



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

**MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN VIALIDAD Y
TRANSPORTES (SEGUNDA COHORTE)**

**EVALUACIÓN VIAL Y PLAN DE REHABILITACIÓN Y
MANTENIMIENTO DE LA VÍA AZOGUES- COJITAMBO-
DELEG- LA RAYA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MASTER EN INGENIERÍA EN VIALIDAD Y
TRANSPORTES**

**AUTOR:
ING. DIANA PATRICIA GARCÉS VELECELA
CI: 030201623-3**

**DIRECTOR:
ING. JAIME BOJORQUE ÑEGUEZ, PhD.
CI: 010285788-5**

CUENCA – ECUADOR

2017

RESUMEN

Contar con una infraestructura vial adecuada permite el desarrollo de cualquier región. De ahí que el mantenimiento de la infraestructura vial es importante para garantizar el buen funcionamiento de la misma. Considerando que en nuestro país durante los últimos años se ha tenido una gran inversión en proyectos viales y muchos de ellos al no tener un adecuado mantenimiento presentan daños prematuros, es necesario, por lo tanto, realizar la evaluación vial y establecer un plan de rehabilitación y mantenimiento.

La presente investigación evalúa el estado actual de la vía Azogues-Cojitambo- Déleg- La Raya, importante arteria vial de la provincia del Cañar, la cual se ha catalogado como una vía tipo I, de carácter interprovincial, en base a los resultados del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA= 4755), determinados del conteo vehicular realizado, como parte de la presente investigación, del cual aproximadamente el 80% corresponde a un tráfico de vehículos livianos.

De un análisis en campo, se determinó que la vía se encuentra altamente deteriorada, donde la composición litológica en combinación con la acción de factores externos como el agua de escorrentía, aguas lluvias, acción repetida del tráfico y la falta de mantenimiento aceleran los procesos de deterioro de la estructura del pavimento, presentando varias fallas. Las fallas más comunes detectadas son; piel de cocodrilo, fisuras, hundimiento, baches, pulimento de agregados.

A través de una inspección visual y siguiendo la metodología del PCI, se ha establecido un índice de condición del pavimento de 41, que corresponde a un estado “Malo”, resultado a partir del cual se propone las actividades para remediar y/o reparar los distintos daños encontrados en el pavimento, tales como sobrecapas y reconstrucciones en tramos destruidos. Dichas alternativas fueron diseñadas de acuerdo a las recomendaciones dadas por la AASHTO-93. Adicionalmente, se presenta un orden para la ejecución de las actividades para la conservación de la vía y una descripción de las especificaciones técnicas y procedimiento de trabajo de cada actividad a realizar y en los puntos críticos a intervenir. El trabajo aquí propuesto sirve como una herramienta de trabajo para que las entidades gubernamentales ejecuten las actividades necesarias en la vía en mención y/o vías de características similares, constituyendo un elemento de base para gestión de los pavimentos de la zona.



Palabras Claves.

Azogues, Cojitambo, Déleg, La Raya, Pavimentos Flexibles, Mantenimiento, Rehabilitación, AASHTO.

ABSTRACT

To have an adequate road infrastructure allows the development of any region. Therefore, the road maintenance is important to ensure the proper road performance. Considering that in our country, during the last years, there has been a great investment in road projects and many of them do not have an adequate maintenance, they present premature damages, it is therefore necessary to carry out the road evaluation and establish a rehabilitation and maintenance plan.

The present investigation evaluates the current condition of the Azogues-Cojitambo-Déleg-La Raya road, important artery of the Cañar province, which has been classified as a type I road, interprovincial, based on the results of Annual Average Daily Traffic (AADT = 4723), determined by vehicle counting conducted as part of the present investigation, of which approximately 80% corresponds to light vehicle traffic.

From field analysis, it was determined that the road is highly deteriorated, where the lithological composition in combination with the action of external factors such as runoff, rainfall, repeated action of traffic and lack of maintenance accelerate the pavement deterioration processes, presenting several failures. The most common failures are; Alligator cracking, cracking, depressions, potholes, aggregate polishing.

Through visual inspection and following the PCI methodology, a pavement condition index of 41 has been established, which corresponds to a "Bad" condition. This result serves to propose the activities to remedy and /or repair the different damages found on the pavement, such as overlays and reconstructions in destroyed sections. These alternatives were designed according to the recommendations given by the AASHTO-93. Additionally, a path is presented for the road conservation activities and a description of the technical specifications and working procedure of each activity and the critical points to be intervened.

The work proposed here serves as a working tool for government entities to carry out the necessary activities in the road and /or roads of similar characteristics. It should become a base element of the pavement management system in the area.

Key Words.

Azogues, Cojitambo, Déleg, La Raya, Flexible Pavement, Maintenance, Rehabilitation, Stabilization, AASHTO.

CONTENIDO

RESUMEN.....	2
Palabras Claves.	3
ABSTRACT.....	4
CONTENIDO	5
INDICE DE TABLAS	10
INDICE DE FIGURAS.....	12
LISTADO DE SÍMBOLOS	14
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	17
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	18
DEDICATORIA	19
AGRADECIMIENTO.....	20
1. INTRODUCCIÓN	21
1.1. Problemática.....	22
1.2. Justificación.....	22
1.3. Alcance.....	23
1.4. Objetivo General	23
1.5. Objetivos Específicos.....	23
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1. GENERALIDADES.....	24
2.1.1. Concepto de Pavimento.....	24
2.1.2. Importancia de los Pavimento	24
2.1.3. Estructura del Pavimento	24
2.1.4. Clasificación de los pavimentos	26
2.1.5. Ventajas y desventajas de un pavimento flexible.....	27
2.2. NIVEL DE SERVICIO Y TRÁNSITO VEHICULAR.	28
2.2.1. Niveles de servicio	28
Nivel de servicio “A”	29
Nivel de servicio “B”	29
Nivel de servicio “C”	29
Nivel de servicio “D”	29
Nivel de servicio “E”.....	29
Nivel de servicio “F”.....	30
2.2.2. Serviciabilidad de los pavimentos.....	30
2.2.3. Tránsito Vehicular.....	31
2.2.4. Composición de Tránsito	32
2.2.5. Características para la estimación del volumen de tráfico	32

2.2.6.	Estimación del tráfico de diseño.	35
2.3.	DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	36
2.3.1.	Parámetros de diseño de pavimentos flexibles.....	36
2.3.2.	Número estructural y espesores de capa.....	39
2.3.3.	Diseño por etapas y rehabilitaciones.....	41
2.4.	EVALUACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	45
2.4.1.	Comportamiento de los pavimentos	45
	Fase A. Etapa de construcción	46
	Fase B. Etapa de deterioro lento y poco visible	46
	Fase C. Etapa de deterioro acelerado y de falla	46
	Fase D. Etapa de descomposición total	46
2.4.2.	Categorización de Fallas en los Pavimentos Flexibles.....	47
2.5.	FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	48
2.5.1.	Falla # 1. Grietas de Fatiga.....	48
2.5.2.	Falla # 2. Exudación.....	50
2.5.3.	Falla # 3. Fisuras en bloque.....	51
2.5.4.	Falla # 4. Desniveles localizados	52
2.5.5.	Falla # 5. Corrugación	53
2.5.6.	Falla # 6. Depresión.	54
2.5.7.	Falla # 7. Fisuras de Borde.....	55
2.5.8.	Falla # 8. Fisuras de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales).....	56
2.5.9.	Falla # 9. Desnivel Carril – Berma.....	58
2.5.10.	Falla # 10. Fisuras Longitudinales y Transversales.....	59
2.5.11.	Falla # 11. Parches y parches de cortes utilitarios.....	61
2.5.12.	Falla # 12. Agregado Pulido.....	62
2.5.13.	Falla # 13. Baches	63
2.5.14.	Falla # 14. Cruce de Vía Férrea.....	65
2.5.15.	Falla # 15. Ahuellamiento	66
2.5.16.	Falla # 16. Desplazamientos.....	67
2.5.17.	Falla # 17. Fisura parabólica o por deslizamiento	69
2.5.18.	Falla # 18. Hinchamiento.	70
2.5.19.	Falla # 19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados	71
2.6.	METODOLOGIA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	73
2.6.1.	Índice de condición del pavimento.....	73
2.6.2.	Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento	74
2.6.2.1.	Identificación de tramos	74
2.6.2.2.	Determinación de Unidades de Muestreo	74

2.6.2.3.	Determinación de las unidades de muestreo para evaluación	75
2.6.2.4.	Cálculo de intervalos de espaciamiento para evaluación	76
2.6.2.5.	Selección de unidades de muestreo adicionales.	76
2.6.2.6.	Inspección de campo y evaluación de la condición del pavimento.....	76
2.6.2.7.	Cálculo del PCI de una unidad de muestra.....	77
2.6.2.8.	Cálculo del PCI de un tramo de vía.....	78
2.7.	REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	79
2.7.1.	Clasificación de actividades de mantenimiento vial.	79
2.7.1.1.	Mantenimiento rutinario.....	79
2.7.1.2.	Mantenimiento periódico	79
2.7.1.3.	Mantenimiento Preventivo.	80
2.7.1.4.	Mantenimiento correctivo.	80
2.7.1.5.	Mantenimiento de emergencia	81
2.7.2.	Rehabilitación de pavimentos.	81
2.7.3.	Relación entre el PCI, el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.....	81
2.8.	SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	82
3.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	83
3.1.	Localización del Área de Estudio.....	83
3.2.	Geología Regional.....	84
3.2.1.	Formación Biblián.....	85
3.2.2.	Formación Loyola	85
3.2.3.	Formación Azogues.....	85
3.2.4.	Formación Guapán	85
3.2.5.	Formación Mangan	85
3.2.6.	Formación Turi.....	86
3.2.7.	Volcánicos de Llacao.	86
3.3.	Geología Estructural. vía Azogues – Cojitambo- Déleg- La Raya.	86
3.4.	Intervenciones realizadas en la vía Azogues – Cojitambo- Déleg- La Raya.....	87
4.	ANÁLISIS DE CAMPO Y RESULTADOS	89
4.1.	Metodología de Trabajo.	89
4.2.	Determinación de unidades de muestreo.....	90
4.3.	Inspección de unidades de muestras seleccionadas y cálculo del PCI.	92
4.4.	Inspección de las unidades de muestras adicionales y cálculo del PCI.....	105
4.5.	Resultados del cálculo del PCI de las muestras.	110
4.6.	Análisis de las condiciones actuales del tráfico.	113
4.7.	Factores de proyección de TPDA.....	115
4.8.	Determinación del TPDA y parámetros de diseño.....	118
4.9.	Determinación del tránsito de diseño.	120
5.	DISEÑO DE PAVIMENTOS EMPLEANDO EL MÉTODO DE LA AASHTO.....	121
5.1.	Parámetros de diseño de pavimentos.....	121

5.2.	Número Estructural y Espesores de Capa	125
5.3.	Diseño por etapas y rehabilitaciones.....	126
6.	PLAN DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	129
6.1.	Introducción.....	129
6.2.	Generalidades.....	129
6.3.	Actividades de Mantenimiento Preventivo.....	130
6.3.1.	Rocería y desmonte natural	130
6.3.2.	Limpieza de drenajes.....	131
6.4.	Actividades de Mantenimiento Periódico	131
6.4.1.	Sellos de grietas.....	131
6.4.2.	Bacheo Superficial	132
6.4.3.	Bacheo Profundo	133
6.5.	Actividades de Mantenimiento Correctivo.....	134
6.5.1.	Tratamiento Superficial Localizado	134
6.5.2.	Tratamientos Superficiales Bituminosos.....	136
6.6.	Actividades de Rehabilitación.....	138
6.6.1.	Capas asfálticas de refuerzo	139
6.6.2.	Reconstrucción	140
6.7.	Zonificación de Aplicación de Trabajos.....	140
6.7.1.	Actividades de Mantenimiento Preventivo.....	140
6.7.2.	Actividades de Mantenimiento Periódico - Correctivo.....	141
6.7.3.	Actividades de Mantenimiento Correctivo.....	145
6.7.4.	Actividades de Estabilización y Reconstrucción.....	146
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	158
	CONCLUSIONES	158
	RECOMENDACIONES	160
	BIBLIOGRAFÍA.....	161
	ANEXOS.....	163
	Anexo 1: Tablas de tipos de vehículos y pesos de ejes equivalentes.....	164
	Anexo 2: Abaco para determinación de coeficientes estructurales.....	166
	Anexo 3: Ábacos para valores deducidos en fallas de pavimento flexible.....	171
	Anexo 4: Ábaco para valores deducidos corregidos de pavimento flexible.....	181
	Anexo 5: Formato para inspección de campo para identificación de fallas.....	181
	Anexo 6: Resultados Inspección en Campo y PCI para muestras seleccionadas.....	182
	PCI. Tramo 1 Seleccionado.....	183
	PCI. Tramo 2 Seleccionado.....	185
	PCI. Tramo 3 Seleccionado.....	187
	PCI. Tramo 4 Seleccionado.....	189
	PCI. Tramo 5 Seleccionado.....	191
	PCI. Tramo 6 Seleccionado.....	193

PCI. Tramo 7 Seleccionado.....	195
PCI. Tramo 8 Seleccionado.....	197
PCI. Tramo 9 Seleccionado.....	199
PCI. Tramo 10 Seleccionado.....	201
PCI. Tramo 11 Seleccionado.....	203
PCI. Tramo 12 Seleccionado.....	205
PCI. Tramo 13 Seleccionado.....	207
PCI. Tramo 14 Seleccionado.....	209
PCI. Tramo 15 Seleccionado.....	211
PCI. Tramo 16 Seleccionado.....	213
Anexo 7: Resultados Inspección en Campo y PCI para muestras adicionales.....	215
PCI. Tramo 1 Adicional.	215
PCI. Tramo 2 Adicional.	217
PCI. Tramo 3 Adicional.	219
PCI. Tramo 4 Adicional.	221
PCI. Tramo 5 Adicional.	223
PCI. Tramo 6 Adicional.	225
PCI. Tramo 7 Adicional.	227
PCI. Tramo 8 Adicional.	229
Anexo 8: Conteos volumétricos de tráfico.....	231
Anexo 9: Ensayos de suelos sector Quimandel.....	235
Anexo 10: Cuadro INAMHI. Región Paute- Cuenca.....	238

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Serviciabilidad de los pavimentos en función de la calidad de la vía (AASHTO, 1993).	30
Tabla 2: Porcentaje de Tráfico Total de Camiones en el Carril de Diseño (AASHTO, 1993).	34
Tabla 3: Porcentaje ESAL en el Carril de Diseño (AASHTO, 1993).	34
Tabla 4: Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras (AASHTO, 1993).	37
Tabla 5: Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras (AASHTO, 1993).	37
Tabla 6: Coeficiente de drenaje mi recomendado (AASHTO, 1993).	39
Tabla 7: Espesores mínimos en función del tráfico (AASHTO, 1993).	41
Tabla 8: Tipos de fallas en pavimentos flexibles (Thenoux Z & Gaete, 2012).	48
Tabla 9: Diámetro – Profundidad de baches (Manual de evaluación de Pavimentos).	64
Tabla 10: Rango de PCI (NEVI-12-MTOP, 2013).	73
Tabla 11: Longitud de unidad de muestreo- ancho de calzada (NEVI-12-MTOP, 2013).	75
Tabla 12: Correlación de categoría de acción con un rango de PCI (Jugo B, 2005).	81
Tabla 13: Caracterización de la vía.	90
Tabla 14: Cálculo de unidades de muestreo.	91
Tabla 15: Determinación de Tramos.	91
Tabla 16: Inventario de Fallas en el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).	92
Tabla 17: Valores deducidos de fallas existentes en el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).	95
Tabla 18: Valores deducidos corregidos para el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).	97
Tabla 19: PCI Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).	97
Tabla 20: Resumen de Fallas y Cálculo de PCI de Muestras Seleccionadas.	110
Tabla 21: Resumen de Fallas y Cálculo de PCI de Muestras Adicionales.	111
Tabla 22: Calculo de PCIs. de la vía.	111
Tabla 23: Resumen tráfico vehicular conteo 12 horas.	114
Tabla 24: Resumen tráfico vehicular conteo 4 horas.	114
Tabla 25: Determinación del TPD observado.	115
Tabla 26: Determinación del Factor Horario.	116
Tabla 27: Determinación de Factor Diario.	116
Tabla 28: Determinación de Factor Semanal (Sótil, 2015).	117
Tabla 29: Determinación de Factor Mensual (PETROECUADOR, 2017).	117
Tabla 30: Determinación de TPDA.	118
Tabla 31: Determinación de tasa de crecimiento poblacional.	119
Tabla 32: Factor de distribución por dirección (AASHTO, 1993).	119
Tabla 33: Factor de distribución por dirección (AASHTO, 1993).	119
Tabla 34: Determinación del tránsito de diseño.	120
Tabla 35: Determinación del Nivel de Confiabilidad (AASHTO, 1993).	121
Tabla 36: Determinación de Desviación Estándar (AASHTO, 1993).	122
Tabla 37: Determinación de Módulo Resiliente.	122
Tabla 38: Coeficiente de drenaje mi (AASHTO, 1993).	123
Tabla 39: Coeficiente de Capa.	123
Tabla 40: Parámetros para determinación del Numero Estructural.	125
Tabla 41: Determinación del Numero Estructural.	125
Tabla 42: Determinación de espesores de capa.	126
Tabla 43: Estructura de Pavimento Asfáltico.	126
Tabla 44: Estructura de Pavimento Asfáltico.	127
Tabla 45: Determinación de ESALS a la fecha de rehabilitación y a la falla.	127
Tabla 46: Determinación de ESALS S _{Neff} del pavimento existente.	128

Tabla 47: Determinación de espesores de refuerzo para cada rehabilitación.....	128
Tabla 48: Tipo de Lechadas Asfálticas y aplicaciones (AASHTO, 1993).....	135
Tabla 49: Granulometría de agregado pétreo para tipos de Lechadas Asfálticas (AASHTO, 1993).	135
Tabla 50: Granulometría de agregado pétreo para TSB (AASHTO, 1993).	137
Tabla 51: Cantidades de material para los tipos de TSB (AASHTO, 1993).	137
Tabla 52: Detalle de rehabilitación de pavimento.....	146
Tabla 53: Detalle de rehabilitación de pavimento.....	156
Tabla 54: Cronograma de actividades para rehabilitación y mantenimiento del pavimento.....	156

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de la estructura de un pavimento flexible.....	25
Figura 2: Niveles de Servicio de las Vías (TRB, 2000).	28
Figura 3: Capas de la estructura del pavimento.	40
Figura 4: Capas de la estructura del pavimento (AASHTO, 1993).....	42
Figura 5: Relación entre el factor de condición y la vida remanente (AASHTO, 1993).	44
Figura 6: Deterioro del pavimento a través del tiempo (Caminos CEPAL).....	45
Figura 7: Falla Piel de Cocodrilo Abs. 12 +200, tramo Cojitambo - Déleg.....	49
Figura 8: Falla Exudación Abs. 9+530, tramo Cojitambo – Déleg.....	51
Figura 9: Falla Fisuras en bloque Abs 2+250, tramo Azogues- Cojitambo.	52
Figura 10: Falla abultamiento y hundimientos. Abs 21 +000, sector La Raya.	53
Figura 11: Falla Corrugación. Abs. 5+500 tramo Azogues- Cojitambo.	54
Figura 12: Falla Depresión. Abs 10 + 890, tramo Cojitambo- Déleg.	55
Figura 13: Falla de Borde. Abs 2 +100, tramo Azogues- Cojitambo.....	56
Figura 14: Falla Fisuras de reflexión de junta (Manual de Evaluación de Pavimentos).	58
Figura 15: Falla Desnivel Carril – Berma, sector Déleg.	59
Figura 16: Falla Fisura transversal, sector Pasavalle.	61
Figura 17: Falla Fisura Longitudinal, Sector La Villa.	61
Figura 18: Falla Parches y Parches de cortes utilitarios, tramo Déleg – La Raya.....	62
Figura 19: Falla Agregado Pulido, sector Mururco.....	63
Figura 20: Falla Baches, sector Déleg.....	65
Figura 21: Falla Cruce de Vía Férrea (Manual de Evaluación de Pavimentos).	66
Figura 22: Falla Ahuellamiento, sector Cojitambo.	67
Figura 23: Falla Desplazamiento, tramo Déleg- La Raya.	68
Figura 24: Falla Fisura parabólica o por Deslizamiento, sector Cojitambo.	70
Figura 25: Falla por Hinchamiento, sector Déleg. Abs 14 +400.....	71
Figura 26: Falla intemperismo y desprendimiento de agregados, sector Pasavalle.	72
Figura 27: Ubicación Geográfica de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.	84
Figura 28: Geología Regional de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya (IGM, 1980).....	86
Figura 29: Valor deducido de Falla Parche (PCI 2002).	93
Figura 30: Valor deducido de Falla Fisuras Longitudinales y Transversales (PCI 2002).....	93
Figura 31: Valor deducido de Falla Depresión (PCI 2002).....	94
Figura 32: Valor deducido de Falla Agregado Pulido (PCI 2002).....	94
Figura 33: Valor deducido de Falla Ahuellamiento (PCI 2002).	95
Figura 34: Determinación del Valor deducido Corregido.....	96
Figura 35: Fallas existentes. Tramo 1(abs 0+043 – 0+083).....	97
Figura 36: Vista de sección del pavimento del Tramo 1(abs 0+043 – 0+083).....	97
Figura 37: Fallas existentes. Tramo 2 (abs 1+395 – 1+435).....	98
Figura 38: Fallas existentes. Tramo 3 (abs 2+747 – 2+787).....	99
Figura 39: Fallas existentes. Tramo 4 (abs 4+0.99 – 4+139).....	99
Figura 40: Fallas existentes. Tramo 5 (abs 5+451 – 5+491).....	100
Figura 41: Fallas existentes. Tramo 6 (abs 6+803 – 6+843).....	100
Figura 42: Fallas existentes. Tramo 7 (abs 8+155 – 8+198).....	101
Figura 43: Fallas existentes. Tramo 8 (abs 9+510 – 9+553).....	101
Figura 44: Fallas existentes. Tramo 9 (abs 10+865 – 10+908).....	102
Figura 45: Fallas existentes. Tramo 10 (abs 12+220 – 12+263).....	102
Figura 46: Fallas existentes. Tramo 11 (abs 13+575 – 13+618).....	103
Figura 47: Fallas existentes. Tramo 12 (abs 14+930 – 14+973).....	103
Figura 48: Fallas existentes. Tramo 13 (abs 16+285 – 16+328).....	104

Figura 49: Fallas existentes. Tramo 14 (abs 17+640 – 17+683).	104
Figura 50: Fallas existentes. Tramo 15 (abs 18+995 – 19+038).	105
Figura 51: Fallas existentes. Tramo 16 (abs 20+350 – 20+393).	105
Figura 52: Fallas existentes. Tramo Adicional 1 (abs 0+225 – 0+265).	106
Figura 53: Fallas existentes. Tramo Adicional (abs 3+115 – 3+155).	106
Figura 54: Fallas existentes. Tramo Adicional 3 (abs 8+720 – 8+763).	107
Figura 55: Fallas existentes. Tramo Adicional 4 (abs 9+250 – 9+253).	107
Figura 56: Fallas existentes. Tramo Adicional 5 (abs 12+770 – 12+813).	108
Figura 57: Fallas existentes. Tramo Adicional 6 (abs 14+400 – 14+443).	108
Figura 58: Fallas existentes. Tramo Adicional 7 (abs 18+140 – 18+183).	109
Figura 59: Fallas existentes. Tramo Adicional 8 (abs 19+950 – 19+993).	109
Figura 60: Esquema gráfico de muestras inspeccionadas.	112
Figura 61: Coeficiente Estructural de Capa de Concreto Asfáltico a1 (AASHTO, 1993).	123
Figura 62: Coeficiente Estructural de Capa de Bases Granulares a2 (AASHTO, 1993).	124
Figura 63: Coeficiente Estructural de Capa de Subbases a3 (AASHTO, 1993).	124
Figura 64: Crecimiento vegetación en el derecho de vía.	141
Figura 65: Cunetas laterales con material sedimentado y crecimiento de vegetación.	141
Figura 66: Áreas para ejecución de Sellos Asfáltico Tipo B1.	142
Figura 67: Áreas para ejecución de Bacheo Superficial.	142
Figura 68: Áreas para ejecución de sellado de grietas.	142
Figura 69: Condiciones de vía, sector LLimpi.	143
Figura 70: Estructura propuesta, sector LLimpi.	143
Figura 71: Áreas para ejecución de parches.	144
Figura 72: Áreas para ejecución de Sellado de grietas.	144
Figura 73: Áreas para ejecución de Tratamientos Superficiales Localizados.	144
Figura 74: Áreas para ejecución de bacheos superficiales.	145
Figura 75: Áreas para ejecución de Doble Tratamiento Superficial Bituminoso.	145
Figura 76: Estructura de Pavimento Asfáltico con Capas de Refuerzo.	146
Figura 77: Vista panorámica de vía, sector Mururco.	147
Figura 78: Estructura propuesta, sector Mururco. Abs 3+800.	147
Figura 79: Condiciones de vía, sector Zhunzhi.	148
Figura 80: Vista general del sector Zhunzhi.	148
Figura 81: Estructura propuesta sector Zhunzhi.	148
Figura 82: Vista general del sector Cojitambo.	149
Figura 83: Vista general del sector La Villa.	149
Figura 84: Esquema de estructura propuesta sector Cojitambo.	150
Figura 85: Vista general del sector Abraspungo- Abs 12+800.	150
Figura 86: Vista general del sector Abraspungo- Abs 13+000.	151
Figura 87: Esquema de estructura propuesta sector Abraspungo.	151
Figura 88: Vista general del sector Abraspungo- Abs 13+000.	151
Figura 89: Esquema de estructura propuesta sector ingreso a Déleg.	152
Figura 90: Esquema de estructura propuesta sector Déleg.	152
Figura 91: Esquema de estructura propuesta sector Déleg.	152
Figura 92: Vista general de la vía sector Pasavalle, Abs 17+600.	153
Figura 93: Vista general del talud sector Pasavalle, Abs 17+600.	154
Figura 94: Vista general de la vía sector Pasavalle, Abs 18+100.	154
Figura 95: Vista general del talud sector Pasavalle, Abs 18+100.	154
Figura 96: Esquema de estructura propuesta sector Pasavalle, Abs 17+600.	155
Figura 97: Esquema gráfico de acciones de mantenimiento y rehabilitación.	157

LISTADO DE SÍMBOLOS

F_p	Factor de proyección
R	Tasa anual de crecimiento
N	Número de años del periodo de diseño
W_{18}	Número de cargas de ejes simples de 18,000 lb (80 kN)
L_x	Carga del eje evaluado
L_{18}	Carga del eje estándar (18 kips)
L_2	Código de configuración del eje
p_t	Índice de servicio final
SN	Número estructural para pavimentos flexibles
$TPDA$	Tránsito promedio diario anual
TPD	Tránsito promedio diario
Fe	Factor de expansión
Fh	Factor de proyección horario
Fd	Factor de proyección diario
Fs	Factor de proyección semanal
Fm	Factor de proyección mensual
$\%V_C$	Porcentaje estimado de vehículos comerciales (camiones y buses)
F_D	Factor de distribución de carril
F_L	Factor de distribución de dirección de carril
F_p	Factor de proyección
F_C	Factor Camión
$W18$	Número de cargas de 18000lb (80kN) previstas.
R	Nivel de confiabilidad
Z_R	Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada
S_0	Desviación estándar de todas las variables
ΔPSI	Pérdida de serviciabilidad
p_0	Índice de serviciabilidad inicial
p_t	Índice de serviciabilidad final
MR	Módulo resiliente de la subrasante
SN	Número estructural

a_1	Coeficiente estructural de capa para superficie de rodadura
a_2	Coeficiente estructural de capa para base
a_3	Coeficiente estructural de capa para subbase
m_2	Coeficiente de drenaje para capa base
m_3	Coeficiente de drenaje para capa subbase
D_1	Espesor de capa para superficie de rodadura
D_2	Espesor de capa para base
D_3	Espesores de capa para subbase
SN_{OL}	Número estructural requerido para la capa de refuerzo
SN_o	Número estructural del pavimento como si este fuese construido
SN_f	Número estructural requerido para soportar el tráfico futuro
SN_{eff}	Número estructural efectivo del pavimento existente
D_{OL}	Espesor requerido de la capa de refuerzo
a_{OL}	Coeficiente estructural para la capa de refuerzo de concreto asfáltico
RL	Porcentaje de vida remanente
NP	Tráfico total a la fecha de diseño en ESALs de 18 Kips
$N_{1.5}$	Tráfico total para la falla del pavimento en ESALs de 18 Kips
CF	Factor de condición
h_p	Espesor del pavimento existente, expresado en pulgadas
E_p	Módulo elástico del asfalto, expresado en psi
PCI	Índice de condición de pavimento
N	Número total de unidades de muestra en la sección
A	Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas
A_{TT}	Área total del tramo
A_S	Área de la sección
n	Número mínimo de muestra a ser evaluado
e	Error admisible en el cálculo del PCI de la sección
s	Desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección
PCI_i	Valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i
$PCIs$	Valor PCI de la sección.
I	Número de intervalo del espaciamiento
M	Número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones
HDV	Mayor valor deducido individual para la unidad de muestra

DV	Valor deducido
DVT	Valor deducido total
CDV	Valor deducido corregido
q	Valores deducidos mayores que 2
PCI_S	PCI del tramo de vía
PCI_R	PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas
PCI_A	PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales

CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Ing. Diana Patricia Garcés Velecela en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación Vial Y Plan De Rehabilitación Y Mantenimiento De La Vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 20 de noviembre del 2017.



