residenciales cumplen los requisitos mínimos, 1 carril de circulación libre y de 3.0m de ancho, mientras que no se cumple con las distancias de aceras de 1.20m, bordillos de 0.15m y carriles de estacionamiento de 2.20m

Señalización

Tabla 31: Señalización Calle Los Ilinizas

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL	
Nombre vía:	Calle Remigio Romero y Cordero
Observaciones:	La vía no cuenta con señales verticales
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
Nombre vía:	Calle Remigio Romero y Cordero
Observaciones:	La vía no cuenta con señales horizontales. Se sugiere como señal horizontal: <u>Línea segmentada de separación de carriles</u>

Fuente: Elaboración propia

Calle 11 De Noviembre

Sector: La laguna

Extensión: 0.37 km

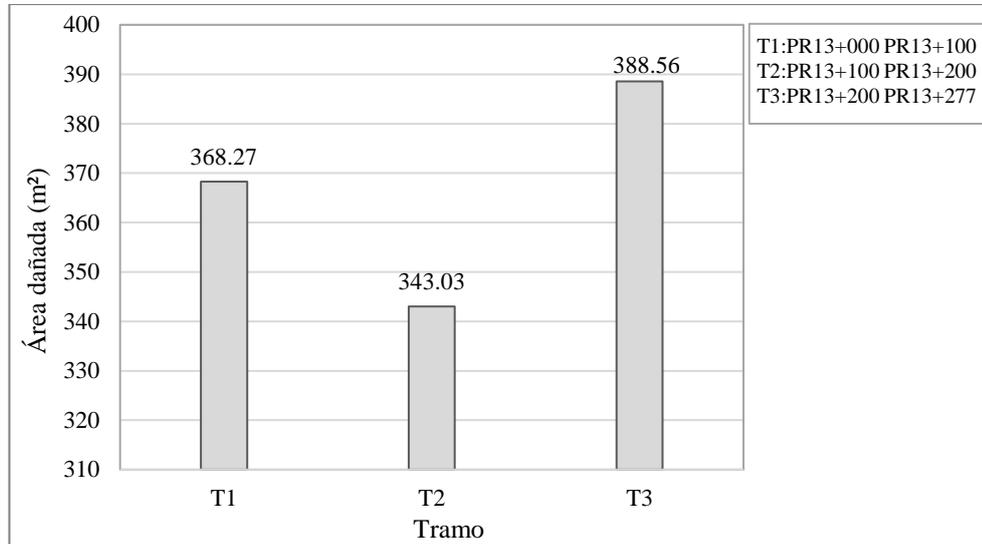
Figura N° 120: Ubicación Calle 11 de Noviembre



Fuente: GAD Latacunga

Pavimento Articulado

Figura N° 121: Área afectada, pavimento articulado Calle 11 de Noviembre



Fuente: Elaboración propia

El área de dañada corresponde a 1099.86 m² de un total de 2520.70 m² evaluados para este tramo, resultando en un 43.63% de afectación, valor considerable pero dado el que el daño que mayor peso es el desgaste superficial la vía se encuentra en buen estado según el análisis de ICP de la Tabla 32.