Ing. Diana Patricia Garcés Velecela.

C.I: 030201623-3

CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Cláusula de Propiedad Intelectual

Ing. Diana Patricia Garcés Velecela, autora del trabajo de titulación "Evaluación Vial y Plan de Rehabilitación y Mantenimiento de la Vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 20 de noviembre del 2017.



Ing. Diana Patricia Garcés Velecela.

C.I: 030201623-3

DEDICATORIA

A Dios y la Santísima Virgen, por la bendición de la vida, por iluminar mi camino y permitirme culminar mis estudios.

A mis padres: por el amor, cariño y comprensión, quienes con su ejemplo me enseñaron que todo sacrificio tiene su recompensa.

Mi Madre, por ser mi modelo de esfuerzo, dedicación y esmero, de quien aprendí a ser constante para alcanzar esta meta tan anhelada.

Mi Padre, por su compañía, fuerza y valor para no decaer ante las adversidades.

A mis hermanos que con su compañía, afecto y amor me impulsan a seguir siempre adelante.

A mis compañeros, por su amistad y apoyo.

Diana Patricia Garcés Velecela

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios, por permitirme culminar una etapa más de mi vida profesional, por darme la fuerza, dedicación, paciencia y perseverancia en el desarrollo del presente trabajo.

Al Sr. Ing. Jaime Bojorque Ñíguez, PhD. Director de la Tesis, por el tiempo, dedicación y conocimientos brindados.

Al Gobierno Provincial del Cañar, en la persona del Sr. Dr. Santiago Correa, Prefecto Provincial, por la apertura para la realización de este Proyecto.

1. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial tiene una enorme importancia para el desarrollo económico de un país. Las vías interconectan las zonas de producción y consumo, de ahí que el estado de las mismas determina en un alto porcentaje el nivel de costos de transporte, los cuales a su vez influyen sobre los flujos de comercio nacional e internacional (Martínez, 2009). Por esta razón, la construcción y el mantenimiento de las carreteras son temas que requieren de especial atención.

La infraestructura vial en el Ecuador ha mantenido una historia de afecciones constantes, generadas por factores climáticos, deterioros que han incidido negativamente al proceso de desarrollo económico y productivo del Ecuador (NEVI-12-MTOP, 2013). Estos problemas producen costos adicionales para las actividades de todos los usuarios del sistema vial, de manera directa en forma de tiempos adicionales de viaje, de consumo extra de energía, de desgaste de motores, y de manera indirecta en el tiempo perdido por otros conductores, de tensión de choferes y pasajeros y de mayor contaminación ambiental que en general afecta a las personas que están cercanas a los principales corredores de transportes pero en ocasiones a toda la población (cuando no hay lluvia o viento que limpie el aire regional) (Martínez, 2009).

En la provincia del Cañar, la vía que une los cantones de Azogues y Déleg, no cuenta con un programa específico de conservación y mantenimiento para mitigar los daños de la calzada y evitar un mayor deterioro. En la actualidad esta vía presenta un deterioro constante de la capa de rodadura, esto en parte se debe al tráfico que circula y a inestabilidades geológicas que se presentan en el sector. Por lo tanto, es de vital importancia establecer metodologías de trabajo para la intervención y conservación de la infraestructura vial con el fin de brindar un tránsito cómodo y seguro.

En el presente trabajo se realizará un análisis de los daños existentes en el pavimento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya. identificando cuales son las causas que los producen y los niveles de severidad. De esta forma se podrá presentar una evaluación de fallas presentes en el pavimento. Para este fin, se empleará el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y conjuntamente con un análisis de las condiciones de tráfico se definirá un apropiado plan de mantenimiento y rehabilitación de la vía, incluyendo el tipo de rediseño de la estructura del pavimento que se podrá realizar para la funcionalidad adecuada de la vía.

1.1. Problemática

La vía Azogues – Cojitambo – Déleg - La Raya es considerada de gran importancia en el sistema vial de la provincia del Cañar, sin embargo, ha sufrido un deterioro y desgaste de la capa de rodadura esto debido a las condiciones geológicas de la zona y a la acción del tráfico que circula por la vía.

El tráfico actuante se ha incrementado notablemente en los últimos años debido a algunos atractivos turísticos de las parroquias de la zona y del intercambio comercial del sector, generando el desgaste de la superficie de la capa de rodadura.

Actualmente, la vía presenta un conjunto de deterioros como hundimientos, deformaciones, desprendimientos de agregados, fisuras, grietas, entre otros, mismas que son atribuidas en parte a factores geológicos de la zona y a la carencia de un plan permanente de mantenimiento y conservación vial, ocasionado así, que la vía presente fallas relacionadas con la estructura del pavimento. Siendo estos factores que incrementan los tiempos de viaje, costos de circulación por el deterioro de la vía y aumentando el índice de accidentes en la misma. De aquí que es necesario identificar los principales deterioros y proponer una remediación.

1.2. Justificación

La evaluación de las vías en forma periódica es de gran importancia ya que con esto se puede llevar un control del estado de las vías y establecer las actividades más óptimas para el mantenimiento y así mejorar la calidad de tránsito, brindando comodidad y seguridad a los usuarios.

En la provincia del Cañar debido a las limitaciones económicas, las entidades públicas a cargo de los trabajos de mantenimiento, conservación y/o construcción de pavimentos, no cuentan con los recursos necesarios para la ejecución de todos los trabajos que garanticen la integridad de la vía. De ahí que es importante priorizar los sectores más afectados e implementar las mejores acciones para garantizar un adecuado funcionamiento de las vías. Tal es el caso de la Vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, que constituye una importante arteria vial, por tal motivo es necesario establecer una adecuada gestión de pavimentos, debiendo utilizar las herramientas disponibles que permitan realizar su estudio y evaluación y así dar solución a los problemas existentes en la calzada, a través de un programa continuo de mantenimiento y rehabilitación de la vía.

Los resultados obtenidos de estos análisis servirán como una herramienta de trabajo para las entidades gubernamentales competentes para que puedan implementar medidas de conservación y/o rehabilitación de la vía, reduciendo costos de operación y mantenimiento.

1.3. Alcance

El presente trabajo tiene por objeto realizar una evaluación del pavimento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, y crear un plan de actividades para la rehabilitación y mantenimiento de la misma, tomando en consideración las características geológicas, ambientales y las propiedades del tráfico que circula por la vía.

1.4. Objetivo General

Identificar las fallas existentes en el pavimento de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg - La Raya, y presentar soluciones para la rehabilitación y mantenimiento del mismo, para brindar una estructura vial cómoda y funcional.

1.5. Objetivos Específicos

- Analizar las características geológicas y de tráfico de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg - La Raya para determinar parámetros necesarios para la evaluación del pavimento.
- Realizar un estudio del estado actual de la estructura del pavimento, mediante la identificación de los deterioros existentes.
- Establecer una metodología para evaluar el pavimento y determinar un plan de rehabilitación y mantenimiento a implementar en la vía.

2. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se realiza una revisión de la bibliografía existente, referente a conceptualización de pavimentos flexibles, análisis de fallas, metodología de evaluación del PCI, parámetros necesarios para su diseño, aplicando el método AASHTO 93 y actividades para el mantenimiento de pavimentos flexibles, con la finalidad de obtener conceptos claros previo a realizar el trabajo de campo y determinar las actividades óptimas de mantenimiento y rehabilitación para la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.

2.1. GENERALIDADES

2.1.1. Concepto de Pavimento

El pavimento es un elemento estructural compuesto por un sistema de capas de espesores diferentes que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante y diseñadas para soportar cargas externas durante un período de tiempo determinado, con la finalidad de brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella y de proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas (AASHTO, 1993).

2.1.2. Importancia de los Pavimento

La importancia de los pavimentos como elemento básico dentro de la infraestructura vial radica en los siguientes aspectos (Higuera Sandoval, 2012):

- Los pavimentos son el elemento que proporciona la superficie de desplazamiento para los diferentes vehículos, por ende, este aspecto atrae la mayor atención y crítica.
- Los pavimentos son, en términos generales, el elemento que requiere la mayor cantidad de recursos económicos y financieros tanto para su construcción como para su conservación.
- Del estado y condición del pavimento depende en gran parte de la magnitud de los costos de operación de los usuarios.

2.1.3. Estructura del Pavimento

La estructura de un pavimento se refiere a las características de cada una de las capas que constituyen la vía. Esta estructura está conformada básicamente por las siguientes capas: la subrasante, subbase, base y capa de rodadura.

La estructura de un pavimento depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material, el tipo de pavimento, de la intensidad de tránsito, clima, ente otros. En la Figura 1 se presenta un esquema de la estructura de un pavimento, compuesto por la subrasante, subbase, base y capa de rodadura.

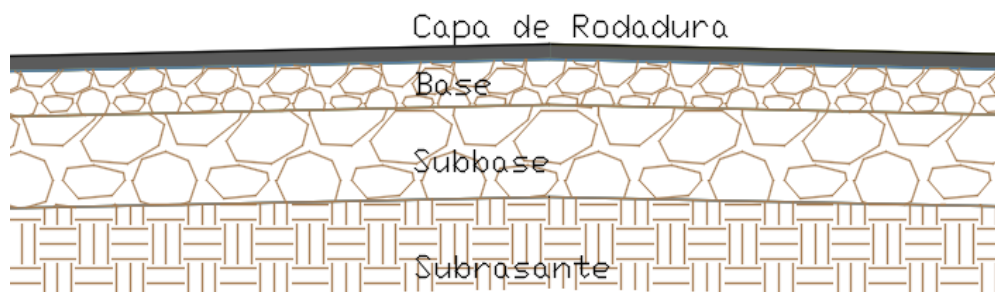


Figura 1: Esquema de la estructura de un pavimento flexible.

De acuerdo al Volumen N°3. Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes se puede definir las siguientes capas que conforman la estructura de un pavimento:

2.1.3.1. Subrasante

La subrasante es la última capa de los terraplenes, en corte o relleno, de suelo natural o mejorado, sobre la cual se construirá un pavimento.

La calidad de los materiales de la subrasante es de vital importancia, ya que de esta depende el espesor del pavimento, entre mayor sea el valor del soporte de esta superficie menor será el costo de las capas superiores (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.1.3.2. Subbase

La subbase es la primera capa de materiales granulares seleccionados que se construye sobre la subrasante, tanto en pavimentos rígidos como en flexibles.

Esta capa tiene la función de absorber las cargas de tráfico, controlando los cambios de volumen y elasticidad del terreno de fundación, sin sufrir deformaciones permanentes.

Trabaja como una capa de drenaje del agua y evitar la capilaridad, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua (NEVI-12-MTOP, 2013).

Los materiales son más fáciles de obtener y de menor costo, lo que permite disminuir los costos de construcción.

2.1.3.3. Base

La base es la capa de material granular seleccionado, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo; pero también puede estar conformada con cemento Portland, cal o materiales bituminosos, recibiendo el nombre de base estabilizada construido sobre la subbase. Está constituida con materiales de alta calidad y las especificaciones para los mismos son más exigentes que para los materiales de subbase (NEVI-12-MTOP, 2013).

Esta capa absorbe en la mayor parte los esfuerzos producidos por el tráfico vehicular sobre la capa de rodadura y los transmite a la subbase o subrasante de tal manera que no produzca deformaciones o desplazamientos excesivos en las capas.

Sirve también como elemento de drenaje de las aguas que, por ascensión capilar hayan atravesado la subbase o la subrasante impidiendo que lleguen a la capa de rodadura.

2.1.3.4. Capa de rodadura

Es la capa del pavimento sobre el cual circulan directamente los vehículos, formada por una o varias capas de concreto asfáltico o hidráulico, según sea el caso, que se colocan sobre la base.

La función de la capa de rodadura es proveer una superficie uniforme, estable para el tránsito, prácticamente impermeable y capaz de resistir los efectos abrasivos del tráfico. Si la capa de rodadura posee un espesor mayor o igual a cinco centímetros, se considera que trabaja junto al resto de capas para soportar las cargas y distribuir los esfuerzos (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.1.4. Clasificación de los pavimentos

De acuerdo a la estructura que presenta el pavimento se puede definir los siguientes tipos de pavimentos:

- a) Pavimento flexible
- b) Pavimento rígido
- c) Pavimento semirrígido
- d) Pavimento articulado

Nota: En el presente trabajo se hace énfasis en los pavimentos flexibles que es el que corresponde a la vía en estudio.

2.1.4.1. Pavimento Flexible

Llamado también pavimento asfáltico o bituminoso. Este pavimento está constituido por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase (Montejo Fonseca, 2006).

La carpeta asfáltica es la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. La base granular y la capa de subbase, están destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito (Montejo Fonseca, 2006).

2.1.4.2. Pavimento Rígido

El pavimento rígido o pavimento hidráulico, se compone de losas de concreto hidráulico que algunas veces presentan acero de refuerzo. Este tipo de pavimentos no permite deformaciones de las capas inferiores (Montejo Fonseca, 2006).

2.1.4.3. Pavimento Semirrígido

Los pavimentos semirrígidos contienen la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar la capacidad portante del suelo (Montejo Fonseca, 2006).

2.1.4.4. Pavimento Articulado

Son pavimentos cuyas capas de rodadura la conforman concretos prefabricados, que se denominan adoquines, son iguales entre si y de un espesor uniforme; y que se colocan sobre una capa delgada de arena, la cual se encuentra sobre una capa granular o la subrasante (Montejo Fonseca, 2006).

2.1.5. Ventajas y desventajas de un pavimento flexible.

De acuerdo a los criterios mencionados en el Manual de Pavimentos Asfálticos para Vías de Baja Intensidad de Tráfico, se puede mencionar las siguientes ventajas y desventajas de los pavimentos flexibles (del Val Melús & Orve Echevarría, 1991).

Ventajas.

- El pavimento flexible resulta más económico por su bajo costo inicial.
- Tiene un período de vida de entre 10 y 15 años.
- La construcción como las operaciones de mantenimiento se realizan en un tiempo mucho más corto.
- La marcha de los vehículos es más suave por no tener juntas de unión.
- Pueden utilizarse nuevamente como base los pavimentos existentes cuando se coloque una nueva capa de rodaje.

Desventajas.

- Se requiere mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil, generando mayores gastos en el mantenimiento.
- En época de invierno los daños son considerables y más costosas las operaciones de mantenimiento.

2.2. NIVEL DE SERVICIO Y TRÁNSITO VEHICULAR.

2.2.1. Niveles de servicio

El nivel de servicio de una carretera es una calificación de la calidad de servicio que presta en un momento dado (NEVI-12-MTOP, 2013), considerando principalmente la velocidad de operación, el tiempo de viaje, las interrupciones de flujo, la libertad de maniobras, la comodidad de manejo, la conveniencia y la seguridad vial.

Se han establecido seis niveles de servicio, que van del mejor (A) al peor (F). Estos niveles son A, B, C, D, E, F. Los cinco primeros niveles de servicio corresponden a condiciones de operación, desde el flujo libre con volumen de tránsito bajo hasta el flujo restringido con altos volúmenes en una carretera en buenas características. El sexto nivel se caracteriza por un tránsito completamente congestionado con operación de pare y siga. En la Figura 2 se representa diferentes condiciones de tráfico para los niveles de servicio aquí mencionados, mismos que va desde un flujo de tráfico óptimo (nivel A), hasta un tráfico muy congestionado (nivel F) (National Highway Institute, 2002).

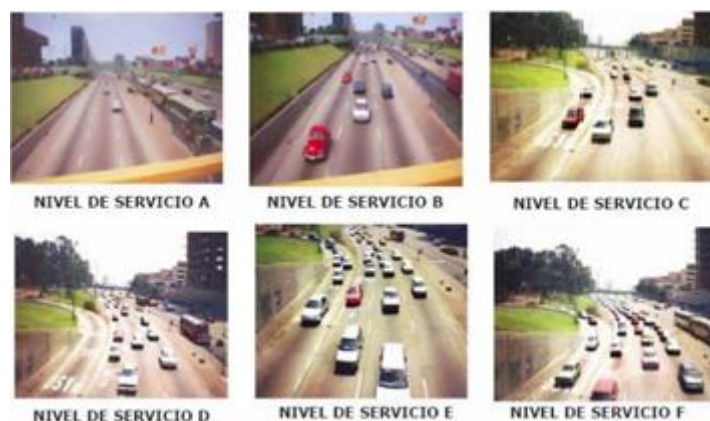


Figura 2: Niveles de Servicio de las Vías (TRB, 2000).

De acuerdo a los conceptos del Artículo de capacidad y niveles de servicio en intersecciones de la USIL, (Sótil, 2015) los niveles de servicio presentan las siguientes características.

Nivel de servicio “A”

- Representa libre flujo.
- Los usuarios no son afectados por la presencia de otros en la corriente vehicular.
- El usuario puede escoger su velocidad.
- El nivel de comodidad y conveniencia de los choferes, pasajeros y peatones es excelente.

Nivel de servicio “B”

- El flujo es estable pero la presencia de otros vehículos se empieza a notar.
- Se puede escoger la velocidad del vehículo sin influencia de vehículos aledaños, pero hay un pequeño declive en la libertad de maniobrabilidad comparado con el nivel “A”.
- Debido a que se siente la presencia de otros vehículos, el nivel de comodidad y baja un poco.

Nivel de servicio “C”

- El flujo es aun estable, pero a este punto la presencia de otros vehículos afecta el comportamiento del usuario.
- Maniobrar en la corriente vehicular requiere estar atento a los otros vehículos compartiendo la vía.
- El nivel de comodidad y conveniencia baja considerablemente en este nivel.

Nivel de servicio “D”

- El flujo es estable, pero de alta densidad.
- Las velocidades y la libertad de maniobrabilidad están severamente restringidas.
- El nivel de comodidad y conveniencia experimentado por el chofer es bastante pobre.
- Pequeño incremento en el flujo de tráfico generalmente ocasiona problemas operacionales a este nivel de servicio.

Nivel de servicio “E”

- En estas condiciones la vía está en o cerca de su capacidad y todas las velocidades son bajas, aunque uniformes.
- Es muy dificultoso tener libertad de maniobrabilidad en la corriente vehicular y normalmente se consigue cuando un vehículo cede el paso para permitir esas maniobras.

- El nivel de comodidad y conveniencia son extremadamente pobres y la operación a este nivel es inestable, pero pequeño incremento en los flujos de la corriente vehicular ocasiona congestiones severas.

Nivel de servicio “F”

- En este nivel, el flujo ya está en nivel de congestión vehicular severa. El tráfico excede la capacidad de la vía. Colas se generan.
- Las operaciones son más de Pare-Avance y son bastante inestables y los vehículos pueden avanzar a velocidades razonables por varios metros, pero luego tiene que detenerse. Esto se repite de manera cíclica.
- Es importante notar que, aunque la condición sea F, al pasar la congestión las condiciones pueden ser mucho mejores.

2.2.2. Serviciabilidad de los pavimentos

La serviciabilidad de los pavimentos es la percepción que tienen los usuarios de la calidad de servicio que presta el pavimento; esta se representa en un índice, derivado de los resultados de la prueba AASHO, en la cual se realiza la evaluación mediante una escala que varía de 0 a 5. En la Tabla 1 se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la norma AASHO.

Tabla 1: Serviciabilidad de los pavimentos en función de la calidad de la vía (AASHO, 1993).

Índice de Serviciabilidad	Calificación
5.0 - 4.0	Muy Buena
4.0 - 3.0	Buena
3.0 - 2.0	Regular
2.0 - 1.0	Mala
1.0 - 0.0	Muy Mala

Según la “AASHO guide for design of pavement structures” (AASHO, 1993), los índices de serviciabilidad de la vía presentan las siguientes características.

- **Muy buena.** - Los pavimentos nuevos, recién contruidos o recarpeteados durante el año de inspección son los suficientemente suaves y sin deterioro, estos pavimentos se califican como muy buenos.
- **Buena.** - Comprende los pavimentos que muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial, no son tan suaves como los de la categoría “Muy Buena”, pero entregan un manejo de primera clase. Los pavimentos flexibles pueden empezar a

mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria, en donde se requiere realizar actividades de mantenimiento rutinario.

- **Regular.** – Los pavimentos presentan varios defectos y una resistencia estructural reducida, la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos, ocasionando problemas para altas velocidades de tránsito. Los pavimentos flexibles pueden presentar ahuellamientos, parches y agrietamientos. Para la recuperación del pavimento se debe reforzar la superficie, sin la necesidad de demoler la estructura existente.
- **Mala.** - Los pavimentos en esta categoría presentan defectos de estructura y se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito de flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas; el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie (AASHTO, 1993), en donde se requiere una rehabilitación inmediata, previa demolición parcial.
- **Muy Mala.** - Los pavimentos se encuentran en una situación de extremo deterioro, presentan graves defectos en la estructura. Las vías tienen velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie (AASHTO, 1993). Para su recuperación se requiere una reconstrucción, previa demolición de la mayor parte de la estructura existente.

2.2.3. Tránsito Vehicular

El tránsito vehicular, también llamado tráfico vehicular, se define como el flujo vehicular que se desarrolla en una vía, con las facilidades y/o limitaciones que pueda permitir las condiciones físicas de la carretera, el conductor y vehículo como usuarios (NEVI-12-MTOP, 2013).

Los análisis de tráfico se realizan con la finalidad de determinar el tráfico promedio diario anual (TPDA) que se prevea para un periodo de tiempo determinado y así establecer las acciones a realizar a futuro.

El *tráfico promedio diario anual (TPDA)* equivale al valor promedio de los flujos vehiculares diarios correspondientes a un año calendario. Por lo tanto, para su obtención el método más adecuado es realizar mediciones continuas automáticas, durante al menos un año, en todos los tramos relevantes para el análisis del proyecto (NEVI-12-MTOP, 2013).

En el caso que dichas mediciones no hayan podido realizarse, se deberán efectuar las mediciones muestrales necesarias que permitan obtener una estimación aproximada del TPDA (NEVI-12-MTOP, 2013).

2.2.4. Composición de Tránsito

Se denomina composición de tránsito a las características de operación de los diferentes tipos de vehículos que por su tamaño y peso forman varias clases, a esto es lo que se denomina composición del tránsito.

El MTOP considera varios tipos de vehículos de diseño, más o menos equivalentes a los de la AASHTO (NEVI-12-MTOP, 2013).

- A1: Motos
- A2: Automóviles
- B: Buses y busetas
- C1: Camiones, agrupados en camiones de 2 ejes
- C2: Camiones o tracto- camiones agrupados en camiones de 3 ejes
- C3: Camiones grandes y tráiler de 4, 5 y 6 ejes
- R: Remolques con 1 o 2 ejes verticales de giro y una unidad completamente remolcada, tipo tráiler o tipo Dolly.

El procedimiento de análisis de tráfico considera cargas de ejes simples equivalentes a 80 kN (18000 lb). Por tanto, es necesario determinar el número de vehículos de cada tipo y determinar el peso de las cargas del eje, esperadas a ser aplicadas al pavimento durante el período de tiempo.

En el *Anexo 1* se presenta las tablas de los tipos de vehículos con los pesos y dimensiones considerados en la determinación del tráfico, de acuerdo a lo indicado en la norma NEVI 2013. En dichos cuadros no se considera los vehículos livianos, ya que sus pesos son menores a los pesos de un eje equivalente (18000 lb).