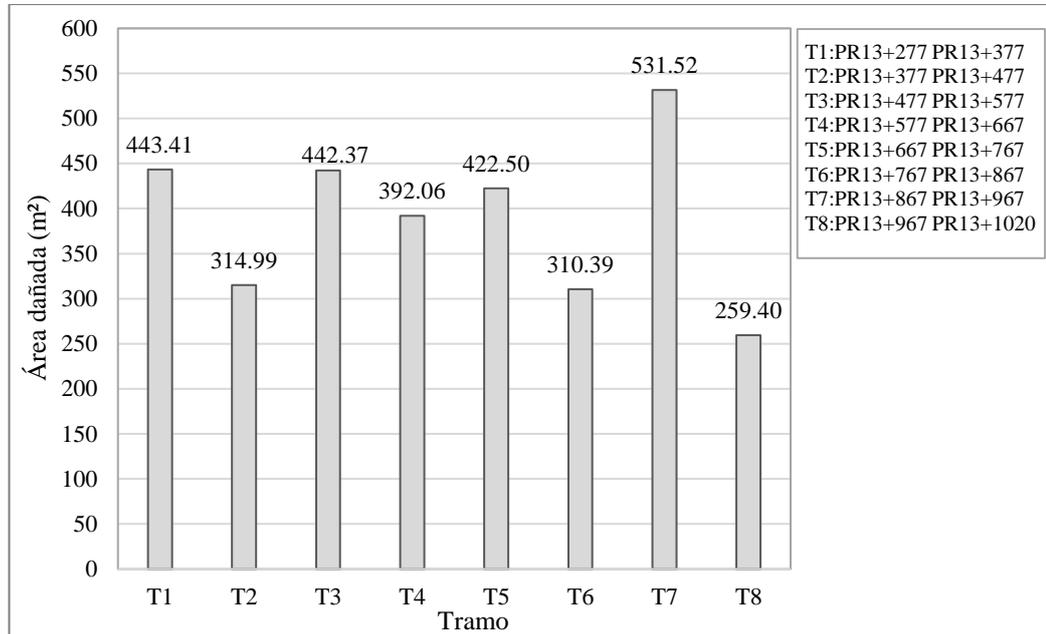
Tabla 32: ICP Calle 11 de Noviembre

Índice de condición del pavimento, ICP					
Tramo	Área tramo(m ²)	%Afectación por tramo	ICP	Nivel de Servicio	Categoría de acción
T1	910.00	40.47%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T2	910.00	37.70%	4	Bueno	Mantenimiento rutinario y recurrente
T3	700.70	55.45%	5	Muy Bueno	Mantenimiento rutinario

Fuente: Elaboración propia

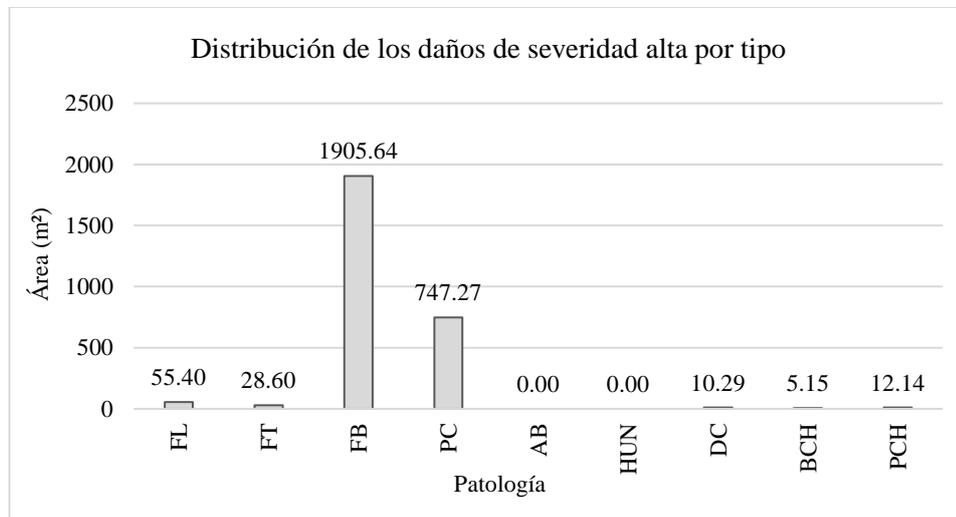
Pavimento Flexible

Figura N° 122: Área afectada por tramos Calle 11 de Noviembre



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 123: Área afectada por tipo Calle 11 de Noviembre