2.2.5. Características para la estimación del volumen de tráfico

Entre las características fundamentales que intervienen en la estimación del volumen de tráfico tenemos las siguientes:

Intensidad del Tráfico

Se lo conoce también como volumen de tráfico. Es el número de vehículos que pasan por una sección de la carretera en una unidad de tiempo. Es uno de los parámetros más variables, pues cambia para una misma carretera, según el ciclo dentro del tiempo en el cual se lo mida: anual, mensual, semanal, diario y horario. Estas variaciones tienen que ser analizadas tanto para prever el comportamiento futuro de una carretera como para los estudios económicos y de ingeniería (CEPAL, 2003).

Periodo de Diseño

Un pavimento puede diseñarse para soportar los efectos acumulativos del tráfico para cualquier periodo de tiempo. El periodo seleccionado, en años, se llama Periodo de Diseño (n), al término de éste, se espera que el pavimento requiera alguna acción de rehabilitación mayor (Universidad Mayor San Simón, 2004).

Para definir este periodo se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones, de acuerdo a la norma NEVI 2012.

Proyectos de rehabilitación y mejoras	$n = 20$ años
Proyectos especiales de nuevas vías	$n = 30$ años
Mega proyectos nacionales	$n = 50$ años

Crecimiento de Tráfico

El crecimiento puede ser estimado para el diseño usando el *Factor de Proyección*, calculado mediante la ecuación 1. Este factor multiplicado por la estimación de tráfico proporcionará el número total de repeticiones de carga esperado durante el Período de diseño.

$$F_p = \frac{(1 + r)^n - 1}{\ln(1 + r)} \quad (1)$$

donde :

F_p : factor de proyección

r : tasa anual de crecimiento

n : número de años del periodo de diseño

Carril de Diseño

Para calles y carreteras de dos carriles, el carril de diseño puede ser cualquier carril de la facilidad del pavimento. Para las calles y carreteras de carriles múltiples es generalmente el

carril externo. En muchos lugares, camiones cargados viajarán en una dirección y camiones vacíos en la otra dirección (Universidad Mayor San Simón, 2004).

En la ausencia de datos específicos, para efectos de diseño se utiliza la Tabla 2 para determinar la proporción relativa de camiones a ser esperados para el Carril del Diseño, expresado como un Factor de Distribución.

Tabla 2: Porcentaje de Tráfico Total de Camiones en el Carril de Diseño (AASHTO, 1993).

# Carriles de Tráfico (Dos Direcciones)	% Camiones en el Carril de Diseño
2	50
4	45
6 ó más	10

Distribución por Carril de Diseño

El factor de distribución por carril (FL) se define como el porcentaje de vehículos que van por el carril que recibe el mayor número de vehículos (carril de diseño). Este factor se calcula a partir de la Tabla 3, sugerida por la normativa de la AASHTO.

Tabla 3: Porcentaje ESAL en el Carril de Diseño (AASHTO, 1993).

# Carriles de Carriles en cada Dirección	% ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Factor Camión

Se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 18000 lb (8.2 toneladas), correspondientes al paso de un vehículo comercial (bus o camión) (Montejo Fonseca, 2006).

El factor camión es el inverso de los factores de equivalencia de los ejes del vehículo en análisis. Para determinar el factor para pavimentos flexibles se utiliza las expresiones:

$$\frac{W_X}{W_{18}} = \left[\frac{L_{18} + L_{2S}}{L_X + L_{2X}} \right]^{4.79} \left[\frac{10^{\frac{G}{\beta_x}}}{10^{\frac{G}{\beta_{18}}}} \right] [L_{2x}]^{4.33} \quad (2)$$

$$B_x = 0.4 + \left(\frac{0.081(L_x + L_{2x})^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} L_{2x}^{3.23}} \right) \quad (3)$$

$$G = \log \left(\frac{4.2 - p_t}{4.2 - 1.5} \right) \quad (4)$$

donde:

$\frac{W_x}{W_{18}}$: Aplicación de carga inverso al factor de equivalencia de carga

W_{18} : Número de cargas de ejes simples de 18,000 lb (80 kN)

L_x : Carga del eje evaluado

L_{18} : Carga del eje estándar (18 kips)

L_2 : Código de configuración del eje.

1 = Eje Simple, 2 = Eje Tandem, 3 = Eje Tridem

S= eje simple (1), x = tipo de eje siendo evaluado

p_t = índice de servicio final

SN = Número estructural para pavimentos flexibles

2.2.6. Estimación del tráfico de diseño.

Para el cálculo del tráfico de diseño o número repeticiones de cargas equivalentes que circularán por el carril de diseño durante el período de diseño, se emplea la ecuación 5.

Este valor tiene variaciones que depende del método empleado para el diseño del pavimento.

$$N = TPDA \cdot \%V_C \cdot F_D \cdot F_L \cdot F_P \cdot F_C \cdot 365 \quad (5)$$

donde:

TPDA= Tránsito promedio diario anual (año inicial).

$\%V_C$ = Porcentaje estimado de vehículos comerciales (camiones y buses)

F_D = Factor de distribución de carril

F_L = Factor de distribución de dirección de carril

F_P = Factor de proyección

F_C = Factor Camión

2.3. DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

El dimensionamiento de la estructura de un pavimento es de vital importancia y debe realizarse de tal manera que las solicitaciones de carga no generen en su estructura deformaciones permanentes, o patologías prematuras, que conlleven a daños anticipados en la vida útil del pavimento (Montejo Fonseca, 2006).

Adicionalmente, un pavimento está expuesto permanentemente a la acción de factores como temperatura, condiciones de drenaje, aspectos hidrológicos, que juegan un papel muy importante en el comportamiento de los pavimentos, en muchos casos teniendo repercusiones considerables en el resultado final, por este motivo, el diseño de un pavimento debe garantizar resistencia, ser durable, económico y seguro para los usuarios.

Para efectos de diseños de pavimentos flexibles, generalmente se emplea el método de la AASHTO, mismo que se base en el cálculo de espesores de las capas del pavimento a partir del número estructural calculado para las condiciones de tránsito, y confiabilidad considera factores ambientales, reacción de subrasante (MR) y pérdida de servicio ΔPSI . Para el análisis se emplea la ecuación 6, para determinar el número estructural (SN).

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log M_R - 8,07 \quad (6)$$

donde:

W_{18} = Número de cargas de 18000lb (80kN) previstas.

Z_R = Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada

S_0 = desviación estándar de todas las variables

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad ($p_o - p_t$)

MR = módulo resiliente de la subrasante

SN = Número estructural

2.3.1. Parámetros de diseño de pavimentos flexibles.

Los parámetros principales que considera el método AASTHO para el diseño de pavimentos flexibles son:

Nivel de confiabilidad

El nivel de confiabilidad es la probabilidad de que el comportamiento real de la estructura diseñada sea igual o mejor que el previsto durante el periodo de diseño. En la Tabla 4 se muestra los niveles de confiabilidad para las diferentes carreteras, sugeridos por la AASHTO.

Tabla 4: Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras (AASHTO, 1993).

Clasificación	Urbana	Rural
Autopistas Interprovinciales y otras	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras de Tránsito	80 - 95	75 - 95
Carreteras Locales	50 - 80	50 - 80

Error de desviación estándar

En la Tabla 5 se indica las condiciones de diseño y los intervalos de valores de la desviación estándar (S_o), para cada condición:

Tabla 5: Niveles de confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras (AASHTO, 1993).

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Pavimentos flexibles	0,40 – 0,50
Construcción nueva	0,35 – 0,40
Sobre capas	0,50

Pérdida de serviciabilidad

La pérdida de serviciabilidad se calcula mediante la ecuación 7, está definida en función del valor del índice de serviciabilidad inicial y final (AASHTO, 1993).

$$\Delta PSI = p_o - p_t \quad (7)$$

donde:

ΔPSI = pérdida de serviciabilidad

p_o = índice de serviciabilidad inicial

p_t = índice de serviciabilidad final

- **Índice de serviciabilidad inicial (p_o).**- Esta en función directa del diseño del pavimento y de la calidad que se construye la carretera. Los valores establecidos según la AASHTO son:

$p_o = 4,5$ para pavimentos rígidos

$P_o = 4,2$ para pavimentos flexibles

- **Índice de serviciabilidad final (p_i).** - Esta en función de la categoría de la carretera y se basa en el índice más bajo que pueda ser tolerado antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación o una reconstrucción, los valores que recomienda la Guía AASHTO son:

Para vías principales con mucho tráfico: $pt = 2.5 - 3.0$

Para vías principales con tráfico normal: $pt = 2.0 - 2.5$

Para vías locales: $pt = 1.8 - 2.0$

Módulo Resiliente Efectivo (Ponderado) de la subrasante

El Módulo Resiliente de la Subrasante (MR) se emplea para caracterizar la subrasante en función de las condiciones ambientales a los cuales está sometido durante ese tiempo, cuantifica el daño relativo al cual está sometido un pavimento durante cada época del año, y pondera este daño en una forma global para cualquier momento del año (Corredor, 2010). El módulo resiliente de la subrasante se determina con un equipo especial por tal motivo se han establecido correlaciones para determinarlo a partir de ensayos del CBR.

Las ecuaciones de correlación recomendadas en la literatura del texto Ingeniería de pavimentos para carreteras (Montejo Fonseca, 2006) son las siguientes:

- Para materiales de subrasante con CBR igual o menor a 7,2%

$$MR = 1500 \text{ CBR} \quad (8)$$

- Para materiales de subrasante con CBR mayor de 7,2% pero menor o igual a 20,0%

$$MR = 3000 \text{ CBR}^{0.65} \quad (9)$$

- Para materiales de subrasante con valores de CBR mayores a 20,0%, se deberán emplear otras formas de correlación, tal como:

$$MR = 4.326 \ln (\text{CBR}) + 241 \quad (10)$$

El valor resultante de estas correlaciones se mide en unidades de lb/pulg² (psi).

Coefficiente de drenaje

La evaluación del coeficiente de drenaje (m_i) se realiza teniendo en cuenta un porcentaje del tiempo en que la estructura estará expuesta a niveles de humedad cercanos a

la saturación. Para determinar el coeficiente de drenaje se emplea la Tabla 6, sugerida por la AASHTO.

Tabla 6: Coeficiente de drenaje mi recomendado (AASHTO, 1993).

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5 %	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.40 - 1.37	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Coeficientes estructurales de capa

Los coeficientes estructurales de capa permiten convertir los espesores reales a números estructurales, siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material para funcionar como parte de la estructura del pavimento. Para estimar estos coeficientes se parte del módulo de elasticidad (E) de cada material. El método de la AASHTO contempla 5 categorías de acuerdo al tipo y función de la capa considerada.

- Concreto asfáltico ($a1$)
- Bases granulares ($a2$)
- Base tratada con cemento ($a2$)
- Base bituminosa ($a2$)
- Subbase granular ($a3$)

En el **Anexo 2** se muestran los ábacos utilizados para determinar los coeficientes de capa para los distintos materiales.

2.3.2. Número estructural y espesores de capa

A partir de los parámetros de diseño definidos y aplicando la ecuación 6, se determina el valor del número estructural (SN), que representa la resistencia estructural de un pavimento con relación al soporte del suelo, carga total equivalente a ejes simples e índice de servicio.

Los espesores de capa se determinan en función del número estructural (SN), y se relacionan mediante la ecuación 11 y el cumplimiento de determinadas condiciones.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2 + a_3 m_3 D_3 \quad (11)$$

donde:

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de capa para: superficie de rodadura, base y subbase.

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje ($m_2 = m_3$)

D_1, D_2, D_3 = espesores de capa para: superficie de rodadura, base y subbase.

Para la determinación de los espesores de capa se debe cumplir las siguientes condiciones, (ecuaciones 12- 16) donde los valores (*) son valores a ser empleados en base a los espesores mínimos de cada material seleccionado para evitar deformaciones excesivas. En la Figura 3 se muestra las capas de las estructuras del pavimento, con la aplicación de los respectivos números estructurales.

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad (12)$$

$$SN_1^* = a_1 D_1^* \geq SN_1 \quad (13)$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 m_2} \quad (14)$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2 \quad (15)$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3} \quad (16)$$

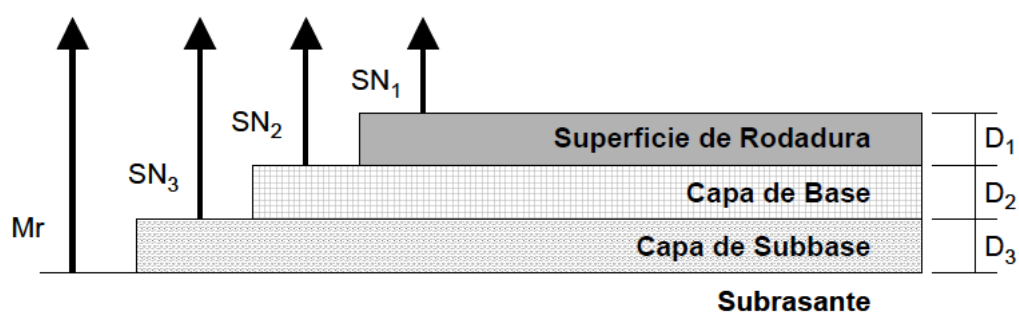


Figura 3: Capas de la estructura del pavimento.

Además, el tráfico puede dictaminar otros espesores mínimos recomendables para lograr que las mezclas tengan estabilidad y cohesión satisfactorias. En la Tabla 7 se muestra algunos espesores mínimos para capas de rodadura y bases, en función de los valores de cargas equivalentes en el período de diseño, recomendados por la AASHTO.

Tabla 7: Espesores mínimos en función del tráfico (AASHTO, 1993).

Cargas Equivalentes (Periodo de Diseño)	Espesor mínimo (cm)	
	Mezcla Asfáltica (todas las capas)	Base y/o Subbase granular
< 50000	2.5 (*)	10
50000 - 150000	5	10
150000 - 500000	6.25	10
500000 - 2000000	7.5	15
2000000 - 7000000	8.75	15
> 7000000	10	15

(*) o tratamiento superficial, según tipo de vía.

2.3.3. Diseño por etapas y rehabilitaciones.

El diseño de pavimentos por etapas, sugerido por la AASHTO considera también acciones de rehabilitación de un pavimento mediante la adición de capas de refuerzo a la estructura existente para incrementar la capacidad estructural del pavimento a solicitaciones de carga para un futuro período de diseño, debido a que el tiempo y el tráfico repetitivo actuante disminuyen la capacidad de la estructura del pavimento.

El procedimiento de diseño con capas de refuerzo está basado en el concepto de “deficiencia estructural” mismo que debe ser corregido para que el pavimento alcance la capacidad estructural necesaria para soportar el tráfico futuro (National Highway Institute, 2002). La capacidad estructural a incrementarse para que un pavimento alcance la capacidad estructural requerida para soportar el tráfico futuro para un periodo de diseño especificado se determina a partir de la ecuación 17 y el espesor de capa de refuerzo se define a partir de la ecuación 18.

$$SN_{OL} = SN_f - SN_{eff} \quad (17)$$

$$D_{OL} = \frac{SN_{ol}}{a_{ol}} \quad (18)$$

donde:

SN_{OL} = Número estructural requerido para la capa de refuerzo

SN_f = Número estructural requerido para soportar el tráfico futuro

SN_{eff} = Número estructural efectivo del pavimento existente

D_{OL} = Espesor requerido de la capa de refuerzo

a_{OL} = Coeficiente estructural para la capa de refuerzo de concreto asfáltico

En la Figura 4 se muestra un esquema gráfico de la pérdida de capacidad estructural de un pavimento en función del tiempo y del tráfico.

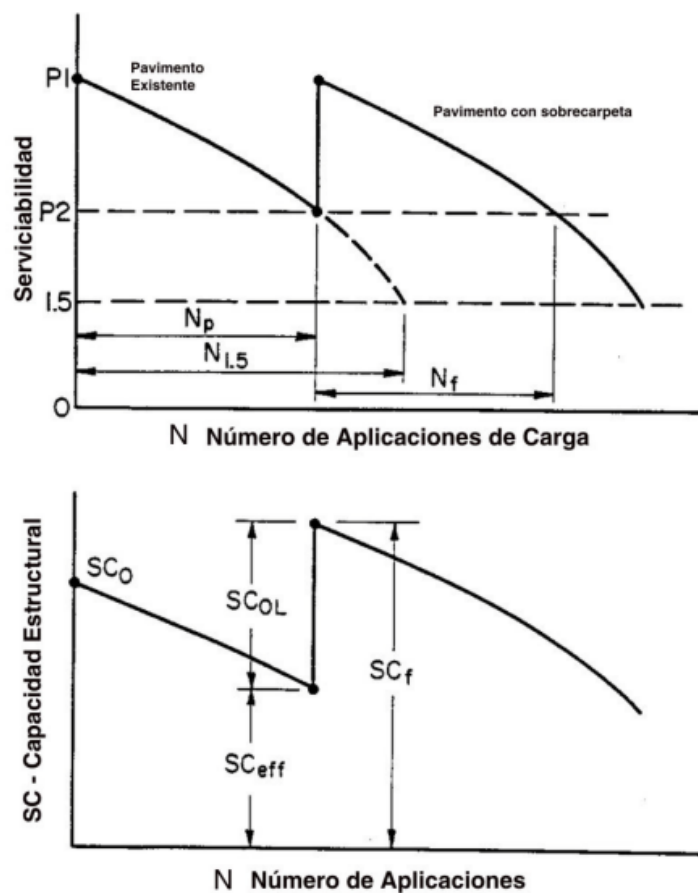


Figura 4: Capas de la estructura del pavimento (AASHTO, 1993).

Para la evaluación de la capacidad estructural efectiva del pavimento existente, la AASHTO recomienda tres métodos (National Highway Institute, 2002):

- Inspección visual y ensayos de materiales
- Ensayos de deflexión no destructivos
- Daño por fatiga por tráfico-vida remanente

Para efectos de diseño para el presente estudio se empleará el método de daño por fatiga por tráfico- vida remanente, el cual asume que las cargas repetidas dañan gradualmente un pavimento y reducen el número de cargas adicionales que pueden llevar al pavimento hasta la falla (National Highway Institute, 2002).

De acuerdo con las ecuaciones de la AASHTO Road Test, la falla de un pavimento se define cuando esta alcanza una serviciabilidad de 1.5.

El porcentaje de vida remanente se determina mediante la expresión 19:

$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{N_P}{N_{1.5}} \right) \right] \quad (19)$$

donde:

RL = Porcentaje de vida remanente

NP = Tráfico total a la fecha de diseño en ESALs de 18 Kips

N_{1.5} = Tráfico total para la falla del pavimento en ESALs de 18 Kips

De acuerdo con el concepto de vida remanente se puede determinar el número estructural efectivo del pavimento mediante la siguiente ecuación:

$$SN_{eff} = CF * SN_o \quad (20)$$

donde:

SN_{eff} = Número estructural efectivo del pavimento existente.

CF = Factor de condición

SN_o = Número estructural del pavimento como si este fuese construido.

El factor de condición puede ser determinado con una de las siguientes expresiones (ecuaciones 21- 22- 23), o a partir del ábaco de factor de condición en función del porcentaje de vida remanente que se indica en la Figura 5. (para el estudio se utiliza la ecuación 22).

$$CF = RL^{0,165} \quad (21)$$

$$CF = -5,6E - 05RL^2 + 0,0106RL + 0,5 \quad (22)$$

$$CF = 0,5 + 0,09 * \log(RL) + 0,08 * (\log(RL))^2 \quad (23)$$

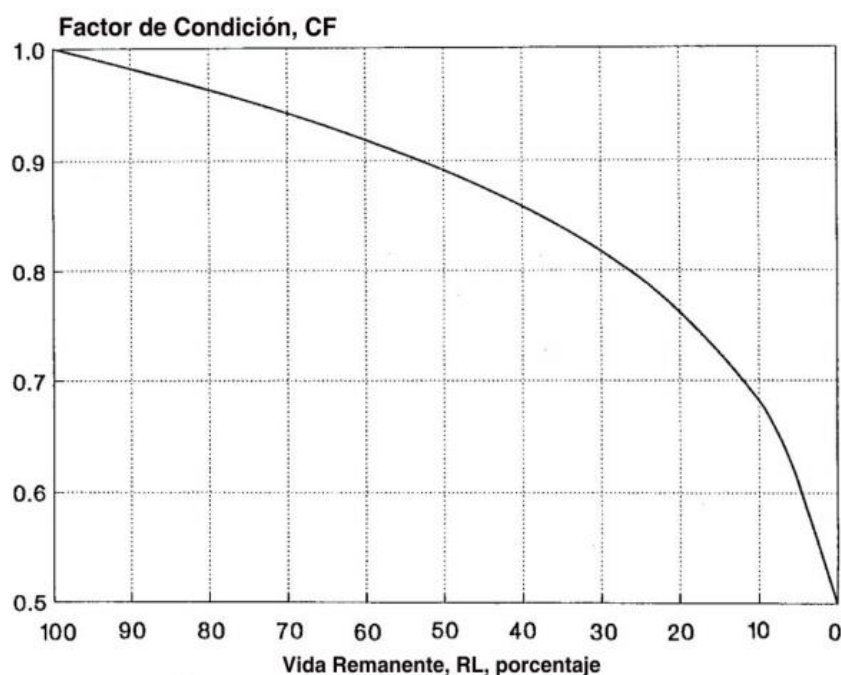


Figura 5: Relación entre el factor de condición y la vida remanente (AASHTO, 1993).

Para rehabilitaciones de pavimento flexibles, el número estructural efectivo de un pavimento existente se determina a partir de las ecuaciones 24 y 25, recomendadas por la AASHTO:

$$SN_{eff} = 0.0045h_p \sqrt[3]{E_p} \quad (24)$$

donde:

SN_{eff} = Número estructural efectivo de un pavimento existente

h_p = Espesor del pavimento existente, expresado en pulgadas

E_p = Módulo elástico del asfalto, expresado en psi

$$SN_{eff} = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3 \dots \dots + a_nm_nD_n \quad (25)$$

donde:

$D_1, D_2, D_3, \dots, D_n$ = espesores de cada capa del pavimento existente

$m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ = coeficientes de drenaje

$a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ = coeficiente estructural de capa, tomando en cuenta que estos serán menores que los considerados para un diseño nuevo, debido al deterioro del pavimento.

Para el estudio se toma la ecuación 24.

2.4. EVALUACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

La evaluación de pavimentos consiste en presentar el estado en el que se halla la superficie del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas adecuadas de reparación y mantenimiento, con las cuales se pretende prolongar la vida útil de la vía, optimizando los costos de rehabilitación y mantenimiento.

La evaluación periódica de pavimentos es importante, pues permitirá determinar a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y establecer medidas correctivas, ahorrando costos, y ofreciendo al usuario una serviciabilidad óptima (Armijos Salinas, 2009).

2.4.1. Comportamiento de los pavimentos

El comportamiento de los pavimentos a lo largo de su vida útil es regido generalmente por un ciclo, definido por la frecuencia con que se presenta los deterioros en la estructura del pavimento a través del tiempo (Schliessles, 1992), el cual se describirse a continuación.

En la Figura 6 se muestra un esquema del estado del pavimento a través del tiempo, en el que se evidencia las fases de deterioro del pavimento.

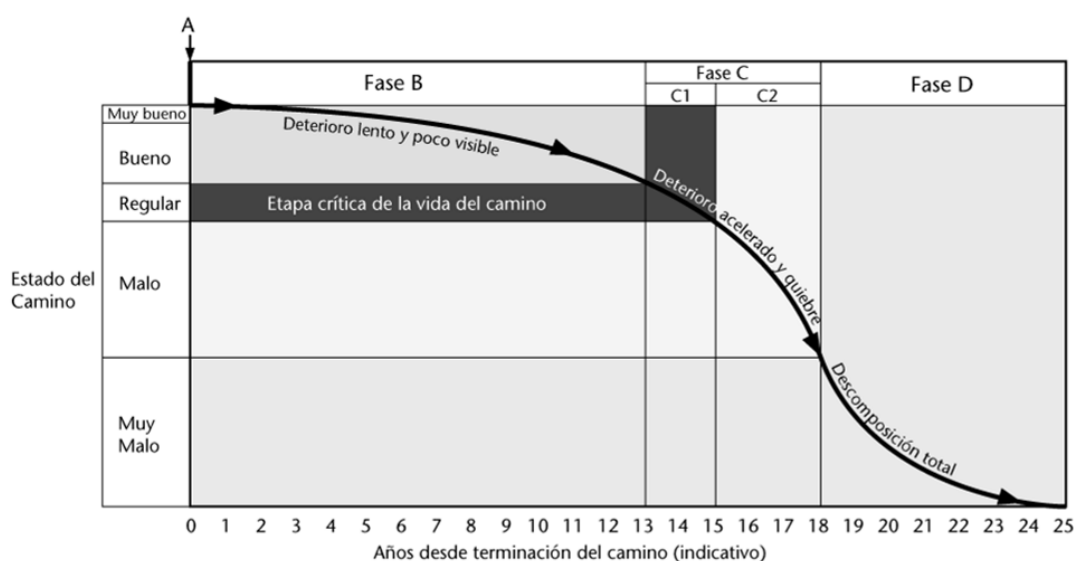


Figura 6: Deterioro del pavimento a través del tiempo (Caminos CEPAL).

De acuerdo con la literatura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, en su artículo CAMINOS. Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de Redes Viales, (Schliessles, 1992), se puede definir las fases de deterioro del pavimento de la siguiente manera:

Fase A. Etapa de construcción

Un pavimento independientemente de que haya sido diseñado y construido eficientemente con algún defecto, cuando este se encuentra recién terminado, la estructura entra en servicio y suele encontrarse en excelentes condiciones, satisfaciendo por completo todas las necesidades de los usuarios (Schliessles, 1992).

Fase B. Etapa de deterioro lento y poco visible

Durante algunos años, el pavimento experimenta un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura y en menor grado en el resto de la estructura, producido por los diversos tipos de vehículos que circulan sobre él, por la influencia que ejercen factores como el clima, la radiación solar, el agua de lluvias, cambios de temperatura, calidad de la construcción inicial, entre otros (Schliessles, 1992).

Durante esta etapa del pavimento el usuario no percibe el desgaste y se mantiene aparentemente en buen estado. Para frenar este proceso de desgaste y debilitamiento, es necesario aplicar, frecuentemente medidas de conservación, principalmente en el pavimento y en las obras de drenaje. Además, hay que efectuar las operaciones rutinarias de mantenimiento (Schliessles, 1992).

Fase C. Etapa de deterioro acelerado y de falla

Luego de varios años de uso, el pavimento entra en una etapa de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito. Al inicio de esta etapa, la estructura básica del pavimento se conserva intacta, las fallas en la superficie son menores. Los daños al inicio son puntuales, pero luego se van extendiendo en la mayor parte del pavimento, cuando esto ocurre la destrucción es acelerada (Schliessles, 1992).