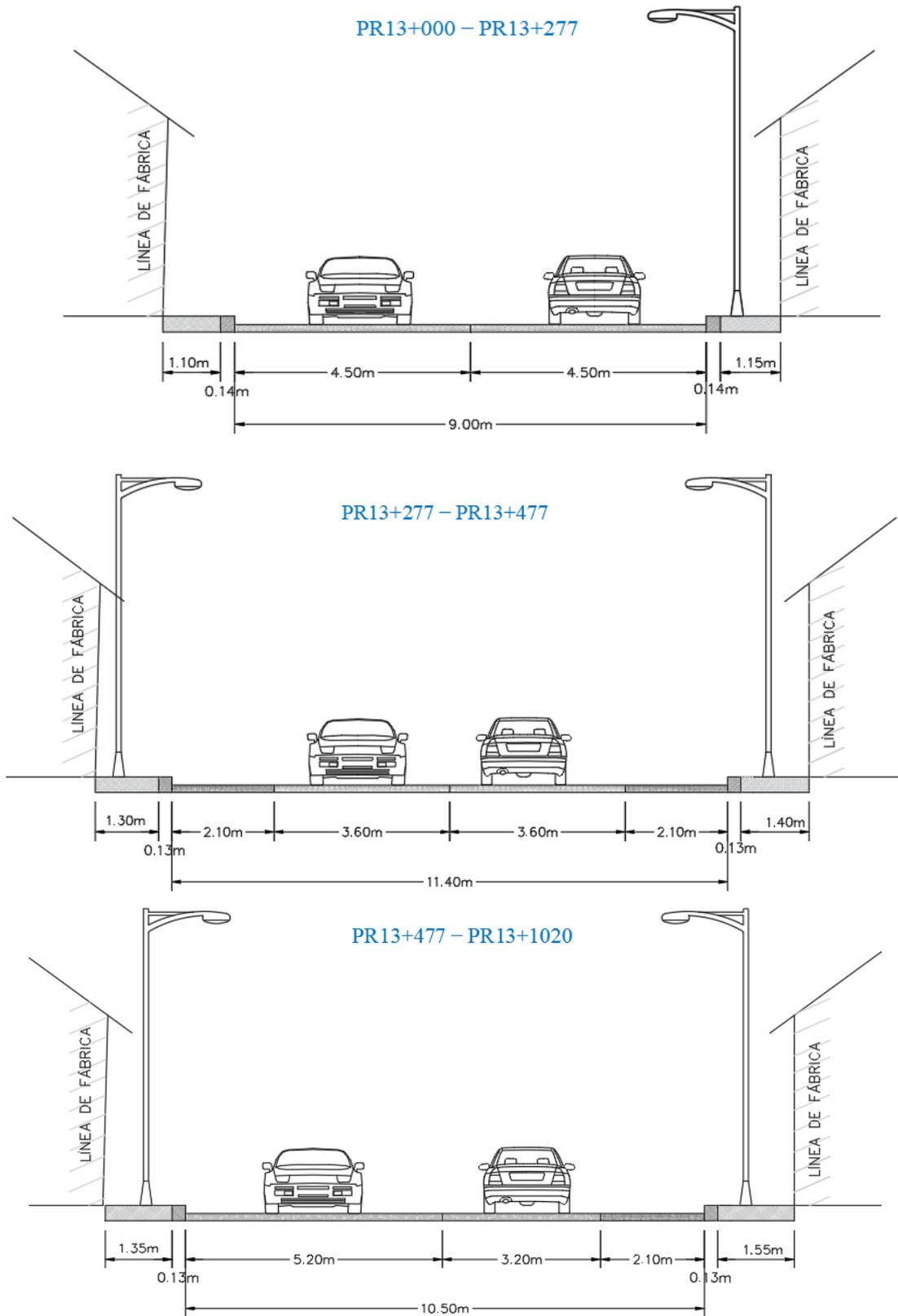


Fuente: Elaboración propia

El área de afectación corresponde a 3116.64 m² de un total de 7981.50 m² evaluados para este tramo, resultando en un 39.05% siendo el tramo 7 el que presenta mayor afectación. Con la fisuración en bloque de severidad alta como la patología con mayor peso en la vía con un 23.88%.

Secciones transversales

Figura N° 124: Esquema Elementos transversales Calle 11 de Noviembre



Fuente: Elaboración propia

Las dimensiones de carriles y el número de estos para este tipo de vía (colectora urbana) en zonas comerciales cumplen los requisitos mínimos, 2 carriles de circulación libre y de 3.0m de ancho, distancias de aceras de 1.20m (excepto tramo PR13+00-PR13+277), mientras que no se cumple con las distancias de carriles de estacionamiento de 2.40m ni bordillos de 0.15m.

Señalización

Tabla 33: Señalización Calle 11 de Noviembre

RESUMEN SEÑALIZACIÓN VERTICAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle 11 de Noviembre
1		Tipo de señal:	Preventiva: Reductor de velocidad
		Abscisa:	PR13+524
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Tubo con leve desgaste. Ligero doblez de la señal. No cumple con la distancia mínima de ubicación lateral.
2		Tipo de señal:	Preventiva: Reductor de velocidad
		Abscisa:	PR13+524
		Estado:	Buena
		Observaciones:	Hundimiento alrededor de la base del tubo de la señal. No cumple con la distancia mínima de altura.
RESUMEN SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			
#	Foto	Nombre vía:	Calle 11 de Noviembre
1		Tipo de señal:	Línea de separación de flujo opuesto(continua)
		Abscisa:	PR13+000 hasta PR13+277
		Estado:	Muy Malo
		Observaciones:	La línea no se puede distinguir.
2		Tipo de señal:	Línea segmentada de separación de circulación opuesta
		Abscisa:	PR13+277 hasta PR13+1020
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Afectación por fallas del pavimento

3		Tipo de señal:	Cruce cebra con línea de pare
		Abscisa:	PR13+477
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Afectación por fallas del pavimento
4		Tipo de señal:	Cruce cebra
		Abscisa:	PR11+487
		Estado:	Regular
		Observaciones:	Desgaste de la pintura por fallas del pavimento.

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Resultados totales de las vías evaluadas

Se presenta a forma de resumen las cantidades totales evaluadas y su cantidad o porcentaje de afectación para cada vía evaluada.

3.1.3.1 Resultados evaluación pavimentos

Tabla 34: Resultados evaluación pavimentos

#PR	Sector	Nombre vía	Longitud (m)	Área evaluada (m ²)	Área afectada (m ²)	% Afectación
PR1	El Salto	Calle Gatazo	215.00	2582.00	1383.85	53.60%
PR2	El Salto	Calle Melchor de Benavides	554.00	6648.00	2432.83	36.59%
PR3	El Salto	Calle Simón Bolívar	398.00	3303.40	969.18	29.34%
PR4	El Salto	Calle Antonia Vela	640.00	7040.00	2417.77	34.34%
PR5	San Rafael	Avenida República Del Ecuador	968.00	8112.00	3536.40	43.59%
PR6	La Estación	Calle Remigio Romero y Cordero	1134.00	12474.00	2730.26	21.89%
PR7	La Estación	Calle Alberto Varea Quevedo	729.00	5103.00	688.09	13.48%
PR8	La Matriz	Calle Fernando Sánchez de Orellana	1248.00	9360.00	296.28	3.17%
PR9	La Laguna	Calle Márquez de Maeza	287.00	2459.80	1467.87	59.67%
PR10	La Laguna	Avenida Trajano Naranjo	773.00	9866.50	4509.46	45.70%
PR11	La Laguna	Avenida Atahualpa y Carihuairazo	393.00	3537.00	109.42	3.09%
PR12	La Laguna	Calle Los Ilinizas	374.00	2805.00	311.91	11.12%
PR13	La Laguna	Calle 11 de Noviembre	1020.00	10502.20	4216.50	40.15%
Total:			8733.00	83792.90	25069.82	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 34 se muestran los valores en metros cuadrados de áreas de afectación y las áreas evaluadas además de los porcentajes de afectación general de las vías. Para un análisis a detalle de los tipos de patologías, grados de severidad, peso de los daños en las vías revisar los Anexos G.

3.1.3.2 Resultados evaluación elementos transversales

Se tiene que la todas las vías evaluadas dependiendo del tipo y zona en que se encuentren estas cumplen con los requisitos mínimos de número y distancias de carriles de circulación libre, en menor medida aceras, bordillos y carriles de estacionamiento estos últimos en su mayoría sin contar con la debida señalización horizontal para delimitar su espacio.