Fase D. Etapa de descomposición total

La descomposición total del pavimento constituye la última etapa de la existencia de un pavimento, lo primero que se observa es la pérdida de la capa de rodadura. Cada vez que pasa un vehículo pesado se desprenden trozos de la capa asfáltica hasta que al final la vía termina siendo un camino de grava, y a la larga de tierra (Schliessles, 1992).

El paso de vehículos se dificulta, la velocidad promedio de circulación baja bruscamente. Los costos de operación vehicular suben considerablemente y se incrementa la cantidad de accidentes graves. En esta última etapa llega un momento en que ya no pueden transitar los automóviles normales, sólo algunos camiones y vehículo todoterreno (Schliessles, 1992).

2.4.2. Categorización de Fallas en los Pavimentos Flexibles.

Los pavimentos fallan en varias formas y por la acción de distintos factores agresivos; tales como: agua, tráfico y clima. Además, los daños más frecuentes que se presentan en los pavimentos flexibles dependen del tipo de estructura del pavimento, de los materiales empleados en su construcción, de las condiciones climáticas que la estructura se encuentra sometida y de la aplicación repetida de cargas que supone el tráfico de vehículos pesados, principalmente (Thenoux Z & Gaete, 2012).

Para el análisis de cualquier tipo falla deben analizarse los siguientes aspectos (Pontificia Universidad Javeriana, 2002):

- Periodo de vida útil del pavimento y acciones de rehabilitación durante el mismo.
- Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original, principalmente al tratarse de tráfico pesado.
- Diseño deficiente de la superestructura, ya sea por errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados.
- Deficiencias constructivas, ya sea por procesos constructivos o por la calidad de los materiales empleados.
- Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- Inestabilidad de las obras de tierra y/o inestabilidades de la zona.
- Inadecuado o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

En la Tabla 8 se muestran los tipos de fallas existentes en pavimentos flexibles, mismas que pueden agruparse en dos categorías: fallas estructurales y funcionales.

- **Fallas Estructurales.** - originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas.
- **Fallas Funcionales.** - afectan la calidad aceptable de la superficie de rodadura y la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

Tabla 8: Tipos de fallas en pavimentos flexibles (Thenoux Z & Gaete, 2012)

Fallas Funcionales	Fallas Estructurales
Exudación	Piel de Cocodrilo
Fisuramiento en bloque	Depresión
Desniveles Localizados	Parches
Corrugación	Cruce de Ferrocarril
Fisuramiento de borde	Desplazamiento
Fisuramiento de reflexión	Fisuramiento de Resbalamiento
Desnivel Carril/Espaldón	Hinchamiento
Fisuras Longitudinales y Transversales	Desmoronamiento/ Interperismo.
Baches	Ahuellamiento
Agregado Pulido	

2.5. FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

De acuerdo a la literatura del método de evaluación de pavimentos PCI (Pavement Condition Index) en los pavimentos flexibles se puede identificar las siguientes fallas (Vásquez Varela, 2002):

2.5.1. Falla # 1. Grietas de Fatiga

Las *grietas de fatiga* o *piel de cocodrilo* son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito (Vásquez Varela, 2002).

El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos, cuyo lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m (Vásquez Varela, 2002).

Otra causa que contribuye a que se produzca este tipo de falla, es el envejecimiento del ligante asfáltico, que trae consigo la pérdida de flexibilidad del pavimento. Esta falla desarrolla un patrón que se asemeja a una *mallá de gallinero* o a la *piel de cocodrilo*. La *piel de cocodrilo* se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de Severidad (Pontificia Universidad Javeriana, 2002)

- **Baja.** - Fisuras finas longitudinales menores a 2 mm de ancho, que se desarrollan de forma paralelas entre sí, con ninguna o pocas intersecciones, formando mallas superiores a 50 x 50 cm. No hay desmembramiento de material de los lados.
- **Media.** – Fisuras moderadas de ancho menor a 5 mm. Desarrollo mayor de las fisuras formando una red o mosaico de 20 x 20 a 50 x 50 cm. Algunas fisuras pueden estar moderadamente desmembradas.
- **Alta.** - Amplio desarrollo de la red de fisuras con significativo desmembramiento. Formando redes menores de 20 x 20 cm. Algunas piezas pueden moverse bajo el tráfico.

Medición.

Las grietas de fatiga se miden en m² de área. La mayor dificultad al medir esta falla es que el fisuramiento puede presentarse a 2 o 3 niveles de severidad dentro del área afectada. De ser posible se tratará de registrar cada nivel por separado; caso contrario se registrará la falla en su nivel de severidad más alto para toda el área.

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada, sello superficial, sobrecarpeta.
- **Media.** – Parcheo parcial o profundo, sobrecarpeta. Reconstrucción.
- **Alta.** - Parcheo parcial o profundo. Sobrecarpeta. Reconstrucción.

En la Figura 7 se muestra la falla piel de cocodrilo, con severidad alta, localizada en el tramo Cojitambo – Déleg, abscisa 12+200.

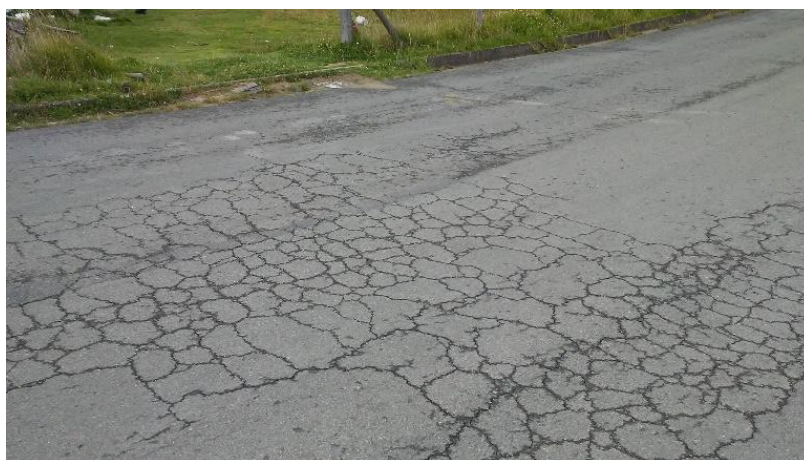


Figura 7: Falla Piel de Cocodrilo Abs. 12 +200, tramo Cojitambo - Déleg.

2.5.2. Falla # 2. Exudación

La *exudación* es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa, se origina por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire (Vásquez Varela, 2002).

La exudación es produce cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de Severidad (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** -. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos, se detecta durante pocos días del año.
- **Media.** - El asfalto se pega a los zapatos y a los neumáticos de los vehículos durante pocas semanas del año.
- **Alta.** - El asfalto se pega a los zapatos y a los neumáticos de los vehículos durante varias semanas del año.

Medición.

La exudación se mide en m² de superficie. Cuando se cuantifica la exudación no se considera el agregado pulido.

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada.
- **Media.** - Se aplica arena / agregados y compactado.
- **Alta.** - Se aplica arena / agregados y compactado (precalentando si fuera necesario).

La Figura 8 presenta una muestra de exudación con severidad baja, localizada en el tramo Cojitambo – Déleg, abscisa 9 +530.



Figura 8: Falla Exudación Abs. 9+530, tramo Cojitambo – Déleg.

2.5.3. Falla # 3. Fisuras en bloque

Las fisuras en bloque son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variable, desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m, se originan por contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diario, originando ciclos de esfuerzo - deformación. Las grietas en bloque no están asociadas a cargas y ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Esta falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de Severidad (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

- **Baja.** - Los bloques se definen como fisuras de ancho menor a 3 mm.
- **Media.** - Los bloques se definen como grietas múltiples de ancho entre 3 y 10 mm.
- **Alta.** - Los bloques se definen como grietas múltiples no interconectadas de ancho mayor a 10 mm.

Medición.

El fisuramiento en bloque se mide en m² de área afectada. Generalmente se manifiesta con la misma severidad en toda el área, sin embargo, si hubiera diferentes severidades se deberán registrar separadamente.

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm. Riego de sello.
- **Media.** - Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.
- **Alta.** - Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobrecarpeta.

En la Figura 9 se muestra la formación de fisuras en bloque de severidad media en el tramo Azogues – Cojitambo, en la abscisa 2 + 250.



Figura 9: Falla Fisuras en bloque Abs 2+250, tramo Azogues- Cojitambo.

2.5.4. Falla # 4. Desniveles localizados

Los desniveles localizados son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia arriba y abajo respectivamente en la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la carretera.

Difieren de los desplazamientos porque no son causados por inestabilidad del pavimento, sino que pueden ser producto de varios factores, tales como: (Vásquez Varela, 2002)

- Levantamiento de losas de hormigón de un pavimento rígido recubierto con una carpeta asfáltica.
- Infiltración y elevación de material en una grieta en combinación con cargas de tránsito.
- Expansión del suelo de fundación por congelación.
- Deficiencias en el drenaje del paquete estructural del pavimento.

Los desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes y largas depresiones, se llama ondulaciones.

Niveles de Severidad.

- ***Baja.*** - Desniveles que causan cierta vibración o balanceo en el vehículo, sin generar incomodidad.
- ***Medida.*** - Desniveles que causan cierta vibración o balanceo en el vehículo, que genera cierta incomodidad.

- **Alta.** - Desniveles que causan cierta vibración o balanceo en el vehículo, que genera una sustancial incomodidad y/o riesgo para la circulación, siendo necesario reducir significativamente la velocidad.

Medición.

Los desniveles se miden en metros lineales.

Si los desniveles se manifiestan en dirección perpendicular al tráfico y están espaciados a distancias menores de 3 metros, la falla se denomina “Corrugación” (Falla 5).

Si el desnivel se manifiesta en combinación con fisuramiento, éste también se registrará separadamente

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada.
- **Media.** - Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.
- **Alta.** - Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.

La Figura 10 indica la formación de abultamientos y hundimientos de severidad baja, en la abscisa 21 + 000 en el sector La Raya.



Figura 10: Falla abultamiento y hundimientos. Abs 21 +000, sector La Raya.

2.5.5. Falla # 5. Corrugación

La corrugación es una serie de ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy próximas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares, menores a 3.00 m a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito.

Este tipo de falla es causada por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de severidad

- **Baja.** - Buena calidad de tránsito.
- **Media.** - Mediana calidad de tránsito.
- **Alta.** - Mala calidad de tránsito.

Medición

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

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada.
- **Media.** - Reconstrucción.
- **Alta.** - Reconstrucción.

En la Figura 11 se muestra la presencia de corrugación de severidad de severidad media en la abscisa 5 + 500 aproximadamente, en el tramo de vía Azogues – Cojitambo.



Figura 11: Falla Corrugación. Abs. 5+500 tramo Azogues- Cojitambo.

2.5.6. Falla # 6. Depresión.

Son áreas localizadas de la superficie del pavimento con niveles ligeramente más bajos que el pavimento a su alrededor. En múltiples ocasiones, las depresiones suaves sólo son notorias por la presencia de manchas de agua almacenada después de la lluvia.

Las depresiones son formadas por el asentamiento de la subrasante o por una construcción incorrecta, además originan alguna rugosidad y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua, los neumáticos de un vehículo pierden adherencia con la superficie del pavimento. Los hundimientos a diferencia de las depresiones son las caídas bruscas del nivel (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de severidad (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

Máxima profundidad de la depresión:

- **Baja.** - 13.0 a 25.0 mm (1/2" a 1")
- **Media.** - 25.0 a 51.0 mm (1" a 2")
- **Alta.** - más de 51.0 mm (más de 2")

Medición

Se mide en metros cuadrados m² (o pies cuadrados) del área afectada.

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - No se hace nada.
- **Media.** - Parcheo superficial, parcial o profundo.
- **Alta.** - Parcheo superficial, parcial o profundo.

La Figura 12 presenta un ejemplo de depresión de severidad alta, en el Tramo Cojitambo - Déleg, en la abscisa 10 + 890.



Figura 12: Falla Depresión. Abs 10 + 890, tramo Cojitambo- Déleg.

2.5.7. Falla # 7. Fisuras de Borde

Las fisuras de borde son grietas paralelas que se encuentran a una distancia de 0.30 a 0.50 m del borde exterior del pavimento.

Ese tipo de falla se incrementa por la carga de tránsito y se origina debido al debilitamiento de la base o de la subrasante en áreas muy próximas al borde del pavimento, a causa de condiciones climáticas o por efecto abrasivo de arena suelta en el borde, que provoca peladuras que conducen a la desintegración.

Si el área entre la fisura y el borde del pavimento se encuentra agrietada, entonces pueden producirse desprendimientos, llegando al punto en que los fragmentos pueden removerse.

Niveles de severidad (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.
- **Media.** - Grietas medias con algo de fragmentación y desprendimiento.
- **Alta.** - Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde, reduciendo el ancho de la calzada.

Medición

La *grieta de borde* se mide en metros lineales (o pies lineales) (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
- **Media.** - Sellado de grietas. Parcheo parcial, parcheo profundo.
- **Alta.** - Parcheo parcial, parcheo profundo.

En la Figura 13 se observa la presencia de una fisura de borde de severidad media, localizada en el tramo Azogues – Cojitambo en la abscisa 2 +100 aproximadamente.



Figura 13: Falla de Borde. Abs 2 +100, tramo Azogues- Cojitambo.

2.5.8. Falla # 8. Fisuras de reflexión de junta (de losas de concreto longitudinales o transversales)

Este daño ocurre solamente en pavimentos con superficie asfáltica contruidos sobre una losa de concreto de cemento Portland. No incluye las grietas de reflexión de otros tipos de base (por ejemplo, estabilizadas con cemento o cal) (Vásquez Varela, 2002).

Estas grietas son causadas principalmente por el movimiento de la losa de concreto de cemento Portland, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de concreto

asfáltico. Este daño no está relacionado con las cargas; sin embargo, las cargas del tránsito pueden causar la rotura del concreto asfáltico cerca de la grieta (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de Severidad.

Existe una de las siguientes condiciones (Vásquez Varela, 2002):

- ***Baja.***
 - a) Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
 - b) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).
- ***Media.***
 - a) Grieta sin relleno con ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
 - b) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
 - c) Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.
- ***Alta.***
 - a) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta severidad.
 - b) Grietas sin relleno de más de 76.0 mm.
 - c) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas (la grieta está severamente fracturada).

Medición.

La grieta de reflexión *de junta* se mide en metros lineales (o pies lineales). La longitud y nivel de severidad de cada grieta debe registrarse por separado. Por ejemplo, una grieta de 15.0 m puede tener 3.0 m de grietas de alta severidad; estas deben registrarse de forma separada. Si se presenta un abultamiento en la grieta de reflexión esta también debe registrarse (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de Reparación (Vásquez Varela, 2002).

- ***Baja.*** - Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

- **Media.** - Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.
- **Alta.** - Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.

En la Figura 14 se muestra el modo de falla de fisuras de reflexión de junta, tomado del manual de evaluación de pavimentos (Universidad Nacional de Ingeniería), puesto que este tipo de falla no se ha encontrado en el pavimento objeto de análisis.



Figura 14: Falla Fisuras de reflexión de junta (Manual de Evaluación de Pavimentos).

2.5.9. Falla # 9. Desnivel Carril – Berma

El desnivel carril-berma es la diferencia de elevación (niveles) entre el borde del pavimento y la berma. Esta falla es causada por la erosión de la berma; el asentamiento de la berma; o por la colocar carpetas adicionales en la calzada, sin ajustar el nivel de la berma (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de severidad

La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre (Vásquez Varela, 2002):

- **Baja.** - 25.0 y 51.0 mm.
- **Media.** - 51.0 mm y 102.0 mm.
- **Alta.** - mayor que 102.00 mm.

Medición.

El desnivel carril/berma se mide en metros lineales (o pies lineales).

Opciones de reparación

- **Baja - Media - Alta.** - Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril (Vásquez Varela, 2002).

En la Figura 15 se puede observar el desnivel entre el carril y la berma, localizado en el sector de la Entrada a Déleg en la Abcisa 15 +000.



Figura 15: Falla Desnivel Carril – Berma, sector Déleg.

2.5.10. Falla # 10. Fisuras Longitudinales y Transversales.

Las **fisuras longitudinales** son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Estos daños no están asociados con la carga vehicular, pueden ser causados por (Vásquez Varela, 2002):

- Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas, al endurecimiento del asfalto o a la variación diaria de temperatura.
- Juntas de construcción pobremente construidas, o ausencia de ellas.
- Fisuras de reflexión causadas por agrietamientos bajo la capa superficial, incluyendo grietas en losas de concreto, pero no juntas de pavimento rígido.
- Uso de ligantes (asfaltos) muy duros o envejecidos.
- Gradiente térmico superior a los 30° C que produce ciclos de expansión - contracción de la mezcla asfáltica.

Las **grietas transversales** se extienden a través del pavimento formando ángulos casi rectos con el eje del pavimento o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga (Vásquez Varela, 2002).

Niveles de Severidad.

Existe una de las siguientes condiciones (Vásquez Varela, 2002):

- **Baja.**

- a) Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
- b) Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).
- **Media.**
 - a) Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
 - b) Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
 - c) Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.
- **Alta.**
 - a) Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
 - b) Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
 - c) Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

Medición.

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales (o pies lineales). La longitud y severidad de cada grieta debe registrarse después de su identificación. Si la grieta no tiene el mismo nivel de severidad a lo largo de toda su longitud, cada porción de la grieta con un nivel de severidad diferente debe registrarse por separado. Si ocurren abultamientos o hundimientos en la grieta, estos deben registrarse (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
- **Media.** - Sellado de grietas.
- **Alta.** - Sellado de grietas. Parcheo parcial.

En la Figura 16 se puede observar la presencia de fisuras transversales de severidad media, en el tramo Déleg – La Raya, sector Pasavalle. En tanto la Figura 17 se distingue una fisura longitudinal de severidad media, en el sector La Villa, en el tramo Cojitambo – Déleg.



Figura 16: Falla Fisura transversal, sector Pasavalle.



Figura 17: Falla Fisura Longitudinal, Sector La Villa.

2.5.11. Falla # 11. Parches y parches de cortes utilitarios

Un parche es un área de pavimento que, al estar en mal estado, ha sido remplazada con material nuevo para reparar el pavimento existente.

Los parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, puesto que se considera un defecto, usualmente un área parchada o el área adyacente no se comportan óptimamente como la sección original de pavimento.

Niveles de Severidad (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - El parche está en buena condición y es satisfactorio. La calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.
- **Media.** - El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.
- **Alta.** - El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de alta severidad. Requiere pronta sustitución.

Medición.

Los parches se miden en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada. Si un solo parche tiene áreas de diferente severidad, estas deben medirse y registrarse de forma separada (Vásquez Varela, 2002).

Debe considerarse en el caso de existir otros daños, estos no se registran dentro de un parche; Además si una cantidad considerable de pavimento ha sido reemplazada, esta no se registra como un parche, sino como un nuevo pavimento.

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - No se hace nada
- **Media.** - No se hace nada. Sustitución del parche.
- **Alta.** - Sustitución del parche.

En la Figura 18 se puede observar la presencia de un parche de severidad alta en el tramo Déleg – La Raya.



Figura 18: Falla Parches y Parches de cortes utilitarios, tramo Déleg – La Raya.

2.5.12. Falla # 12. Agregado Pulido

El agregado pulido es la pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento, que se produce cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto.

Este daño es causado por (Vásquez Varela, 2002):

- La repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente.
- Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo.

- El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto.

Niveles de severidad (Vásquez Varela, 2002).

- **Alta.** - Se define un solo nivel de severidad. El grado de pulimento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación y contabilizado como defecto.

Medición.

Se mide en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada. Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta el pulimento de agregados (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación.

Alta. - Tratamiento superficial, fresado y sobrecarpeta (Vásquez Varela, 2002).

En la Figura 19 se puede observar una parte del pavimento afectado por el pulimento del agregado esto se localiza en el tramo Azogues – Cojitambo, en el sector de Mururco.



Figura 19: Falla Agregado Pulido, sector Mururco.

2.5.13. Falla # 13. Baches

Los baches son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento de diámetro menor a 0.9 m, con forma de tazón. Presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla.

Los baches pueden ser ocasionados por los siguientes factores (Vásquez Varela, 2002):

- La acción del tráfico sobre la superficie del pavimento produce la desintegración de pequeños pedazos del pavimento.

- Presencia de mezclas pobres en la superficie del pavimento, o puntos débiles de la base o la subrasante.
- Áreas de pavimento con presencia de piel de cocodrilo de severidad alta.
- Subdrenaje inadecuado.

El crecimiento de los baches se acelera por la acumulación de agua dentro del mismo (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

Niveles de severidad.

Los niveles de severidad para los baches de diámetro menor que 76.2 cm están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos, de acuerdo con la Tabla 9 (Vásquez Varela, 2002).

Tabla 9: Diámetro – Profundidad de baches (Manual de evaluación de Pavimentos).

Profundidad máxima del bache	Diámetro promedio del bache (cm)		
	12 a 20.3 cm	20.3 a 45.7 cm	45.7 a 76.2 mm
1.27 a 2.5 cm	B	B	M
2.5 a 5.0 cm	B	M	M
>5.0 cm	M	M	A

- Si el diámetro del bache es mayor que 76.2 cm, debe medirse el área en metros cuadrados y dividirla entre 0.47 m² para hallar el número de huecos equivalentes.
- Si la profundidad es menor o igual que 2.5 cm, los baches se consideran como de severidad media.
- Si la profundidad es mayor que 2.5 cm la severidad se considera como alta.

Medición.

Los baches se miden por unidad, contando aquellos que sean de severidades baja, media y alta, y registrándolos por separado (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002).

- **Baja.** - No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
- **Media.** - Parcheo parcial o profundo.
- **Alta.** - Parcheo profundo.

En la Figura 20 se muestra la formación de un conjunto de baches de severidad media en la abscisa 16 + 000 cerca de la cabecera cantonal Déleg.



Figura 20: Falla Baches, sector Déleg.

2.5.14. Falla # 14. Cruce de Vía Férrea.

La falla de cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

Niveles de severidad (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.
- **Media.** - El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta.** - El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

Medición.

El área del cruce se mide en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada (Vásquez Varela, 2002).

Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse.

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada.
- **Media.** - Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.
- **Alta.** - Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce.

Este tipo de falla no se ha encontrado a lo largo de la vía analizada. En la Figura 21 se muestra un esquema de la falla de cruce de vía férrea de severidad media, tomado del manual de evaluación de PCI de pavimentos (Universidad Nacional de Ingeniería).



Figura 21: Falla Cruce de Vía Férrea (Manual de Evaluación de Pavimentos).

2.5.15. Falla # 15. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua en la superficie a lo largo de la trayectoria de las ruedas del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante.

Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad y una deformación permanente en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico.

Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Otras causas son:

- Mezcla asfáltica inestable.
- Exceso de ligantes de riegos.
- Deficiente sistema de drenaje.
- Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.
- Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad.
- Estacionamiento prolongado de vehículos pesados.

Niveles de severidad. (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

Profundidad media del ahuellamiento:

- **Baja.** - 6.0 a 13.0 mm.
- **Media.** - 13.0 mm a 25.0 mm.
- **Alta.** - > 25.0 mm.

Medición

El ahuellamiento se mide en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada y su severidad está definida por la profundidad media de la huella. La profundidad media del ahuellamiento se calcula colocando una regla perpendicular a la dirección del mismo, midiendo su profundidad, y usando las medidas tomadas a lo largo de aquel para calcular su profundidad media (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.
- **Media.** - Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.
- **Alta.** - Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

En la Figura 22 se indica la falla por ahuellamiento, de severidad baja en el sector de Cojitambo, en la abscisa 8 +100.



Figura 22: Falla Ahuellamiento, sector Cojitambo.

2.5.16. Falla # 16. Desplazamientos

El desplazamiento es un corrimiento longitudinal y permanente de un área localizada de la superficie del pavimento producido por las cargas del tránsito formando una especie de cordones laterales (Vásquez Varela, 2002).

Esta falla ocurre cuando el tránsito empuja contra el pavimento, produce una onda corta y abrupta en la superficie. Normalmente, este daño sólo ocurre en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (Vásquez Varela, 2002).

Los desplazamientos también ocurren cuando pavimentos de concreto asfáltico confinan pavimentos de concreto de cemento. La longitud de los pavimentos de concreto de

cemento se incrementa causando el desplazamiento del concreto asfáltico (Vásquez Varela, 2002).

Otras causas son:

- Exceso de asfalto o de vacíos constituyendo mezclas inestables.
- Falta de confinamiento lateral.
- Adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación.

Niveles de severidad

- ***Baja.*** - Buena calidad de tránsito.
- ***Media.*** - Mediana calidad de tránsito.
- ***Alta.*** - Mala calidad de tránsito.

Medición

Los *desplazamientos* se miden en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada.

Los desplazamientos que ocurren en parches se consideran para el inventario de daños como *parches*, no como un daño separado (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- ***Baja.*** - No se hace nada. Fresado.
- ***Media.*** - Fresado. Parcheo parcial o profundo.
- ***Alta.*** - Fresado. Parcheo parcial o profundo.

La Figura 23 muestra un conjunto de desplazamientos de la carpeta asfáltica, de severidad baja, localizados en el tramo Déleg – La Raya, en la abscisa 19 +000.



Figura 23: Falla Desplazamiento, tramo Déleg- La Raya.

2.5.17. Falla # 17. Fisura parabólica o por deslizamiento

Las fisuras parabólicas o por deslizamiento son grietas en forma de media luna, que se presentan de manera transversal a la dirección del tránsito. Esta falla ocurre en presencia de una mezcla asfáltica de baja resistencia, o de una liga pobre entre la superficie y la capa siguiente en la estructura de pavimento. Este daño no tiene relación alguna con procesos de inestabilidad geotécnica de la calzada (Vásquez Varela, 2002).

Las fisuras parabólicas son causadas por los siguientes factores:

- Frenado de las ruedas de los vehículos o giro debido a un cambio de dirección, originando el deslizamiento y deformación de la superficie del pavimento.
- Deficiente adherencia en capas superpuestas o presencia de polvo.
- Exceso de ligante o falta de riego de liga.
- Alto contenido de arena fina en la mezcla.

Nivel de severidad.

Existe una de las siguientes condiciones (Vásquez Varela, 2002):

- **Baja.** - Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.
- **Media.**
 - a) Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 38.0 mm.
 - b) El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.
- **Alta.**
 - a) Ancho promedio de la grieta mayor que 38.0 mm.
 - b) El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

Medición

Las grietas parabólicas se miden en metros cuadrados (o pies cuadrados) y se califica según el nivel de severidad más alto presente en la misma (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada. Parcheo parcial.
- **Media.** - Parcheo parcial.
- **Alta.** - Parcheo parcial.

En la Figura 24 se indica una fisura parabólica de severidad alta, que afecta todo el ancho de la vía, está localizada en las cercanías de la Parroquia Cojitambo, en el tramo Cojitambo – Déleg.



Figura 24: Falla Fisura parabólica o por Deslizamiento, sector Cojitambo.

2.5.18. Falla # 18. Hinchamiento.

El *hinchamiento* se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento en forma de una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m que puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos (Vásquez Varela, 2002).

Nivel de severidad (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad. El hinchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de velocidad sobre la sección de pavimento. Si existe un hinchamiento se producirá un movimiento hacia arriba.
- **Media.** - El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.
- **Alta.** - El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medición

El hinchamiento se mide en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada.
- **Media.** - No se hace nada. Reconstrucción.
- **Alta.** - Reconstrucción.

La Figura 25 muestra un hinchamiento de la estructura del pavimento de severidad alta, localizada cerca de la cabecera cantonal de Déleg, en la abscisa 14 +400.



Figura 25: Falla por Hinchamiento, sector Déleg. Abs 14 +400.

2.5.19. Falla # 19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

La peladura por intemperismo y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad (Vásquez Varela, 2002).

Las principales causas de este tipo de fallas son:

- Cargas de tráfico especiales como es el caso de vehículos de orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos.
- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.
- Falla de adherencia agregado - asfalto debido al efecto de agentes externos.

Niveles de severidad.

- **Baja.** - Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda (Vásquez Varela, 2002).
- **Media.** - Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda (Vásquez Varela, 2002).

- **Alta.** - Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada.

Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10 mm y profundidades menores que 13 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran *baches*. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto (Vásquez Varela, 2002).

Medición

La meteorización y el desprendimiento se miden en metros cuadrados (o pies cuadrados) de área afectada (Vásquez Varela, 2002).

Opciones de reparación (Vásquez Varela, 2002)

- **Baja.** - No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
- **Media.** - Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.
- **Alta.** - Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles de severidad media y alta, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.

En la Figura 26 se pudo observar que la estructura del pavimento falla por interperismo de severidad alta, ubicado en el sector Pasavalle, en el tramo Déleg – La Raya.



Figura 26: Falla intemperismo y desprendimiento de agregados, sector Pasavalle.

2.6. METODOLOGIA DE EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Como ya se mencionó anteriormente los pavimentos pueden presentar fallas de orden funcional o estructural. Es por ello que debe realizarse una evaluación del estado del pavimento, tanto desde el punto de vista del nivel de servicio que otorga al usuario, como de la capacidad de resistir las solicitaciones de cargas durante un periodo de su vida útil.

La evaluación debe ser objetiva, ya que es fundamental para determinar las acciones de conservación más adecuadas que deben ser aplicadas en el pavimento evaluado.






2.6.1. Índice de condición del pavimento.

El método PCI (Pavement Condition Index) constituye el modo más completo para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos (Vásquez Varela, 2002), consiste en la determinación de un índice de la calidad estructural y de la condición de operación de la superficie a través de una inspección visual para identificar las fallas presentes en el pavimento, su grado de severidad y cantidad.

Dada la gran cantidad de combinaciones posibles, el método introduce factores de ponderación, llamados “valores deducidos”, para indicar en qué grado afecta a la condición del pavimento cada combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad) (Vásquez Varela, 2002).

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado (Vásquez Varela, 2002). En la Tabla 10 se indica los rangos de PCI con su descripción cualitativa de la condición del pavimento y simbología correspondiente.

Tabla 10: Rango de PCI (NEVI-12-MTOP, 2013).

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

2.6.2. Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento

La evaluación de la condición de un pavimento flexible consiste en varias etapas en las cuales se identifica en campo los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos, para luego calcular el PCI de la vía, mismo que se basa en los “*valores deducidos*” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas (Vásquez Varela, 2002).

Estas etapas se describen a continuación, tomando en consideración el manual del índice de condición de pavimento PCI (Vásquez Varela, 2002):

2.6.2.1. Identificación de tramos

Cuando se realiza la evaluación de pavimentos, generalmente se trata de redes viales de grandes longitudes, por lo que se debe identificar tramos o áreas en el pavimento, tales como caminos y estacionamientos, tomando en cuenta criterios como: estructura del pavimento, historia de construcción, condiciones de tráfico, clasificación cualitativa del pavimento. En el caso de presentar características diferentes se debe dividir en tramos que posean similares características.

2.6.2.2. Determinación de Unidades de Muestreo

Considerando las características del tramo de pavimento, cada tramo se divide en secciones de pavimento cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura (Vásquez Varela, 2002).

Para caminos sin pavimento y para caminos recubiertos de asfalto (incluido asfalto sobre concreto), una unidad de prueba está definida como un área de $232 \pm 93 \text{ m}^2$ (2500 ± 1000 pies). El número total de unidades de muestra de una sección se determina a partir de la ecuación 26.

$$N = \frac{A_{TT}}{A_S} \quad (26)$$

donde:

N = número total de unidades de muestra en la sección

A_{TT} = área total del tramo

A_S = área de la sección

En la Tabla 11 se presentan algunas relaciones longitud - ancho de calzada pavimentada, recomendadas por la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12).

Tabla 11: Longitud de unidad de muestreo- ancho de calzada (NEVI-12-MTOP, 2013).

Ancho de calzada (m)	Longitud. unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

2.6.2.3. Determinación de las unidades de muestreo para evaluación

De acuerdo a las recomendaciones dadas por el PCI (Vásquez Varela, 2002), en la evaluación de un proyecto, lo óptimo es inspeccionar todas las unidades, y en caso de no ser posible esta inspección, el número mínimo de unidades de muestreo a evaluarse se determina a partir de la Ecuación 27, misma que tiene una confiabilidad del 95% (produce un estimado del $PCI \pm 5$ del promedio verdadero) (Vásquez Varela, 2002).

$$n = \frac{Ns^2}{\left(\frac{e^2}{4}\right)(N-1) + s^2} \quad (27)$$

donde:

n = número mínimo de muestras a ser evaluado

N = número total de unidades de muestra de la sección de pavimento analizado

s = desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección

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

Al realizar la inspección se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada luego de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el número muestra a evaluarse “n” (Universidad Mayor San Simón, 2004).

El valor actual de la desviación estándar se puede calcular mediante la ecuación 28:

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_s)^2}{n-1} \right)^{1/2} \quad (28)$$

donde:

PCI_i = valor PCI de las unidades de muestra inspeccionadas i

$PCIs$ = valor PCI de la sección

n = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas

Cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que cinco ($n < 5$), se deben evaluar todas las muestras (Vásquez Varela, 2002).

2.6.2.4. Cálculo de intervalos de espaciamiento para evaluación

Las muestras a ser evaluadas deben estar ubicadas a distancias iguales a lo largo de toda la sección. El intervalo del espaciamiento “ i ” de las unidades a ser muestreadas se calcula a través de la Ecuación. 29, redondeando el resultado al próximo número entero menor:

$$i = N/n \quad (29)$$

donde:

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

n = número mínimo de muestra a ser evaluado.

La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es seleccionada al azar entre las unidades de muestra 1 hasta “ i ”. Las siguientes unidades de muestra en la sección a ser inspeccionadas son incrementos sucesivos del intervalo “ i ” después de la primera unidad seleccionada al azar.

2.6.2.5. Selección de unidades de muestreo adicionales.

Las unidades de muestra escogidas por el usuario para evitar la exclusión de algunas unidades de muestreo en muy mal estado y/o fallas no representativas, consideradas como “unidades de muestra adicionales” y deben ser inspeccionadas y evaluadas.

Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección (Vásquez Varela, 2002).

2.6.2.6. Inspección de campo y evaluación de la condición del pavimento

Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra seleccionada, identificando el tramo, número y tipo de unidad de muestra (al azar o adicional).

Realizar la inspección de las fallas existentes y determinar su tipo, cantidad y nivel de severidad, registrar la información obtenida en formatos previamente establecido. Es importante verificar las dimensiones de unidad de muestra medidas manualmente.

El equipo mínimo para la inspección en campo está conformado por (Vásquez Varela, 2002):

- Odómetro manual, usado para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para determinar las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de daños del PCI con los formatos correspondientes.

2.6.2.7. Cálculo del PCI de una unidad de muestra.

El cálculo del PCI se realiza siguiendo los siguientes pasos, de acuerdo a la metodología recomendada en el Manual del PCI para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

- Sumar la cantidad total de cada tipo de falla para cada nivel de severidad y registrar esta información como “*Total de Severidades*”. La medición de los daños depende del tipo de falla considerada, puede ser en área, longitud ó por número.
- Dividir la cantidad total de cada tipo de falla en cada nivel de severidad (total de severidades) entre el área total de la unidad de muestra y expresar el resultado en porcentaje para obtener la “densidad porcentual de daño”.
- Determinar el **valor deducido (DV)** para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad utilizando las curvas de valor deducido de fallas (**Anexo 3**).
- Calcular el **valor de deducción total (VDT)**, que es igual a la sumatoria de todos los valores de deducción de cada tipo de falla individual.
- Determinar: el máximo **valor deducido corregido (CDV)** y el número de valores deducidos que sean mayores que dos (2) (**valor “q”**).
- Si ninguno o solamente un valor deducido individual es mayor que dos (2). El valor total (VDT) es usado en lugar del máximo CDV para determinar el PCI. De lo contrario crear una lista de valores deducidos individuales en orden descendente.
- Determinar el número de deducciones permisibles, “m”, a través de la ecuación 30, mismo que debe ser menor o igual a diez.

$$m = 1 + \frac{9}{98} * (100 - HDV) \leq 10 \quad (30)$$

donde:

m = número máximo admisible de valores deducidos incluyendo fracciones.

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

- El número de valores deducidos individuales es reducido al máximo admisible de valores deducidos “m”, incluyendo su parte fraccionaria (producto del menor valor deducido y la parte fraccionaria). En el caso de haber menor número de valores deducidos que m se utiliza los valores disponibles (**valor “Q”**).
- Reducir a 2 el menor de los “Valores Deducidos” individuales mayores que 2 y repetir este proceso de forma iterativa hasta que “Q” sea igual a 1.
- Sumar los valores deducidos individuales para determinar el “**Valor Deducido Total**” (CDT).
- Ingresar en la curva de corrección para pavimentos flexibles (**Anexo 4**), para determinar el CDV en función de “Q” y “CDT”.
- Encontrar “**HDV**”, que es el mayor de todos los CDVs.
- Calcular el PCI restándole a 100 el valor de HDV (Ecuación 31).

$$PCI_m = 100 - HDV \quad (31)$$

2.6.2.8. Cálculo del PCI de un tramo de vía.

Para el cálculo del PCI del tramo de vía se considera:

- Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.
- Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas.
- Si se usaron unidades de muestreo adicionales, es decir, fueron detectadas fallas puntuales cuya presencia no se debía generalizar, razón por la cual les fue estimado un PCI particular o adicional, se usa un promedio ponderado calculado mediante la ecuación 32:

$$PCI_S = \frac{(N - A) * PCI_R + A * PCI_A}{N} \quad (32)$$

donde:

PCI_S = PCI del tramo de vía

PCI_R = PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas

PCI_A = PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales

N= Número total de unidades de muestreo en la sección

A= Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas

2.7. REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

El mantenimiento vial está constituido por el conjunto de trabajos viales y ambientales que se realizan oportunamente para conservar en buen estado las condiciones físicas de la estructura de una vía y evitar su deterioro físico prematuro, garantizando la seguridad de los usuarios de la vía (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

2.7.1. Clasificación de actividades de mantenimiento vial.

La clasificación de las actividades de conservación vial puede realizarse en función de la magnitud y frecuencia con que se realizan dichas actividades.

- En función de la magnitud de los trabajos necesarios, las actividades de mantenimiento pueden ser preventivos y correctivos, estos trabajos desde una intervención simple hasta una intervención más complicada y por ende más costosa.
- En función de la frecuencia con que se repiten, las actividades pueden ser rutinarias y periódicas.

En base a estas consideraciones, las actividades de mantenimiento se definen de la siguiente manera:

2.7.1.1. Mantenimiento rutinario

Es el conjunto de actividades que se ejecutan de forma permanente a lo largo de la vía y que se realizan diariamente en los diferentes tramos de la vía. Tiene como finalidad principal la preservación de todos los elementos del camino, conservando las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación (Peña Miranda, 1996).

Dentro de este tipo de mantenimiento se considera las siguientes actividades (Jugo B, 2005):

- Limpieza del sistema y obras de drenaje
- Corte de la vegetación cercana a la vía
- Reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma

2.7.1.2. Mantenimiento periódico

Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos de más de un año y que tienen el propósito de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores, evitando la aparición y/o agravamiento de daños mayores.

Dentro de este tipo de mantenimiento se considera las siguientes actividades (Jugo B, 2005):

- Reconformación de la plataforma existente
- Reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino
- Mantener adecuadamente las señales
- Estabilización y protección de los taludes
- Sellado de grietas
- Bacheo de emergencia, superficial, de carpeta o profundo
- Sello asfáltico localizado
- Nivelación localizada
- Fresado y/o texturización localizada

2.7.1.3. Mantenimiento Preventivo.

El mantenimiento preventivo consiste en realizar el mantenimiento rutinario, con la finalidad de evitar que se produzca su deterioro prematuro y cuando se hayan cambiado sus condiciones de bueno a un estado regular, efectuar el mantenimiento periódico, en forma cíclica, con operaciones oportunas para recuperar las condiciones viales iniciales, que fueron afectadas por el uso (Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú, 2006). El mantenimiento preventivo incluye aquellas acciones menores tanto programadas como de emergencia.

2.7.1.4. Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo consiste en aquellas actividades programadas y ejecutadas para el mejoramiento sustancial del pavimento, orientadas a corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas, incluye actividades que se aplican a toda el área de un tramo que pueden estar precedidas por acciones preparatorias de mantenimiento preventivo (Jugo B, 2005).

El mantenimiento correctivo es recomendable aplicar antes que la condición del pavimento alcance un estado crítico, (condición regular-baja) dentro de la zona “óptima” de rehabilitación. Se debe procurar no llegar a un nivel de servicio de una vía por debajo del mínimo aceptable desde el punto de vista funcional (condición mala) (Jugo B, 2005).

Dentro de este tipo de mantenimiento se considera las siguientes actividades:

- Tratamientos superficiales
- Capas asfálticas
- Remoción por fresado
- Reciclado en frío o en caliente

2.7.1.5. Mantenimiento de emergencia

El mantenimiento de emergencia consiste en las actividades e intervenciones aplicadas en forma urgente que se realizan como consecuencia de situaciones de fuerza mayor, como desastres naturales, con el propósito de mantener habilitada la vía (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones Paraguay, 2011).

2.7.2. Rehabilitación de pavimentos.

La rehabilitación de pavimentos flexibles implica acciones que conducen a un mejoramiento en la condición del pavimento, recuperando las condiciones iniciales de la vía, a fin de que cuente con la capacidad estructural adecuada para resistir el tránsito por acumularse, sin que existan modificaciones geométricas en la sección transversal. Entre las acciones de rehabilitación están:

- Modificación de materiales
- Estabilización de la calzada
- Transformación en concreto compactado
- Reconstrucción

2.7.3. Relación entre el PCI, el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

En el proceso de conservación vial de pavimentos flexibles existen distintos niveles de intervención que depende de la condición del pavimento ya que, pasado un grado de deterioro del pavimento, actividades de mantenimiento no es suficiente y se requieren de obras de rehabilitación que conducen a un mejoramiento en la condición del pavimento.

En la Tabla 12 se muestra la categoría de intervención para cada rango de PCI de un pavimento flexible, recomendado por el manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles (Jugo B, 2005).

Tabla 12.: Correlación de categoría de acción con un rango de PCI (Jugo B, 2005).

Categoría de acción	Rango	Clasificación	Simbología
Mantenimiento Preventivo	100 – 85	Excelente	
Mantenimiento Preventivo Rutinario y/o Periódico	85 – 70	Muy Bueno	
	70 – 55	Bueno	
Mantenimiento Correctivo	55 – 40	Regular	
Rehabilitación – Refuerzo Estructural	40 – 25	Malo	
Rehabilitación – Reconstrucción	25 – 10	Muy Malo	
	10 – 0	Fallado	

2.8. SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Un Sistema de Administración de Pavimentos (Pavement Management System, PMS), consiste en un método para seleccionar las necesidades de Mantenimiento y Rehabilitación y determinar las prioridades y el tiempo óptimo para repararlo por predicción futura de la condición del pavimento (Universidad Mayor San Simón , 2004).

Un sistema de gestión de pavimentos trae consigo los siguientes beneficios (Higuera Sandoval, 2012):

- Adecuada conservación de las vías de la red a un costo apropiado
- Mantenimiento de la red vial siguiendo un programa a largo plazo
- Optimización de las inversiones y los beneficios de la red
- Control permanente de los efectos del medio ambiente sobre la vía
- Efectividad de las acciones de conservación
- Preservación del pavimento ante el incremento de las cargas
- Valoración de la capacidad estructural de los pavimentos y, si es el caso, definición de las causas de las deficiencias y problemas existentes
- Planeación de las actuaciones futuras
- Monitoreo del deterioro de las estructuras de pavimento

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

En esta sección se presenta una descripción general del área de emplazamiento de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg – La Raya, su ubicación geográfica, las características físicas y morfológicas. También se muestra un esquema de la geología regional y estructural del área de estudio, y una caracterización de la litología de las formaciones geológicas existentes en la zona.

También se hace un recuento de las principales intervenciones realizadas en la vía, por parte de las entidades gubernamentales a cargo, desde su constitución como una arteria vial de carácter interprovincial, hasta la presente fecha.

3.1. Localización del Área de Estudio.

La vía Azogues – Cojitambo – Déleg – La Raya, está localizada al sur del Ecuador, en la provincia de Cañar; es una arteria vial de carácter interprovincial que conecta los cantones de Azogues y Déleg en la provincia del Cañar y el cantón Cuenca en la provincia del Azuay. Grandes porcentajes de esta vía fueron ejecutados por el Ministerio de Obras Públicas, actualmente MTOP, se construyeron como parte del anillo vial Cuenca- Azogues- Paute para solucionar problemas de movilidad entre las localidades en mención, a raíz del desastre de la Josefina en el mes de marzo de 1993, mismo que afectó a las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago.

Según el sistema de coordenadas geográficas WGS84, las coordenadas geográficas iniciales de esta arteria vial son: 738.390 E y 9°697.813 S, en la intersección con la vía rápida Azogues-Cuenca, en la ciudad de Azogues y las coordenadas finales: 728.319 E y 9°691.072 S, en la intersección del sector de La Raya, en los límites entre los cantones Déleg y Cuenca en las provincias del Cañar y Azuay respectivamente. Su longitud es de 21 km.

La Figura 27 muestra un esquema de la ubicación geográfica de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.



Figura 27: Ubicación Geográfica de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.

Geomorfológicamente, el área de emplazamiento de la vía está conformada por un relieve bastante irregular, compuesto por zonas con pendientes moderadas y en algunos sectores de pendientes altas, lo cual genera cortes considerables, mismos que al estar desprotegidos son más susceptibles a procesos erosivos. Es importante anotar que en algunos lugares existe la construcción de diferentes estructuras para evitar y/o mitigar la formación de alguna inestabilidad a causa de la erosión por la acción de procesos eólicos e hídricos.

Estructuralmente, existe la presencia de problemas localizados como son las fallas geológicas, deslizamientos activos y áreas erosionadas, mismas que provocan deterioros en la estructura de la vía, por lo que se requiere de un constante mantenimiento.

3.2. Geología Regional.

La litología del área de emplazamiento de la vía en mención corresponde a las siguientes formaciones geológicas:

- Formación Guapán (M_G)
- Formación Azogues (M_{AZ})
- Formación Loyola (M_L)
- Formación Biblián (M_B)
- Formación Mangan (M_M)
- Formación Turi (M_{Tu})
- Volcánicos de LLacac (Lacac) (M_L)

A continuación, se realiza una descripción de la litología de cada una de las formaciones geológicas, del área de estudio, tomado del Mapa Geológico del Ecuador. Hoja# 73 Azogues, del Instituto Geográfico Militar (IGM, 1980).

3.2.1. Formación Biblián

(Mioceno Inferior).

El depósito basal es de guijarro grueso, a menudo con cantos de la formación Yunguilla. Litológicamente formada de arcillas limosas, arenosas finas café – rojizas, y areniscas tobáceas gruesas. Aglomerados volcánicos rojos parecen formar la base local de la formación.

3.2.2. Formación Loyola

(Mioceno Inferior) Grupo Azogues.

Los depósitos superiores consisten casi íntegramente de lutitas grises oscuras, de color amarillo claro, meteorizadas y rojizas, con una flora variada, pero sin diagnóstico. El yeso aflora en casi todos los niveles y se observaron calizas cristalizadas de 2 m de largo por 50 cm de espesor.

3.2.3. Formación Azogues

(Mioceno Inferior) Grupo Azogues.

La secuencia esta predominada por areniscas tobáceas gruesas de color café, pero los depósitos de limolita y arcilla no tiene más de 1 m de espesor. Un conglomerado basal bien desarrollado puede encontrarse donde la formación ha propasado los subyacentes.

3.2.4. Formación Guapán

(Mioceno Medio) Grupo Azogues.

Esta formación ha sido confundida con la Loyola por su litología similar, sin embargo, la Formación Guapán tiende a ser un poco más gruesa. Se encuentran depósitos de bentonita de más de 10 m de espesor. Tobas y areniscas tobáceas. Abundan hojas bien preservadas.

3.2.5. Formación Mangan

(Mioceno Superior) Grupo Ayancay.

Dentro de la formación Mangan se encuentran los yacimientos explotables de carbón de la cuenca sedimentaria. La litología predominante es una secuencia alternante de arenisca tobácea, café grueso, y lutitas limosas verdes y rojas. Lutitas laminadas están asociadas con el yacimiento de carbón inferior. Son comunes las hojas fósiles, gasterópodos y bivalvos, pero de poco valor para la determinación de la edad. La unión de las formaciones Mangan y Azogues parece ser gradual, donde no existe la formación Guapán.

3.2.6. Formación Turi.

(Pleistoceno)

Generalmente el depósito basal de la formación es un conglomerado que forma escarpes, sobre la que viene una sucesión de capas guijarrosas, limosas y arenosas.

3.2.7. Volcánicos de Llacao.

(Pleistoceno - Holoceno)

Consiste predominantemente de aglomerados en un matiz de vidrio blanco desvitrificado, tobas blancas y estratificadas que son notoriamente inestables.

En la Figura 28 se muestra el área de emplazamiento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, en donde se denota la trayectoria de la vía, la litología de las formaciones geológicas y las estructuras geológicas existentes.

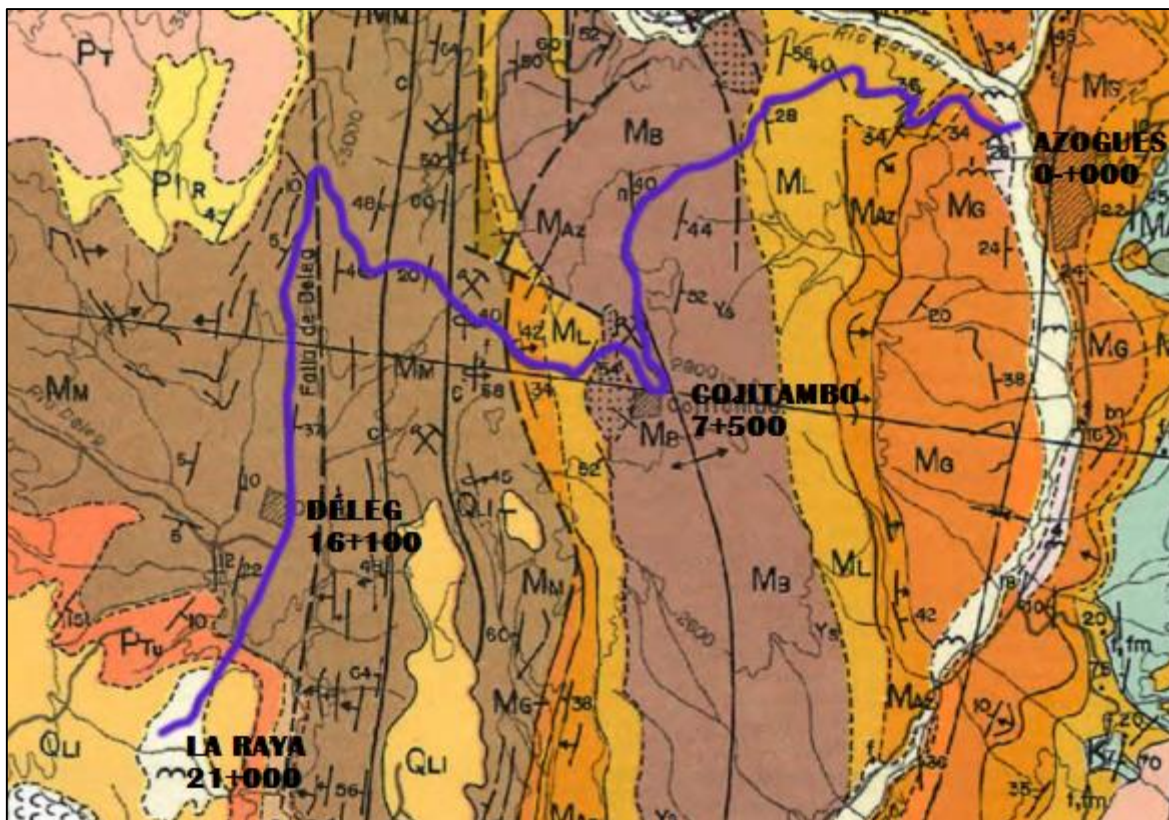


Figura 28: Geología Regional de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya (IGM, 1980).

3.3. Geología Estructural. vía Azogues – Cojitambo- Déleg- La Raya.

Los sectores de los cantones Azogues y Déleg, por donde atraviesa la vía en mención, estructuralmente es una zona inestable, tanto por la litología de las formaciones existentes, y por las estructuras geológicas como: fallas, pliegues, deslizamientos, estratificaciones y contactos, localizados en la zona.

Desde el punto de vista de estructuras regionales, esto es fallas y ejes de pliegues de varios km de longitud, la zona presenta varios de estos accidentes en dirección N-S, como por ejemplo la falla de Déleg, y otras fallas inferidas. También existe una falla que cruza la formación Biblián y Loyola, misma que afecta el sector de Quimandel.