3.1.3.3 Resultados evaluación señalización

3.1.3.3.1 Resultados evaluación señalización vertical

Tabla 35: Resumen evaluación señalización vertical

Sector	Nombre vía	Total, señales verticales	Señales verticales afectadas	Ubicación
El Salto	Calle Gatazo	7	2	PR1+095 PR1+213
El Salto	Calle Melchor de Benavides	0	0	Sin señales
El Salto	Calle Simón Bolívar	1	0	-
El Salto	Calle Antonia Vela	1	0	-
San Rafael	Avenida República Del Ecuador	1	0	-
La Estación	Calle Remigio Romero y Cordero	0	0	Sin señales
La Estación	Calle Alberto Varea Quevedo	7	1	PR7+282
La Matriz	Calle Fernando Sánchez de Orellana	4	1	PR8+103
La Laguna	Calle Márquez de Maeza	10	3	PR9+001 PR9+051 PR9+126
La Laguna	Avenida Trajano Naranjo	9	2	PR10+112 PR10+520
La Laguna	Avenida Atahualpa y Carihuairazo	8	2	PR11+163 PR11+262
La Laguna	Calle Los Ilinizas	0	0	Sin señales
La Laguna	Calle 11 de Noviembre	2	0	-
Total:		50	11	-

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 35 se detalla la cantidad de señales verticales evaluadas para cada vía y la cantidad de señales que son de prioridad de intervención inmediata y serán consideradas dentro de la propuesta de intervención de la vía.

3.1.3.3.2 Resultados evaluación señalización horizontal

Tabla 36: Resumen evaluación señalización horizontal

Sector	Nombre vía	Total, señales horizontales	Señales horizontales afectadas	Ubicación
El Salto	Calle Gatazo	2	0	-
El Salto	Calle Melchor de Benavides	6	0	-
El Salto	Calle Simón Bolívar	0	0	Sin señales
El Salto	Calle Antonia Vela	2	1	PR4+001
San Rafael	Avenida República Del Ecuador	2	2	Toda la vía
La Estación	Calle Remigio Romero y Cordero	6	1	PR6+369
La Estación	Calle Alberto Varea Quevedo	7	3	PR7+000 PR7+425 PR7+443
La Matriz	Calle Fernando Sánchez de Orellana	3	0	-
La Laguna	Calle Márquez de Maeza	4	2	Toda la vía PR9+195
La Laguna	Avenida Trajano Naranjo	5	1	PR10+600
La Laguna	Avenida Atahualpa y Carihuairazo	5	0	-
La Laguna	Calle Los Ilinizas	0	0	Sin señales
La Laguna	Calle 11 de Noviembre	4	2	PR13+000 - PR13+277
Total:		46	12	-

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 36 se detalla la cantidad de señales verticales horizontales para cada vía y la cantidad de señales que se ven afectadas y requieren de su intervención. La ubicación “Toda la vía” señala líneas pintadas lo largo de toda la vía como líneas de separación de flujo opuesto o líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.

3.1.4 Acciones de intervención

Para proponer el tipo de intervención para cada tipo de pavimento de las vías evaluadas se propone la Tabla 39, resultado del análisis e interpretación de los resultados arrojados en la cuantificación de los daños.

En las Tablas 37 y 38 se proponen las posibles intervenciones a ejecutarse dependiendo del grado de severidad y tipo de pavimento.

Tabla 37: Acciones de intervención pavimento articulado

TIPO DE FALLA	SOLUCIÓN POSIBLE
ABULTAMIENTO	Nivelación y compactación o tratamiento de estabilización al suelo de fundación en daños severos
AHUELLAMIENTO	
DEPRESIONES	
DESGASTE SUPERFICIAL	Sustitución de adoquines de mayor resistencia si los niveles de severidad son altos
PÉRDIDA DE ARENA	Limpieza de la zona afectada y sellado de juntas
DESPLAZAMIENTO DE BORDE	Reacomodación de adoquinado y reconstrucción de los elementos de confinamiento
DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS	En niveles de severidad alto revisión de confinamientos, reacomodo de los adoquines y sellado de juntas
FRACTURAMIENTO	Mejoramiento de especificaciones y espesores de adoquines, en niveles de severidad alto reemplazo de las piezas de adoquines
FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS EXTERNOS	En niveles de severidad alto retiro de material afectado, reconstrucción de los elementos de confinamiento y reacomodación del adoquín
FRACTURAMIENTO DE CONFINAMIENTOS INTERNOS	
ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES	Retiro de adoquines, nivelación capa arena, recolocación y compactación de adoquines
ESCALONAMIENTO ENTRE ADOQUINES Y CONFINAMIENTOS	Reemplazo del confinamiento o retiro, nivelación y recolocación de adoquines
JUNTAS ABIERTAS	Retiro de adoquines, nivelación capa arena, recolocación y compactación de adoquines
VEGETACIÓN EN LA CALZADA	En niveles bajos y medios de severidad desmonte manual y en niveles altos retiro de adoquín, desmonte manual y sellado de juntas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Acciones de intervención pavimento flexible

TIPO DE FALLA	SOLUCIÓN POSIBLE
FISURAS LONGITUDINALES	Sellado de grietas
FISURAS TRANSVERSALES	Sellado de grietas
FISURACIÓN EN BLOQUE	Sellado de grietas, lechada superficial o nueva carpeta asfáltica para severidades altas
PIEL DE COCODRILO	Sello superficial, lechada superficial, repavimentación o reconstrucción para severidades altas
HUNDIMIENTOS	Fresado de la vía y sobrecarpeta para niveles de severidad altos y extensos
AHUELLAMIENTO	Nivelación y repavimentado para severidades altas
PERDIDA DE AGREGADO	Sello asfáltico de tratamiento superficial.
EXUDACIÓN	Quemado y sello para una condición localizada o repavimentación para una niveles de severidad alta y extensa
DESCASCARAMIENTOS	Sellado superficial
PARCHES	En niveles de severidad alta sustitución de los parches
BACHES	Bacheo

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las fallas observadas en las vías, se realizó una tabla descriptiva de las posibles intervenciones a realizarse en cada una de ellas tomando como base las propuestas que realiza el Ministerio de Transportes y Obras Públicas en la Norma Ecuatoriana de Vialidad NEVI-12 y el artículo “Patología De Pavimentos Articulados” de las Tablas 37 y 38. [23]

Tabla 39: Propuesta de intervención

N°	Vía	Abscisa		Posible solución
		Inicial	Final	
1	Calle Gatazo	PR1+000	PR1+108	Debido al nivel de severidad y área afectada por las fallas se recomienda el reemplazo de los adoquines, sellado de juntas y reconstrucción del confinamiento.
		PR1+108	PR1+215	Debido al nivel de severidad y área de afectación se recomienda fresado y nivelación de la vía y posterior la colocación de nueva una sobrecarpeta.
2	Calle Melchor de Benavides	PR2+000	PR2+554	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, se recomienda sellado de grietas.
3	Calle Simón Bolívar	PR3+00	PR3+398	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, se recomienda sellado de grietas y bacheo donde sea necesario.
4	Calle Antonia Vela	PR4+000	PR4+640	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas y a un deterioro general y casi total de la vía se recomienda un fresado de toda la vía y posterior colocación de una nueva sobrecarpeta
5	Avenida República Del Ecuador	PR5+000	PR5+872	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, de forma reiterativa en la vía se recomienda un fresado de toda la vía y posterior colocación de una nueva sobrecarpeta
		PR5+872	PR5+968	Debido al nivel de severidad y área afectada por las fallas se recomienda nivelación, recolocación y compactación de adoquines. Además, reconstrucción del confinamiento.
6	Calle Remigio Romero y Cordero	PR6+000	PR6+359	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, además de un nivel de servicio de entre bueno y muy bueno, se recomienda sellado de juntas y desmonte manual de capa vegetal
		PR6+359	PR6+1134	Debido al nivel de severidad y área de afectación se recomienda fresado y nivelación de la vía y posterior la colocación de nueva una sobrecarpeta.