Se observa un contacto entre la formación Loyola y Biblián, en tanto que entre la formación Loyola y Azogues existe un contacto inferido. También se localizan canteras cerradas, sitios de estratificaciones inclinadas y estratificaciones volcadas, todas estas características se encuentran cartografiadas en el mapa geológico de Azogues.

3.4. Intervenciones realizadas en la vía Azogues – Cojitambo- Déleg- La Raya.

Como ya se mencionó anteriormente, gran parte de esta vía fue ejecutada en el año de 1993 a raíz del desastre de la Josefina. Para su construcción se requirió de una fuerte inversión para la constitución de esta importante arteria vial. Luego de su construcción se ha realizado las siguientes intervenciones en la vía:

- En el mes de agosto del 2006, el Ministerio de Transporte de Obras Públicas (MTOP), firma un contrato para “Trabajos de Mantenimiento Emergente del Anillo Vial Cuenca- Déleg- Azogues”, de 34 Km de Longitud.
- En el mes de noviembre del 2009, el MTOP realiza una intervención en actividades de mantenimiento de la vía. Adicionalmente, suscribe contrato complementario para la construcción del alcantarillado sanitario Cojitambo - Mururco.
- En el mes de noviembre del 2009, el MTOP, a través de la Dirección Provincial del Cañar, suscribe un contrato para la Señalización de la Carretera Azogues- Déleg- La Raya.
- En el mes de enero del 2012, el Gobierno Provincial del Cañar, suscribe contrato de Consultoría para realizar los “Estudios Geológicos-Geotécnicos y de Estabilización del Deslizamiento Activo Existente en la vía Cojitambo, Sector Mururco”, actividades que luego de concluidos los estudios se pusieron en ejecución.

Estos trabajos mencionados han sido ejecutados y recibidos por las entidades responsables, y desde dichas fechas la carretera no ha recibido mantenimiento, esto en parte a la falta de presupuesto que demanda dichos trabajos, presentando así daños evidentes con el transcurso del tiempo. Además, los efectos del clima y la acción de factores erosivos han provocado deslizamientos, asentamientos, hundimientos, entre otros daños, generando el deterioro y destrucción de la vía en mención.

Debe mencionarse que en el transcurso del mes de febrero del 2017 el GAD Municipal del Cantón Azogues ha realizado trabajos de intervención en la vía, en el tramo Azogues-Cojitambo, sector de Quimandel (abs: 0+200 aproximadamente), realizando trabajos de reparación de la calzada y asfaltado de la vía, misma que por muchos años se vio afectada por efecto de la falla geológica que atraviesa el sector.

También se tiene conocimiento que, en el transcurso del presente año, el GAD Municipal del Cantón Azogues, tiene previsto realizar tres intervenciones puntuales en la vía, en el tramo “Azogues – Cojitambo”, con la finalidad de reparar los hundimientos, deformaciones y demás daños existentes en los sectores de: Llimpi, Mururco y Zhunzhi.

Adicionalmente, en el transcurso del segundo cuatrimestre del 2017 se pretende firmar un convenio tripartito entre el, GAD Municipal del Cantón Azogues, GAD Provincial del Cañar y el GAD Parroquial de Cojitambo, con la finalidad de realizar el mantenimiento total de la vía Azogues – Cojitambo.

4. ANÁLISIS DE CAMPO Y RESULTADOS

En esta sección se detalla los procedimientos seguidos para la realización del presente trabajo, los medios utilizados para la determinación de la información de campo, misma que es analizada y procesada para obtener parámetros necesarios para presentar las propuestas de remediación para rehabilitar la vía en mención, presentar las debidas recomendaciones.

4.1. Metodología de Trabajo.

El presente proyecto de investigación consiste en un trabajo de campo, en el cual se hace una evaluación del estado en el que se encuentra la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, y en base a los resultados obtenidos se realizará una propuesta de actividades para la rehabilitación y mantenimiento de la vía.

El procedimiento que se ha seguido para alcanzar los objetivos propuestos está basado en una bibliografía existente, referente a pavimentos flexibles, análisis de fallas, metodología de evaluación, actividades de mantenimiento y diseño de los mismos, con la finalidad de obtener conceptos claros previo a realizar el trabajo de campo (Capítulo 2)- En base estos conceptos se efectúa un análisis del área de estudio, a través de una observación cuidadosa de campo y registros fotográficos, que sirve para determinar el estado de la vía, y así llevar a cabo la recopilación, procesamiento, análisis e interpretación de datos, la elaboración de una propuesta de mantenimiento y la determinación de las conclusiones y recomendaciones. Para esto se ha establecido la siguiente metodología de trabajo, misma que se detalla en el presente capítulo.

- Investigación del marco teórico, basado en la bibliografía existente, Identificación y caracterización del área de estudio, para verificar la longitud de la vía, secciones transversales, serviciabilidad de la vía y demás parámetros necesarios para el cálculo de las unidades de muestreo para la evaluación de la vía. Además de identificar los principales sitios de inestabilidad existentes en la misma.
- Análisis de las condiciones actuales del tráfico actuantes sobre la vía, en donde previamente se determina el o los sitios óptimos para efectuar los conteos volumétricos de tráfico.
- Identificación de fallas existentes en el pavimento de la vía y determinación del PCI.
- Elaboración de plan de mantenimiento y rehabilitación.

4.2. Determinación de unidades de muestreo.

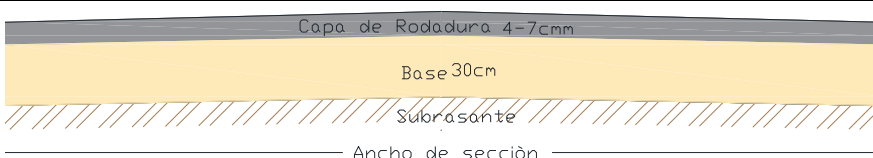
Para la determinación de las unidades de muestreo se realiza una identificación del área de estudio para determinar sus rasgos más importantes, tales como: principales zonas pobladas, características de la estructura del pavimento existente, geometrías de la vía, zonas de inestabilidad, áreas de intervención, en caso de haber, y demás factores que aporten para información para determinar parámetros necesarios para la evaluación vial.

De un análisis de campo se determina que los centros poblados de mayor concurrencia son: Azogues, Cojitambo, Déleg y el sector de La Raya, en los límites con la provincia del Azuay. la vía en su totalidad está conformada por un pavimento flexible el cual posee una estructura transversal semejante en toda su longitud, esto es: sobre la subrasante una capa de material base de aproximadamente 30 cm de espesor y una capa de concreto asfáltico de espesor variable entre 4 y 7 cm, dependiendo del grado de deterioro existente. La geometría vial difiere en el tramo de Azogues- Cojitambo con un ancho de vía de 8m. y el tramo Cojitambo- Déleg- La raya, mantiene un ancho de 7.5metros.

En base a esta estos antecedentes se considera a toda la vía en estudio como un solo tramo de análisis para la evaluación del pavimento. En la Tabla 13 se muestra un resumen de la caracterización de la vía determinados en campo, considerando los tramos principales entre centros poblados.

Tabla 13: Caracterización de la vía.

Tramo de Vía	Longitud (km)	Sección (m)	Área Sección (m ²)
Azogues - Cojitambo	7.5	8	60000
Cojitambo - Déleg	8.6	7.5	64500
Déleg - La Raya	4.9	7.5	36750
Longitud Total	21		161250



Estructura Transversal de la vía.

Con los datos de la caracterización geométrica de la vía y considerando que el área de una unidad de muestreo para pavimentos flexibles está definida como un área de 232 ± 93 , según lo especificado en la sección 2.6.2.2 (determinación del unidades de muestreo), se

obtiene el número de unidades de muestra (N), mismo que sirve para determinar el número de unidades de muestra a ser evaluadas (n), adoptando un error $e = 5\%$ y una desviación estándar $s = 10$, debido a que es la primera evaluación que se realiza de esta vía y no se conoce la desviación estándar para este caso en particular.

Adicionalmente, se calcula el número de intervalos (i), longitud de la muestra (l) y la longitud del intervalo (Li) para cada área de muestra, de acuerdo con lo indicado en la sección 2.6.2.3 y 2.6.2.4. Estos datos son analizados para determinar la mejor opción de muestreo a emplear.

Los resultados de los cálculos aquí mencionados se muestran en la Tabla 14, donde se determina que se evaluara 16 muestras, cuya longitud máxima es de 42.33 m con un intervalo de 1312 m.

Tabla 14: Cálculo de unidades de muestreo.

Área de muestra	N	n	i	l	Li
325	496.15	15.53	31.00	42.33	1312
232	695.04	15.66	43.00	30.21	1299
139	1160.07	15.80	72.00	18.10	1303
# de muestras a ser evaluadas (n asumido)	16.00		e	5	%
			sd	10	

En la Tabla 15 se muestra los tramos a evaluar, con las respectivas abscisas inicial y final y sus áreas correspondientes.

Tabla 15: Determinación de Tramos.

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	AREA TRAMO (m ²)
1	0 + 043	0 + 083	320
2	1 + 395	1 + 435	320
3	2 + 747	2 + 787	320
4	4 + 099	4 + 139	320
5	5 + 451	5 + 491	320
6	6 + 803	6 + 843	320
7	8 + 155	8 + 198	317
8	9 + 510	9 + 553	317
9	10 + 865	10 + 908	317
10	12 + 220	12 + 263	317
11	13 + 575	13 + 618	317
12	14 + 930	14 + 973	317
13	16 + 285	16 + 328	317
14	17 + 640	17 + 683	317
15	18 + 995	19 + 038	317
16	20 + 350	20 + 393	317

4.3. Inspección de unidades de muestras seleccionadas y cálculo del PCI.

Una vez determinadas las unidades de muestra a ser evaluadas, se realiza la inspección recorriendo cada uno de los tramos establecidos, determinando atentamente las fallas existentes y midiendo el tamaño de la misma y su grado de severidad, esta información se la registra en el formato determinado (Anexo 5).

La Tabla 16 indica el inventario de fallas existentes en el tramo 1 de análisis (abs 0+043 – 0+083). En donde se determina la existencia de un parche de severidad media. Fisuras longitudinales y transversales de severidad baja, mismas que se considera con un ancho de afección de 0.3 m (1 pie), según recomienda el manual de evaluación del PCI. Se encuentra áreas de depresiones con profundidades de hasta 2 mm, que corresponden a una severidad baja. También zonas de ahuellamiento de severidad baja y un área de desnivel de carril – berma en el ingreso a una vivienda. Existe además un área de agregado pulido de alta severidad, que es el más predominante en esta unidad.

Tabla 16: Inventario de Fallas en el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).

<i>Falla:</i>	<i>Unidad</i>	<i>Severidad</i>	<i>LARGO m</i>	<i>ANCHO m</i>	<i>PROF. m</i>	<i>TOTAL</i>
Parche	m2	m	2.3	1		2.3
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	11.2	0.3		3.36
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	8	0.3		2.4
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	2	0.3		0.6
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	1.5	0.3		0.45
Depresión	m2	b	0.34	0.25	0.2	0.085
Depresión	m	b	0.3	0.25	0.2	0.075
Depresión	m2	b	0.56	0.4	0.2	0.224
Agregado Pulido	m2	a	20	8		160
Ahuellamiento	m2	b	80	0.2	0.03	16
Desnivel Carril- Berma.	m2	b	2.5	0.4	0.04	0.75

A partir del inventario de fallas se procede determinar el PCI de la muestra, siguiendo el procedimiento descrito en la sección 2.6.2.7. del presente documento, que comprende:

- Sumar la cantidad total de cada tipo de falla para cada nivel de severidad.
- Determinar la densidad porcentual de cada una de las fallas en cada uno de los niveles de severidad, dividiendo la cantidad total de cada tipo de falla entre el área total de la unidad de muestra.

- Determinar el valor deducido (DV) para cada combinación de tipo de falla y nivel de severidad utilizando las curvas de valor deducido de fallas (Anexo 3). Para esto se ingresa con el porcentaje de densidad hasta que intercepte la curva de nivel de severidad. En las Figuras 29 – 33 se muestra el proceso para determinar el valor deducido para cada tipo de falla definida en el tramo 1.

Falla #11. Parches y parches de cortes utilitarios

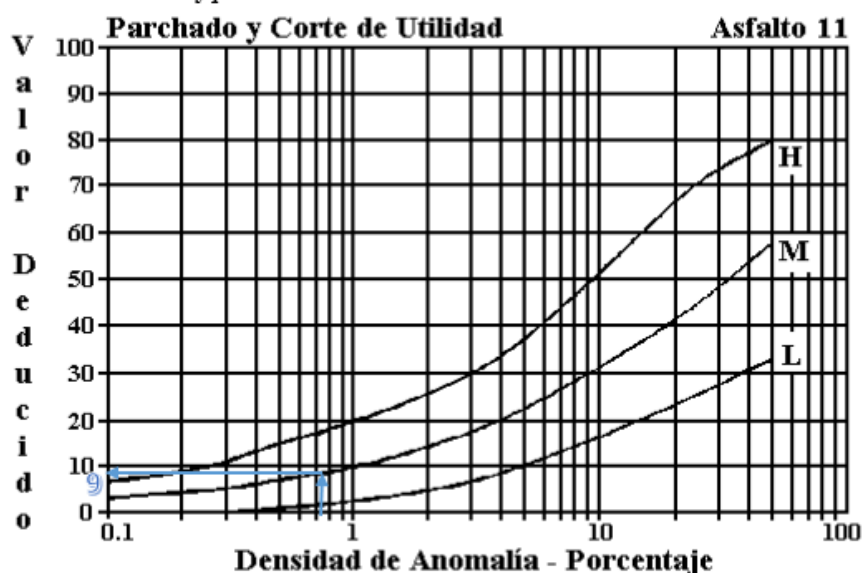


Figura 29: Valor deducido de Falla Parche (PCI 2002).

Falla #10. Fisuras Longitudinales y Transversales.

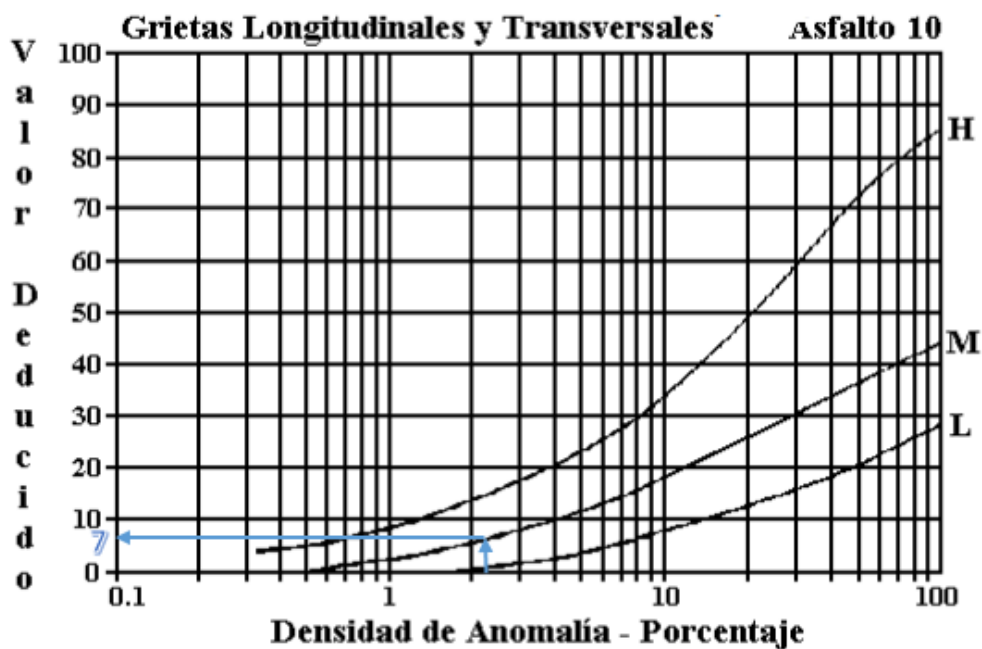


Figura 30: Valor deducido de Falla Fisuras Longitudinales y Transversales (PCI 2002).

Falla #6. Depresión.

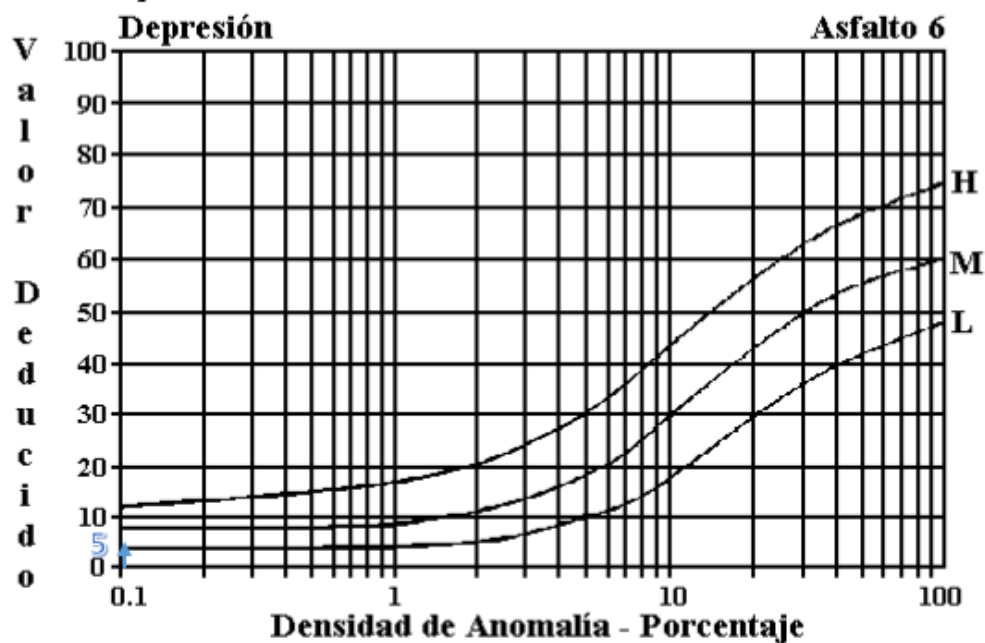


Figura 31: Valor deducido de Falla Depresión (PCI 2002).

Falla #12. Agregado Pulido

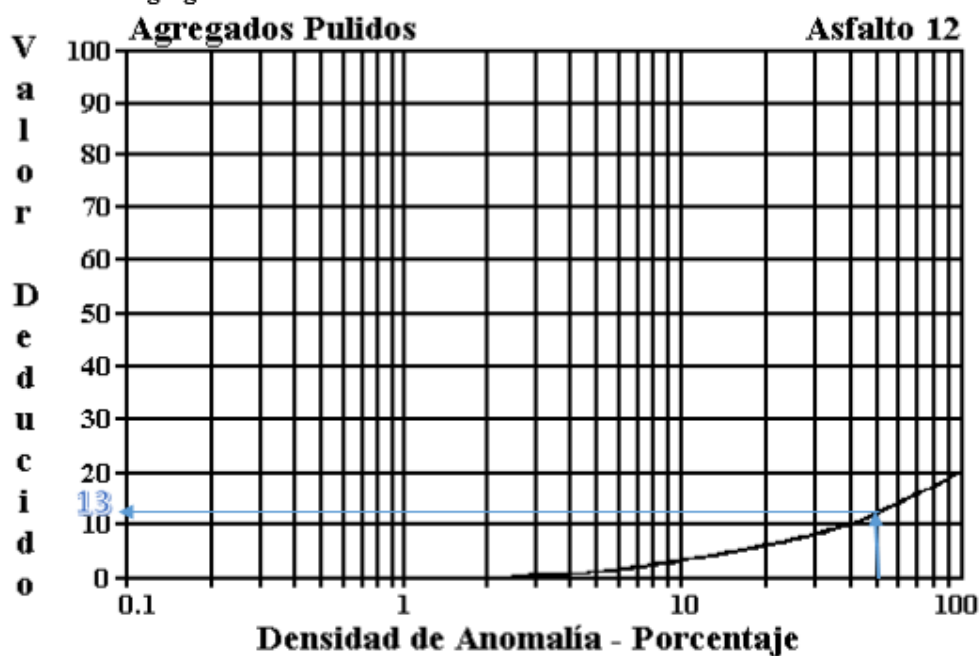


Figura 32: Valor deducido de Falla Agregado Pulido (PCI 2002).

Falla #15. Ahuellamiento.

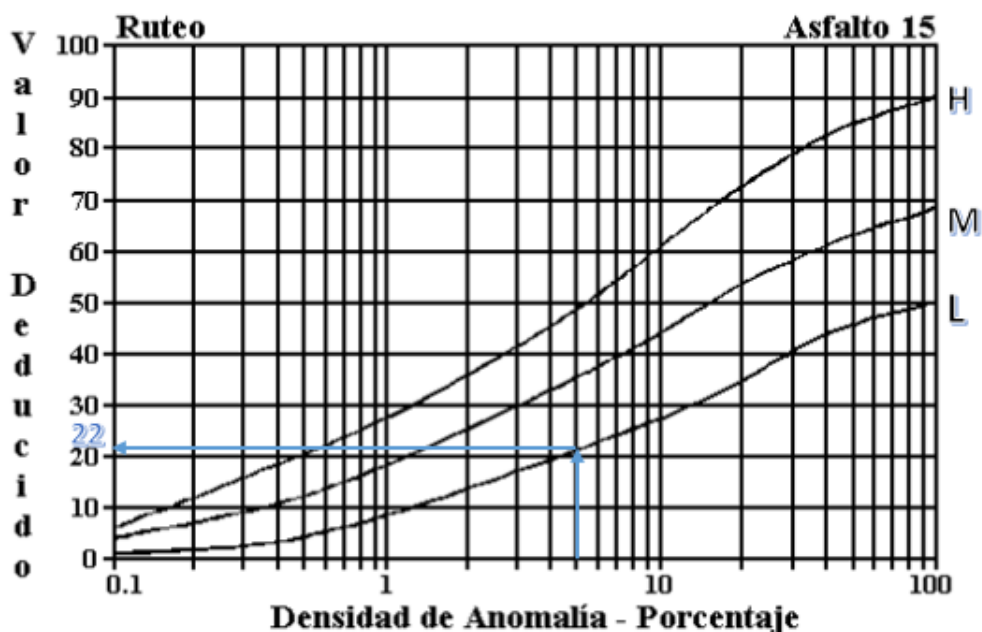


Figura 33: Valor deducido de Falla Ahuellamiento (PCI 2002).

Luego de determinar los valores deducidos para cada tipo de falla, se calcula el valor de deducción total ($VDT=56$), que es igual a la sumatoria de todos los valores de deducción de cada tipo de falla individual, el máximo valor deducido corregido ($CDV=22$), el número de valores deducidos que sean mayores que dos (2) ($q=5$) y el número de deducciones permisibles ($m=8.16$). En este caso se dispone de menos valores deducidos que m , por tanto, se utilizan todos los valores que se tienen ($Q=5$).

En la Tabla 17 se muestra los resultados obtenidos de los cálculos del porcentaje de densidad de falla con los respectivos valores deducidos y demás parámetros necesarios para el cálculo del PCI.

Tabla 17: Valores deducidos de fallas existentes en el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083)

Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche	m2	m	2.3	0.72	9	56	5
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	6.81	2.13	7		
Depresión	m2	b	0.384	0.12	5		
Agregado Pulido	m2	a	160	50.00	13		
Ahuellamiento	m2	b	16	5.00	22		
Desnivel Carril- Berma.	m2	b	0.75	0.23	0	m	8.16

Con los resultados obtenidos del cálculo del porcentaje de densidad con sus respectivos valores deducidos, se procede a formar una tabla con los valores deducidos, ordenados en

forma descendente hasta reducir a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repetir este proceso de forma iterativa hasta que “Q” sea igual a 1. Luego se determina el “Valor Deducido Total” (CDT), sumando los valores deducidos individuales para cada iteración de Q.

En función de los valores de “Q” y “CDT” se determina el valor de CDV en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento flexible (Anexo 4). Este valor se determina ingresando con el valor de CDT hasta que intercepte en la curva respectiva de Q.

La Figura 34 se muestra un diagrama de la determinación de los valores de CDV para cada combinación de valores de CDT y Q.

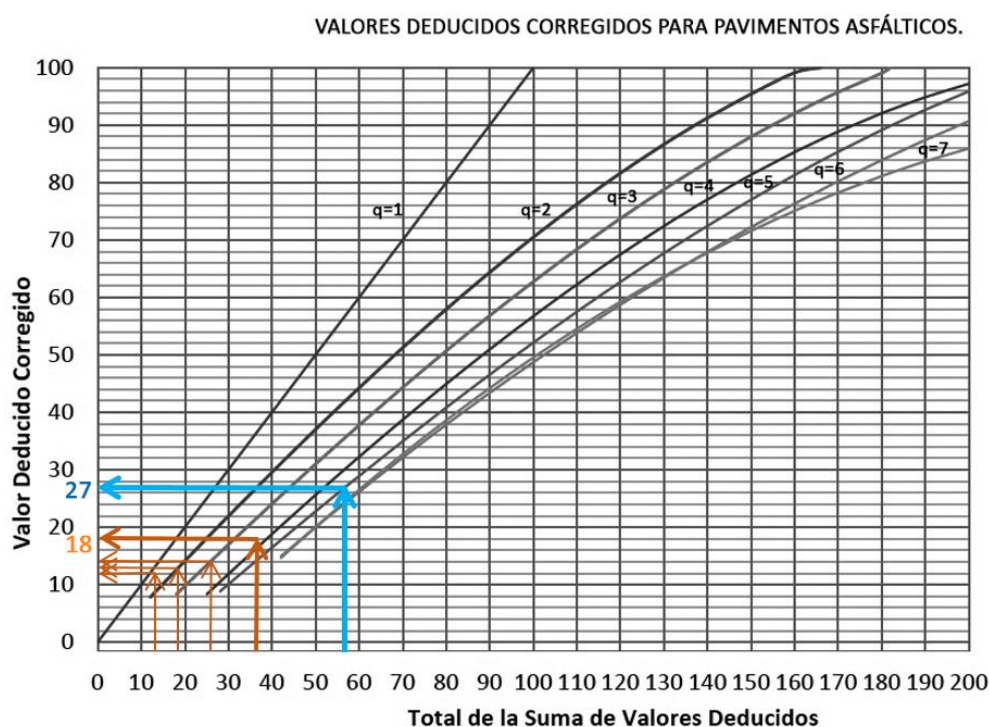


Figura 34: Determinación del Valor deducido Corregido.