7	Calle Alberto Varea Quevedo	PR7+000	PR7+729	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, se recomienda sellado de grietas. Además de fresado y nivelación con una sobrecarpeta.
8	Calle Fernando Sánchez de Orellana	PR8+000	PR8+1248	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, además de un nivel de servicio de entre bueno y muy bueno, se recomienda sellado de juntas, nivelación y compactación
9	Calle Márquez de Maeza	PR9+000	PR9+287	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, se recomienda fresado y nivelación con una sobrecarpeta.
10	Avenida Trajano Naranjo	PR10+000	PR10+773	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, de forma reiterativa en la vía se recomienda un fresado y nivelación con una sobrecarpeta.
11	Avenida Atahualpa y Carihuairazo	PR11+000	PR11+393	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, además de un nivel de servicio muy bueno, se recomienda sellado de juntas, nivelación y compactación
12	Calle Los Alunizas	PR12+000	PR12+374	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, además de un nivel de servicio bueno, se recomienda sellado de juntas, nivelación, compactación y desmonte manual de capa vegetal
13	Calle 11 de Noviembre	PR13+000	PR13+277	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, además de un nivel de servicio de entre bueno y muy bueno, se recomienda sellado de juntas, nivelación y compactación
		PR13+277	PR13+1020	Debido a los niveles de severidad y área afectada por las fallas, de forma reiterativa en la vía se recomienda un fresado y nivelación con una sobrecarpeta.

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Presupuesto referencial

El presupuesto referencial hace referencia a la propuesta de intervención, así como el costo de dichas acciones tanto para los diferentes tipos de pavimentos como señales.

Tabla 40: Presupuesto referencia vías evaluadas

N°	Nombre vía	Longitud (m)	Presupuesto referencial (\$)
1	Calle Gatazo	215.00	22830.13
2	Calle Melchor de Benavides	554.00	1841.26
3	Calle Simón Bolívar	398.00	2632.10
4	Calle Antonia Vela	640.00	82227.20
5	Avenida República Del Ecuador	968.00	86543.61
6	Calle Remigio Romero y Cordero	1134.00	100785.13
7	Calle Alberto Varea Quevedo	729.00	10509.77
8	Calle Fernando Sánchez de Orellana	1248.00	1157.08
9	Calle Márquez de Maeza	287.00	28730.46
10	Avenida Trajano Naranjo	773.00	52670.49
11	Avenida Atahualpa y Carihuairazo	393.00	1263.63
12	Calle Los Ilinizas	374.00	905.04
13	Calle 11 de Noviembre	1020.00	93866.41
Total:		8733.00	485962.32

Fuente: Elaboración propia

3.2 Verificación de hipótesis

Con la inspección de campo utilizando manuales de inspección visual, así como los procedimientos de registro y análisis de información se estableció el estado actual de las vías de la ciudad de Latacunga, tanto para pavimentos, señalización vertical y horizontal como para las dimensiones mínimas de diseño de los elementos transversales, con la propuesta de intervención presentada y su revisión a través de la entidad a cargo del mantenimiento y rehabilitación de estas vías (GAD Latacunga). Se define que los manuales, métodos y forma de interpretación de datos descritos en la metodología del presente trabajo experimental son aplicables a un entorno real de trabajo, funcionando como punto de partida de estudios futuros, inicio de trabajos en las vías o a forma de antecedentes viales.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se evaluó el estado actual de las vías con los manuales de INVIAS y se obtuvo los niveles de afectación por tipo y grado de severidad de las diferentes patologías para las vías de la zona urbana de la ciudad de Latacunga, con un total de 8.733km de longitud vial, definiéndose los diferentes grados de afectación, piel de cocodrilo, fisuración en bloque como las fallas con mayor peso de afectación para las vías con pavimento flexible.
- Se identificó la señalización vertical y horizontal en todas las vías con 50 señales verticales de las cuales 11 resultaron estar en mal estado y requieren de una intervención prioritaria mientras que para las señales horizontales se evaluaron 46 señales con 12 que requieren una rehabilitación o reconstrucción ya que estas presentan varios niveles de servicio desde muy bueno hasta muy malo, además se evidencia un gran porcentaje de discrepancia en cuanto a las dimensiones mínimas de ubicación para señales verticales o de tamaños para las señales horizontales, sin embargo este factor no se ve con peso en la interferencia del tráfico vehicular y peatonal ya sea por las dimensiones mismas de las vías, poco respeto hacia estas o desconocimiento de estos parámetros para estos elementos viales.
- Se comparó el diseño geométrico de los tramos de las vías definiendo para la mayoría de los casos que cumplen las distancias dispuestos por la AASHTO 2011, en cuanto a número y distancia de los carriles de circulación libre, así como de carriles de estacionamiento y aceras.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda realizar la evaluación del estado de las vías mediante manuales o métodos de inspección visual como punto de partida, para un análisis más a detalle considerando que estos ofrecen las posibles causas, forma de medición, niveles de severidad para cada tipo de falla, para poder realizar una intervención a tiempo.
- Se recomienda la utilización de la normativa correspondiente para el diseño de las secciones transversales de las vías urbanas, sus elementos transversales y señalización, además de revisiones periódicas del estado de los mismos.
- Se recomienda emplear equipos que brinden una mayor precisión durante la inspección, así como un levantamiento georreferencial de las vías en estudio, para mejorar la recolección, procesado e interpretación de la información captada en campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. A. D. M. D. Latacunga, «Plan De Desarrollo Del Cantón Latacunga 2016-2019,» Latacunga, 2016.
- [2] J. F. C. Patiño, «Diagnóstico Del Estado Actual De La Vía Que Comunica El Corregimiento De Boquía A La Entrada Del Municipio De Salento En El Departamendo Del Quindío,» Pereira, 2015.
- [3] L. A. P. & H. B. Fontenele, «Escala visual para evaluación de pavimentos urbanos: Una validación en oficina,» Paraná, 2018.
- [4] I. N. d. V. & U. N. d. Colombia, «Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Flexibles,» Bogotá, 2006.
- [5] C. H. H. S. a. Ó. F. P. Merchán, «Patología de pavimentos articulados,» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 9, nº 17, pp. 75-94, 2008.
- [6] M. F. B. Castro, «Evaluacion del Pavimento de la Carretera “Cumbe – Oña (Tramo I)” de 20,» Quito, 2011.
- [7] M. d. T. y. O. P. d. Ecuador, «Volumen N°2–Libro A Norma Para Estudios y Diseños Viales,» Quito, 2013.
- [8] J. A. M. Carrera, «Sistema De Comunicación Vial Entre El Mercado Mayorista De La Ciudad De Latacunga y La Entrada A Saquisilí Perteneciente Al Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi y Su Influencia En El Desarrollo Socioeconómico,» Ambato, 2015.
- [9] A. M. Fonseca, *Ingeniería de Pavimentos Para Carreteras*, Bogotá: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones, 2002.
- [10] A. Bull, «Un Nuevo Paradigma para la Conservación Vial: de Hacer lo que se Puede a Hacer lo que es Exigible,» Santiago.
- [11] J. R. Menéndez, «Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas,» Lima, 2003.

- [12] E. a. Z. P. R. Betanzo Quezada, «El mantenimiento de pavimentos en vialidades urbanas: El caso de la Zona Metropolitana de Querétaro (México),» Querétaro, 2007.
- [13] M. d. T. y. O. P. d. Ecuador, «Volumen N° 6 Conservacion Vial,» Quito, 2013.
- [14] J. M. P. S. R. M. G. R. V. S. b. M. Á. d. V. Carlos Kraemer, Ingeniería de Carreteras, Madrid: Mc Graw Hill, 2003.
- [15] I. N. d. V. & U. N. d. Colombia, «Manual Para La Inspección Visual De Pavimentos Rígidos,» Bogotá, 2006.
- [16] T. R. Board, «Highway Capacity Manual,» Washington, DC, 1995.
- [17] I. E. D. Normalización, «Guía De Normas Mínimas De Urbanización,» Quito.
- [18] D. M. D. Quito, «Reglas Técnicas De Arquitectura y Urbanismo,» Quito.
- [19] A. A. o. S. H. a. T. Officials, «A Policy on Geometric Desing of Highways and Streets,» Washington, DC, 2011.
- [20] R. F. a. S. d. V. P. Mónica Marianela Nina, «La Importancia De Los Ejes De Fijación Del Paisaje Urbano En La Educación Vial,» *Revista Geográfica de América Centra*, vol. 2, pp. 1-11, 2011.
- [21] I. E. D. Normalización, «Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical,» Quito, 2011.
- [22] I. E. D. Normalización, «Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal,» Quito, 2011.
- [23] C. S. M. Campos, «Inventario Vial Del Valle De Los Chillos,» Quito, 2017.