Luego de determinar los valores deducidos corregidos, se puede encontrar “HDV”, que es el mayor de todos los CDVs, mismo que sirve para calcular el PCI de la sección de tramo. En la Tabla 18 se muestra los resultados del cálculo de los valores deducidos corregidos para el tramo 1 de análisis, en donde se determina que: HDV=27, a partir del cual se realiza el cálculo del PCI. Los resultados del cálculo del PCI para esta unidad de muestreo con su respectiva clasificación y simbología se muestra en la Tabla 19.

Tabla 18: Valores deducidos corregidos para el Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).

VALORES DEDUCIDOS CORREGIDOS					CDT	Q	CDV
22	13	9	8	5	57	5	27
13	9	8	5	2	37	4	18
9	8	5	2	2	26	3	14
8	5	2	2	2	19	2	13
5	2	2	2	2	13	1	12

Tabla 19: PCI Tramo 1 (abs 0+043 – 0+083).

HDV	27
PCI	73
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO.	

La Figura 35 muestra un esquema gráfico porcentual de la densidad de fallas existentes en la unidad de muestro, en la Figura 36 se presenta una vista general del pavimento del tramo 1.

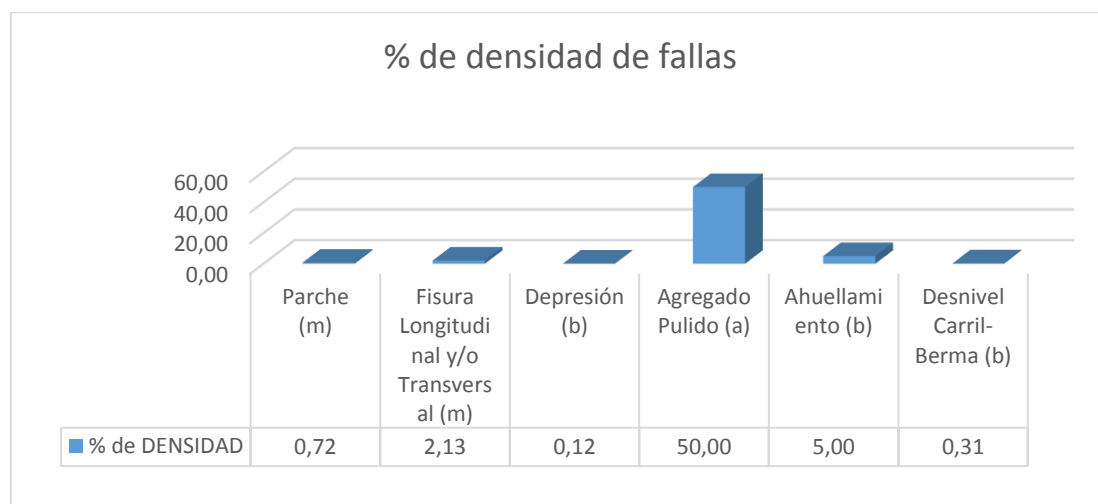


Figura 35: Fallas existentes. Tramo 1(abs 0+043 – 0+083).



Figura 36: Vista de sección del pavimento del Tramo 1(abs 0+043 – 0+083).

Este procedimiento se lo realiza a lo largo para cada muestra seleccionada. Los datos obtenidos en esta inspección, conjuntamente con los cálculos para determinar el PCI de cada una de las unidades de muestra y fotografías representativas de las fallas existentes se presentan en el Anexo 6.

A continuación, en las Figuras 37- 14 se ilustra un esquema gráfico de la densidad de fallas existentes en el pavimento, a partir de los resultados obtenidos en las inspecciones de cada una de las unidades de muestra seleccionadas.

En la Figura 37 se presenta las fallas existentes en el tramo 2 (abs 1+395 – 1+435), con sus respectivos niveles de severidad y porcentajes de densidad. Este tramo se encuentra muy deteriorado, como consecuencia de agentes erosivos y efecto del tránsito vehicular. Se presentan fallas como piel de cocodrilo, parches, baches, fusiramientos y desmoronamientos ocasionando un daño notable de la carpeta asfáltica.

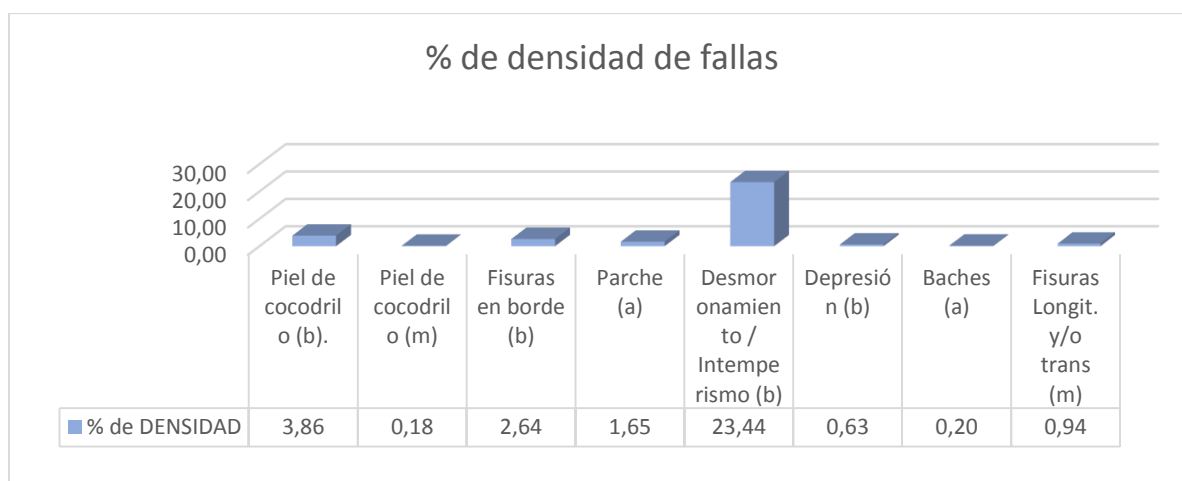


Figura 37: Fallas existentes. Tramo 2 (abs 1+395 – 1+435).

El tercer tramo seleccionado (abs 2+747 – 2+787), presenta un pavimento en buen estado. Entre las fallas detectadas en la tercera muestra están: parches, ahuellamientos y fisuras de borde y en bloque, de severidades medias, además fisuras longitudinales, transversales y exudación de severidades bajas, mismos que no ocasionan problemas graves en la vía. En la Figura 38 se indican las densidades de las fallas existentes en este tramo.

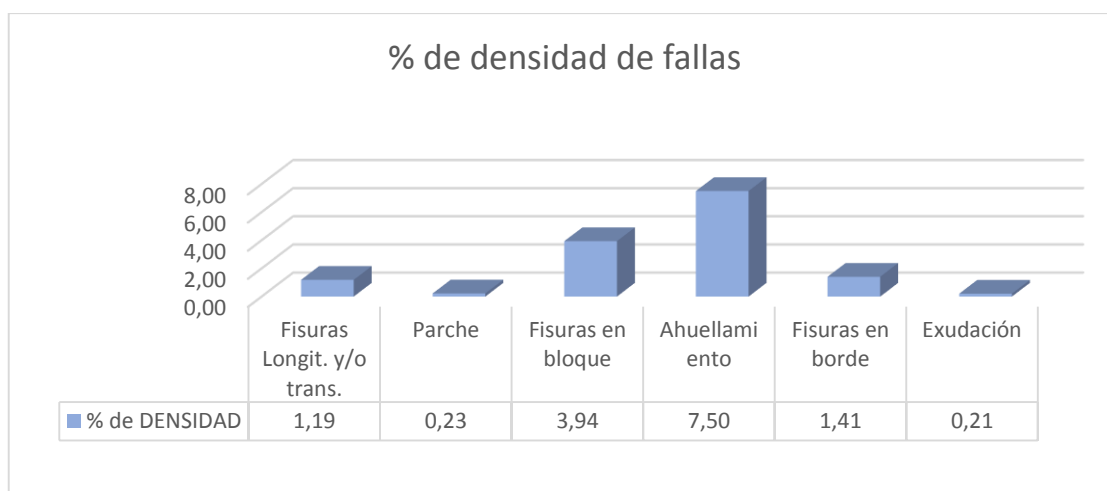


Figura 38: Fallas existentes. Tramo 3 (abs 2+747 – 2+787).

La Figura 39 muestra las fallas detectadas para el tramo 4 (abs 4+0.99 – 4+139). Este tramo presenta buenas condiciones para el tráfico, sin embargo, se nota un deterioro progresivo de la calzada de la vía. En esta sección se presentan fallas como, parches, fisuras de borde, ahuellamientos, y el inicio de desmoronamientos de la calzada. Estas fallas presentan severidades medias y altas en pequeñas áreas dispersas.

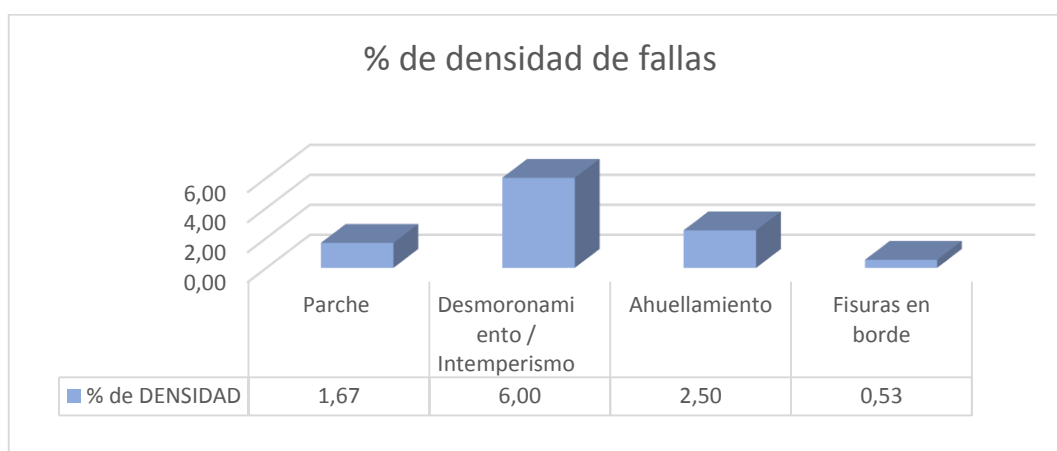


Figura 39: Fallas existentes. Tramo 4 (abs 4+0.99 – 4+139).

En la Figura 40 se presenta las fallas detectadas en el tramo 5 (abs 5+451 – 5+491). Este tramo presenta gran deterioro de la calzada, debido a que se ve afectada por la presencia de varios parches, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamiento de severidades bajas, y una considerable área de corrugación de severidad media.

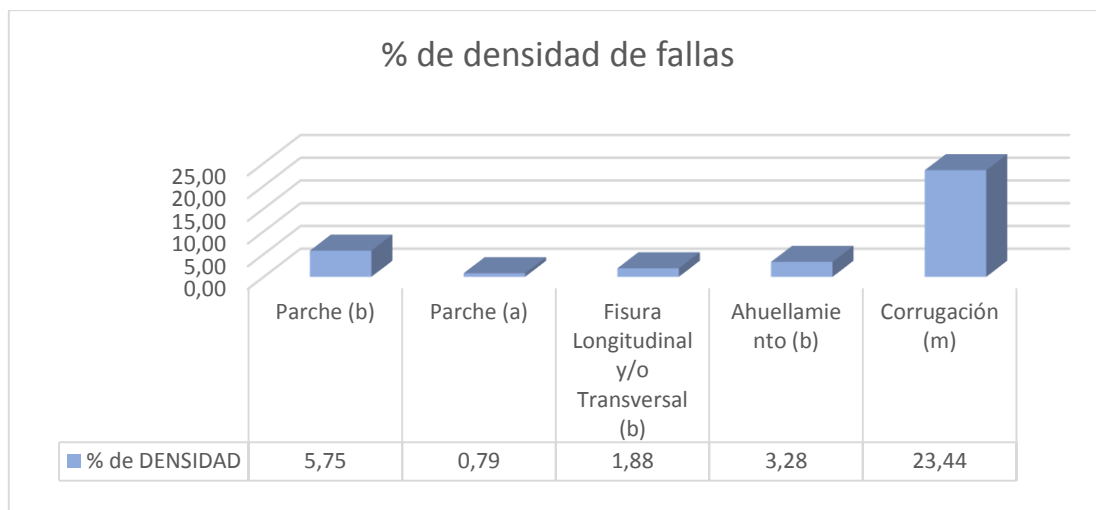


Figura 40: Fallas existentes. Tramo 5 (abs 5+451 – 5+491).

La Figura 41 indica las fallas detectadas en el tramo 6 (abs 6+803 – 6+843). Este tramo presenta fallas como: piel de cocodrilo, parches, fisuras longitudinales y depresiones de severidades medias en su gran mayoría, Estas fallas se debe en parte a la acción de agentes erosivos y a la falta de mantenimiento, evidenciando así un deterioro progresivo en la calzada de la vía.

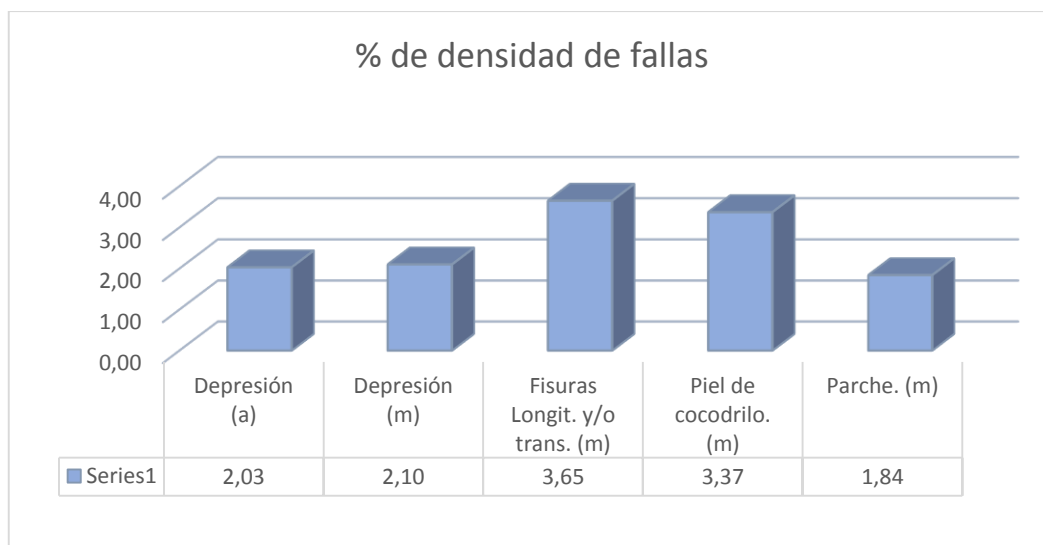


Figura 41: Fallas existentes. Tramo 6 (abs 6+803 – 6+843).

En la Figura 42 se muestra las fallas detectadas en el tramo 7 (abs 8+155 – 8+198). Este tramo está en mal estado, entre las fallas existentes en esta sección están: piel de cocodrilo, ahuellamiento fisuramientos longitudinales y transversales, parches, baches, desniveles localizados y muestras de exudación, con grados de severidad bajos y medios. Estos daños se deben a la acción de agentes erosivos como el agua de escorrentía y la falta de mantenimiento.

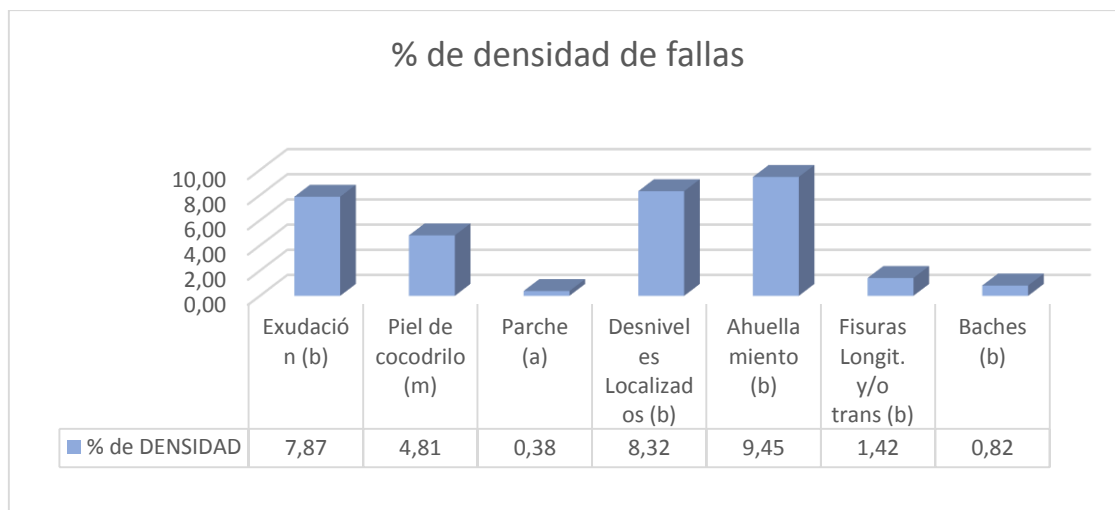


Figura 42: Fallas existentes. Tramo 7 (abs 8+155 – 8+198).

En la Figura 43 se presenta las fallas detectadas en el tramo 8 (abs 9+510 – 9+553). Este tramo está en mal estado, entre las fallas existentes en esta sección están: piel de cocodrilo, ahuellamiento, depresiones, exudación y pequeñas áreas de desmoronamiento de material de la calzada de la vía, propiciando así el deterioro rápido de la calzada.

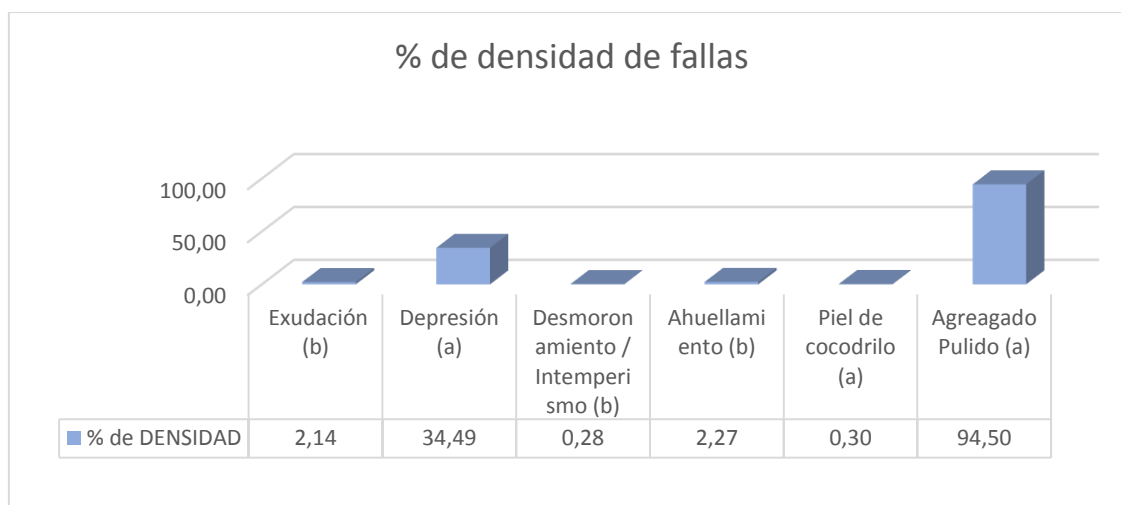


Figura 43: Fallas existentes. Tramo 8 (abs 9+510 – 9+553).

El tramo 9 (abs 10+865 – 10+908), está en mal estado. Entre las fallas existentes en esta sección están: piel de cocodrilo, depresiones, fisuras de borde de calzada y baches, con severidades altas, generando un daño progresivo de la vía. La Figura 44 se muestra las fallas detectadas en esta unidad de muestra.

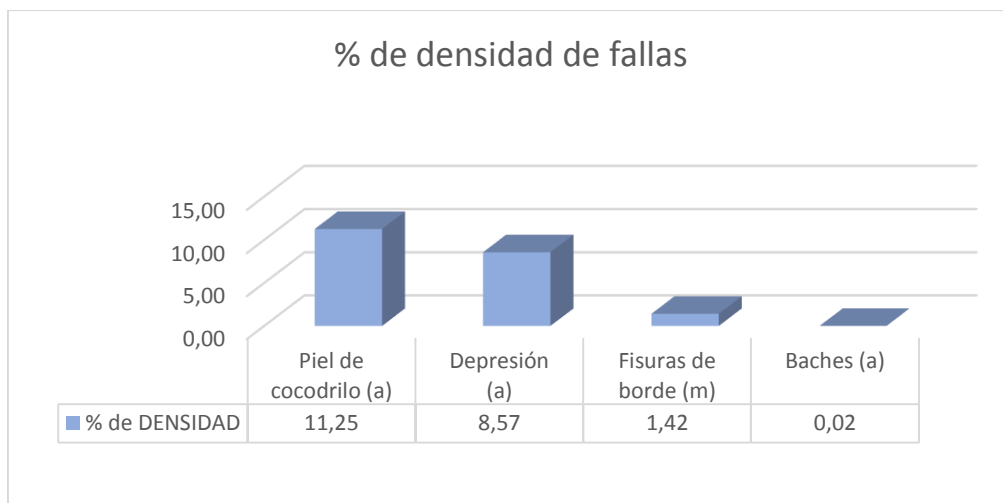


Figura 44: Fallas existentes. Tramo 9 (abs 10+865 – 10+908).

La Figura 45 indica las fallas detectadas en el tramo 10 (abs 12+220 – 12+263), entre las fallas existentes en esta sección están: piel de cocodrilo, exudación, fisuras longitudinal y transversal y fisuras por deslizamiento, con severidades medias y altas, generando el mal estado del tramo de la vía.

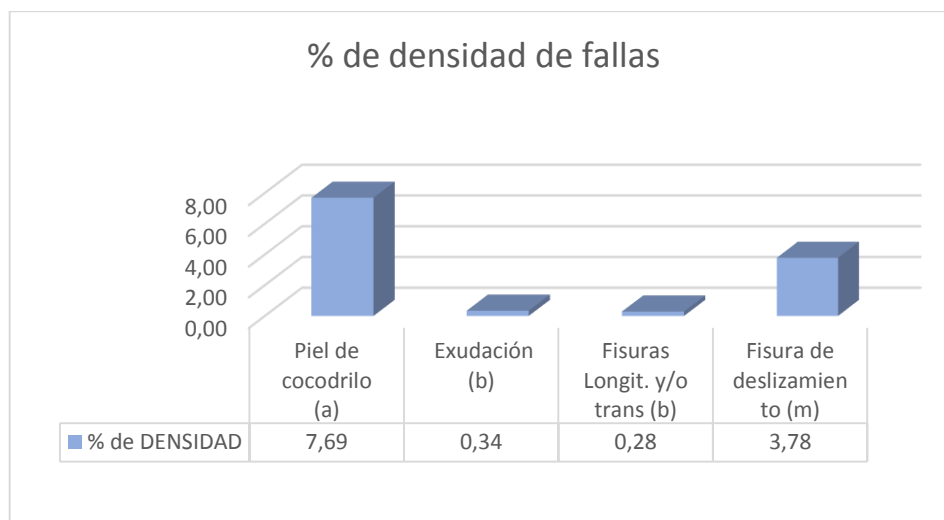


Figura 45: Fallas existentes. Tramo 10 (abs 12+220 – 12+263).

En la Figura 46 se presenta las fallas detectadas en el tramo 11 (abs 13+575 – 13+618). Este tramo se presenta en mal estado, entre las fallas existentes en esta sección están: piel de cocodrilo, hinchamiento con severidades altas, siendo esta última la que más afecta al tránsito vehicular; además se identifican desmoronamiento, agregados pulidos y baches, con niveles de severidades medias y altas.

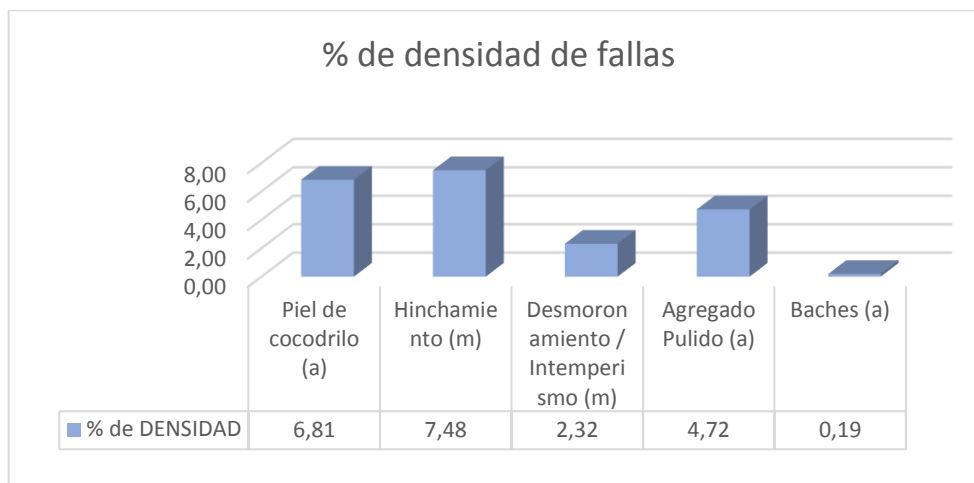


Figura 46: Fallas existentes. Tramo 11 (abs 13+575 – 13+618).

En la Figura 47 se muestra las fallas detectadas en el tramo 12 (abs 14+930 – 14+973). Este tramo se presenta en buen estado para el tránsito vehicular, entre las fallas existentes en esta sección están: parches con severidades altas y bajas; además se identifican áreas de desmoronamiento y agregados pulidos. La calzada de esta área no se ve muy afectada por la acción erosiva del agua, ya que el sistema de drenaje está en buenas condiciones.

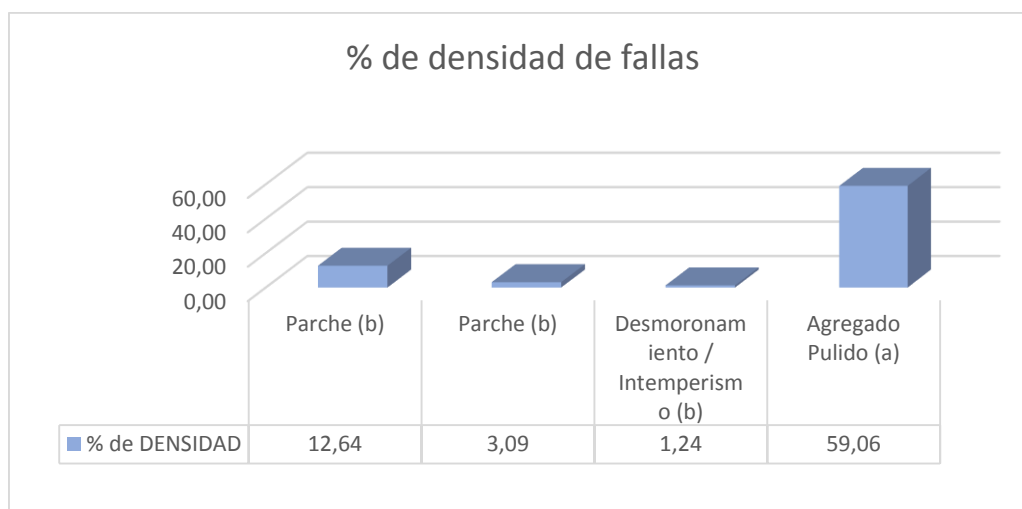


Figura 47: Fallas existentes. Tramo 12 (abs 14+930 – 14+973).

En la Figura 48 se indica las fallas detectadas en el tramo 13 (abs 16+285 – 16+328). Este tramo está en mal estado, entre las fallas existentes en esta sección están: parches, piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, transversales y de borde, ahuellamiento, e hinchamiento de la calzada de la vía con severidades medias. La calzada de esta área se ve afectada principalmente por la acción del tráfico que circula por el sector.

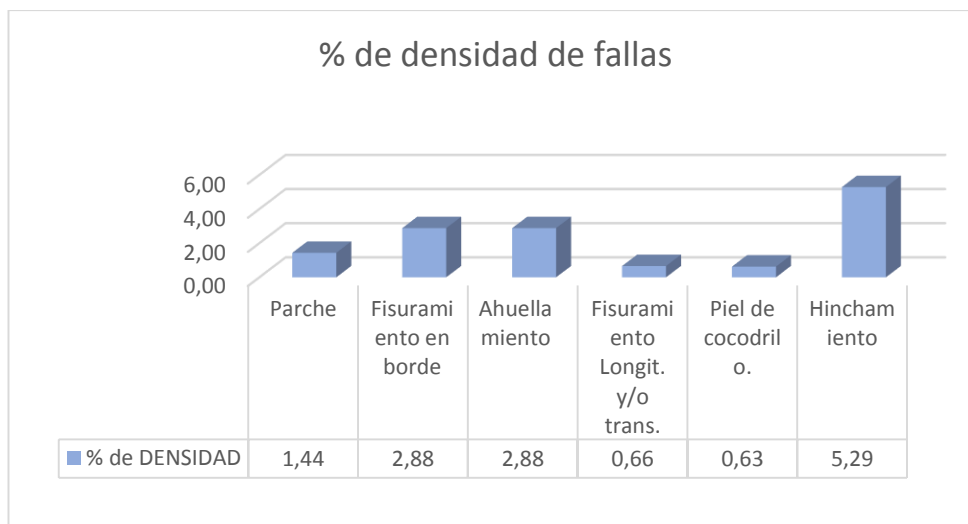


Figura 48: Fallas existentes. Tramo 13 (abs 16+285 – 16+328).

El tramo 14 de análisis (abs 17+640 – 17+683), se encuentra fallado completamente, Se identifica fallas como el desmoronamiento de la calzada e hinchamiento de la misma, producido por la alta inestabilidad del suelo y un deslizamiento activo de este sector. Adicionalmente, se identifican baches y fisuramientos longitudinales en la superficie de la calzada, debido a la acción de agentes erosivos que afectan el sector. En la Figura 49 se muestra las fallas detectadas en esta unidad de muestreo con sus respectivas densidades de falla.

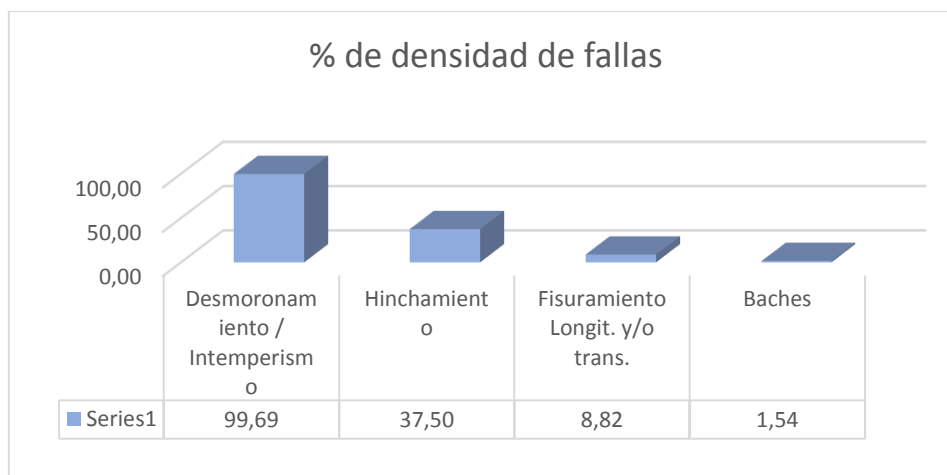


Figura 49: Fallas existentes. Tramo 14 (abs 17+640 – 17+683).

La Figura 50 presenta las fallas detectadas en el tramo 15 (abs 18+995 – 19+038). Este tramo se encuentra muy deteriorado, debido a que gran parte de la superficie presenta el agregado pulido y amplias zonas de exudación de la superficie con severidad baja. Además, se encuentra fisuramientos longitudinales de la superficie y fallas por ahullamiento.

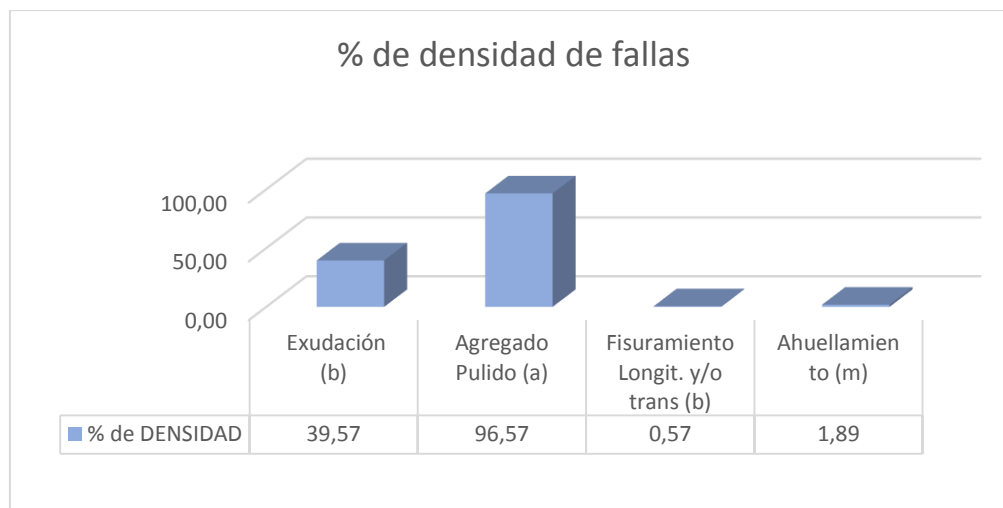


Figura 50: Fallas existentes. Tramo 15 (abs 18+995 – 19+038).

En la Figura 51 se indica las fallas detectadas en el tramo 16 (abs 20+350 – 20+393). Este tramo se encuentra afectado por la presencia de agregado pulido gran parte de la superficie. Además, se identifican áreas de ahuellamiento de severidad baja y parches de mediana severidad.

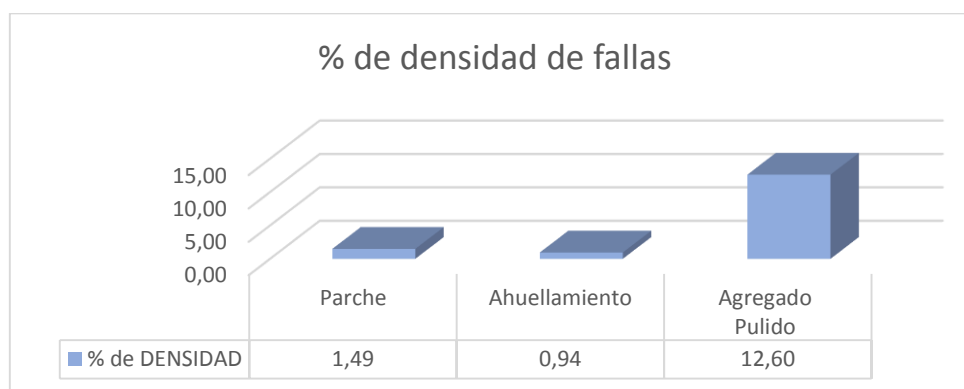


Figura 51: Fallas existentes. Tramo 16 (abs 20+350 – 20+393).

4.4. Inspección de las unidades de muestras adicionales y cálculo del PCI.

Cuando se realiza el análisis de la vía, siempre existen unidades de muestra que son representativas, pero no pudieron estar contempladas dentro del conjunto de muestras seleccionadas. Por esta razón, además de las unidades de muestreo determinadas en el proceso de selección de muestras, se realiza el análisis de muestras adicionales.

En el presente trabajo se realiza la evaluación de 8 muestras adicionales, que fueron seleccionadas en campo, por considerarse representativas dentro del análisis de las condiciones de la vía, debido a su alto estado de deterioro y a la dificultad que representa para la circulación el tráfico vehicular. Los resultados obtenidos del análisis de estas

muestras se presentan a continuación. En el Anexo 7 se indica los datos tomados en campo y los cálculos respectivos del PCI para cada una de las muestras adicionales.

En la Figura 52 se muestra las fallas detectadas en el tramo adicional 1. (abs 0+225 – 0+265). Este tramo se encuentra afectado por un macro deslizamiento, originado por la acción de aguas superficiales provenientes de las zonas altas. Esto ha provocado depresiones en la calzada y la pérdida de la capa de rodadura de la vía, además en la calzada resultante se observa la presencia de baches.

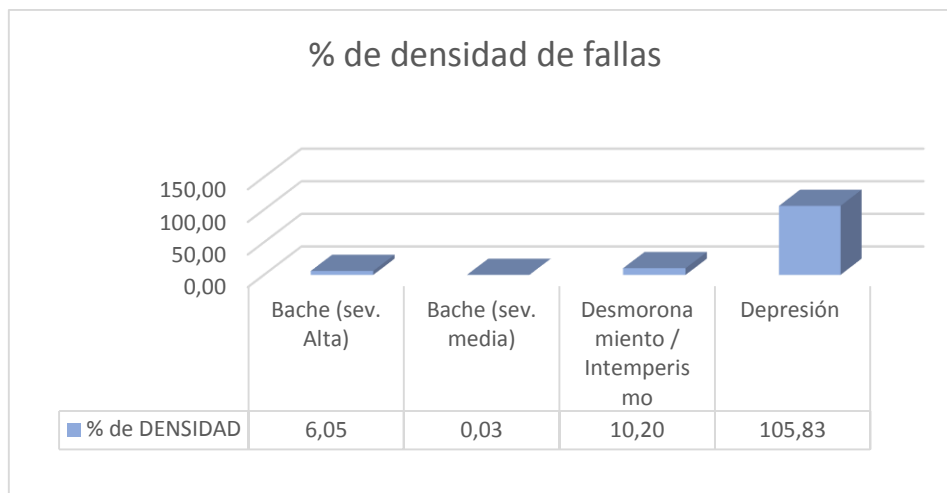


Figura 52: Fallas existentes. Tramo Adicional 1 (abs 0+225 – 0+265).

La Figura 53 indica las fallas detectadas en el tramo adicional 2 (abs 3+115 – 3+155). En este tramo se observa una fisura por deslizamiento, que produce el asentamiento de una parte de la vía en forma de media luna, este es originado por la acción de las aguas superficiales mismas que provoca la erosión del talud de un lado. Además, se presenta deformación de la calzada con áreas de depresión y baches.

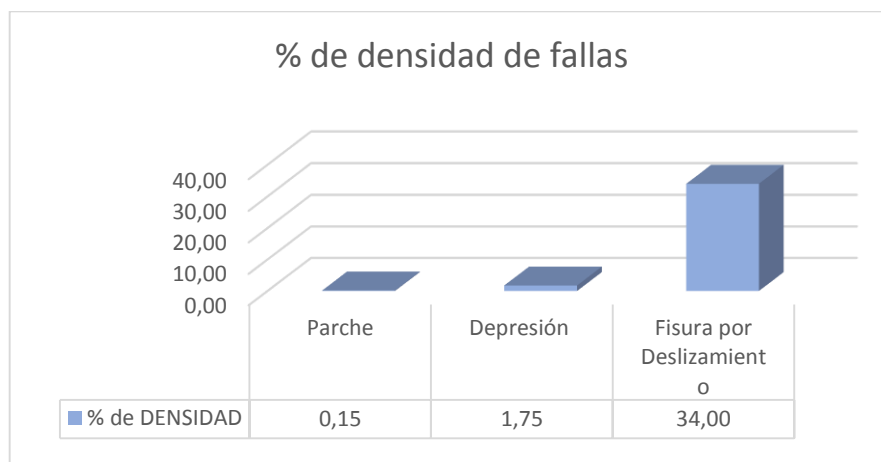


Figura 53: Fallas existentes. Tramo Adicional (abs 3+115 – 3+155).

En la Figura 54 se presenta las fallas detectadas en el tramo adicional 3 (abs 8+720 – 8+763). Este tramo se encuentra en malas condiciones, debido a asentamientos de la estructura de la vía que causan una depresión de la calzada de severidad alta. Además, existe presencia de fisuramiento de bloque y de borde, piel de cocodrilo y ahuellamiento. A estas fallas sumadas los efectos de factores erosivos son propicias para un deterioro rápido de la sección del pavimento hasta llegar al colapso.

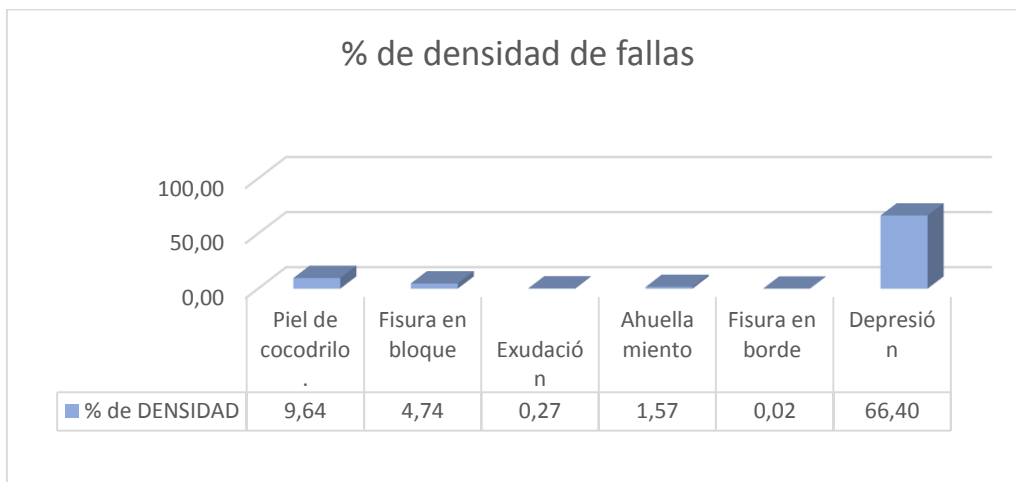


Figura 54: Fallas existentes. Tramo Adicional 3 (abs 8+720 – 8+763).

En la Figura 55 se muestra las fallas detectadas en el tramo adicional 4 (abs 9+250 – 9+253). Este tramo se presenta deteriorado, como producto de los asentamientos de la estructura de la vía, a causa de la acción erosiva del agua. Este daño causa una depresión de la calzada de la vía de severidad alta. Además, existe presencia de fisuramientos de bloque y de borde en la superficie de la carpeta de rodadura de la vía.

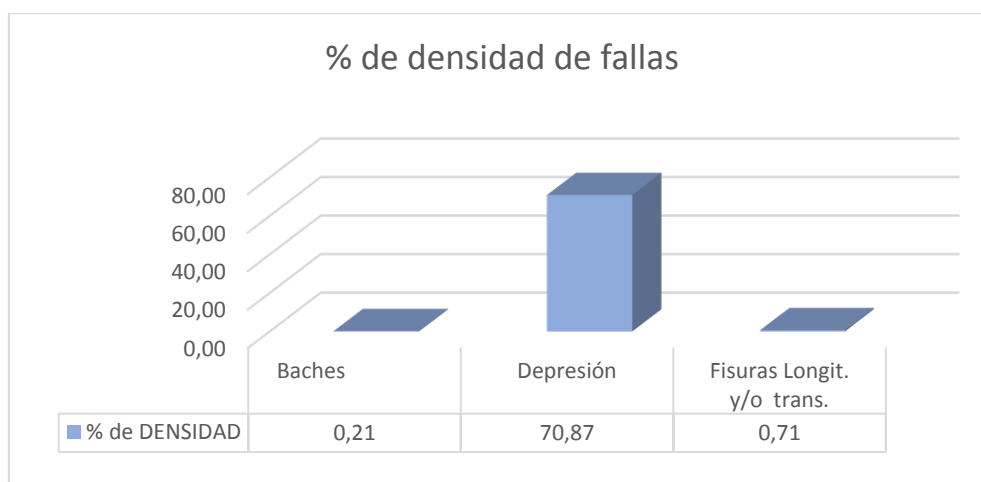


Figura 55: Fallas existentes. Tramo Adicional 4 (abs 9+250 – 9+253).

La Figura 56 indica las fallas detectadas en el tramo adicional 5 (abs 12+770 – 12+813). Este tramo también se encuentra afectado por los asentamientos del sector, que ocasiona depresiones, fisuras longitudinales y transversales, ahuellamientos y desmoronamientos de la calzada con severidades altas, además hay la presencia de áreas de exudación de severidad baja, que provocan la falla de la estructura de la vía.

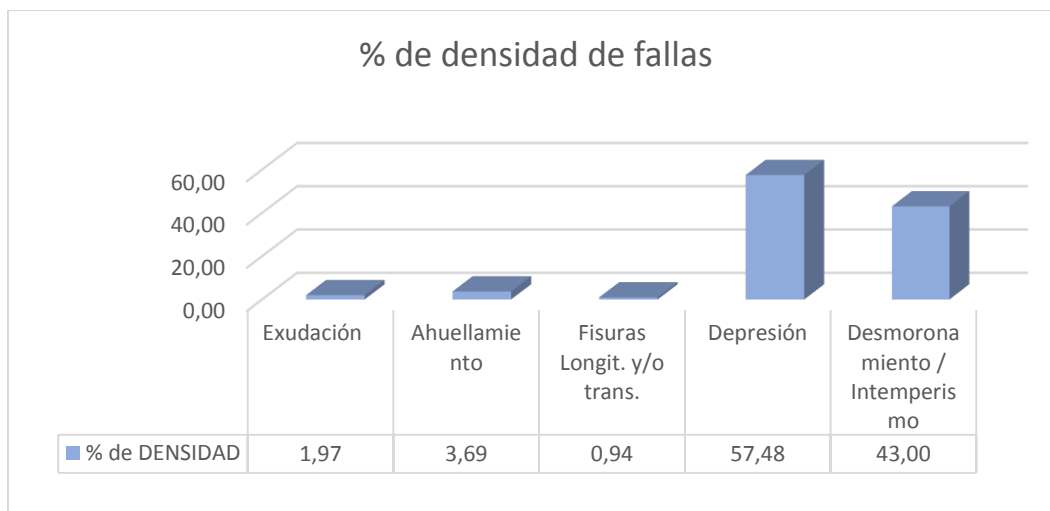


Figura 56: Fallas existentes. Tramo Adicional 5 (abs 12+770 – 12+813).

La Figura 57 presenta las fallas detectadas en el tramo adicional 6 (abs 14+400 – 14+443). Este tramo se encuentra en malas condiciones, debido a la presencia de fallas como hinchamiento, ahuellamiento, corrugación y desmoronamiento de material de la calzada de la vía. Este sector es vulnerable a la acción erosiva del agua, debido al colapso de cunetas laterales de la vía.

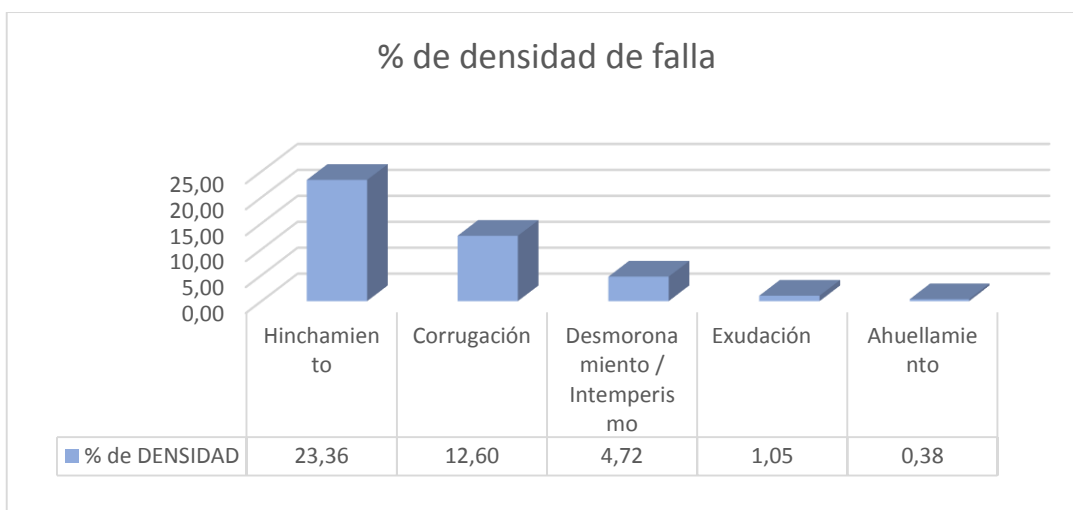


Figura 57: Fallas existentes. Tramo Adicional 6 (abs 14+400 – 14+443).

En la Figura 58 se muestra las fallas detectadas en el tramo adicional 7 (abs 18+140 – 18+183). Este tramo se encuentra fallado completamente. Se identifica fallas como depresión de la calzada y desmoronamiento de material. Adicionalmente se presentan áreas de agregado pulido e hinchamiento de la misma, producido por la alta inestabilidad del suelo y la acción del agua.

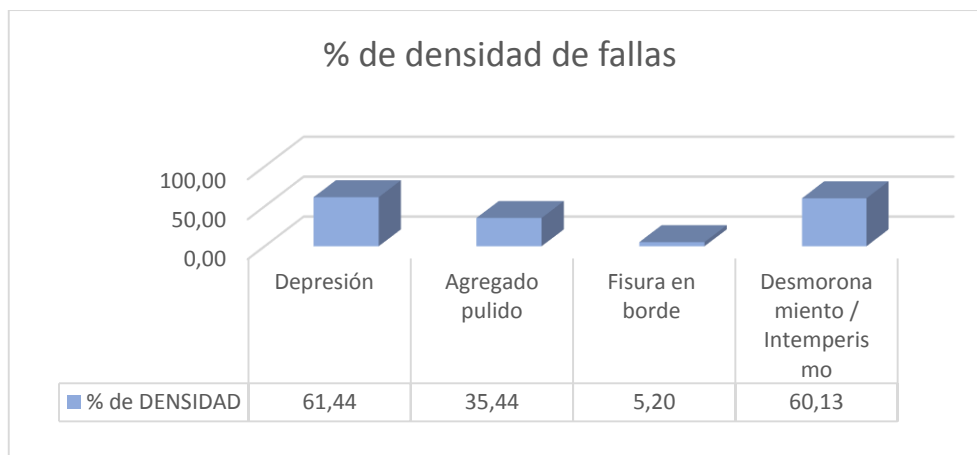


Figura 58: Fallas existentes. Tramo Adicional 7 (abs 18+140 – 18+183).

En la Figura 59 se muestra las fallas detectadas en el tramo adicional 8 (abs 19+950 – 19+993). Este tramo se encuentra fallas como baches y parches que se erosionan continuamente. Se identifica también fallas de ahuellamiento y agregado pulido. Estos daños son originados en gran parte por la acción de las aguas y la falta actividades de mantenimiento.

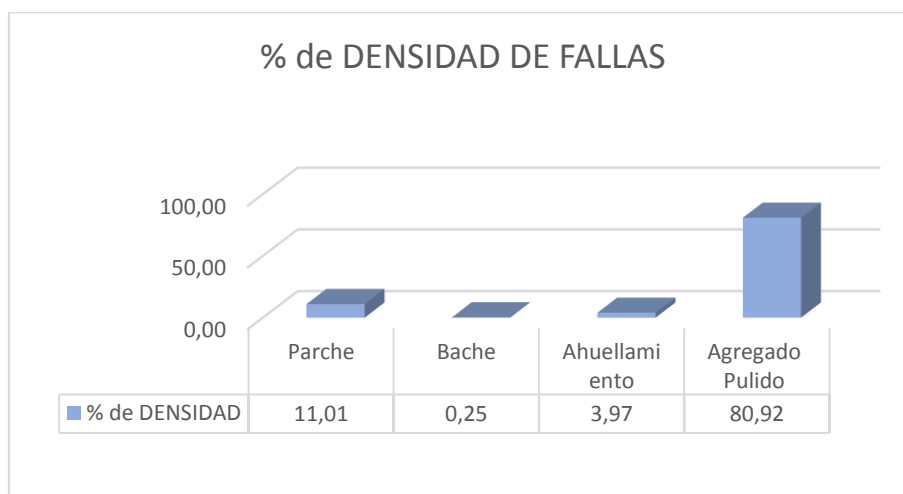


Figura 59: Fallas existentes. Tramo Adicional 8 (abs 19+950 – 19+993).

4.5. Resultados del cálculo del PCI de las muestras.

En la Tabla 20 se muestra un resumen de las fallas detectadas y los resultados del cálculo del PCI de las muestras seleccionadas con su respectiva escala de calificación y simbología. De estos resultados se obtiene un PCI promedio de muestras seleccionados (*PCIR*) de 49, calificado como *Regular*.

Tabla 20: Resumen de Fallas y Cálculo de PCI de Muestras Seleccionadas.

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	ÁREA TRAMO	PRINCIPALES FALLAS EXISTENTES.	PCI	CALIFICACIÓN	SIMBOLOGÍA
1	0 + 043	0 + 083	320	Agregado pulido, Ahuellamiento, Fisuras.	74	MUY BUENO.	
2	1 + 395	1 + 435	320	Intemperismo, Piel de cocodrilo.	45	REGULAR	
3	2 + 747	2 + 787	320	Ahuellamiento, Fisuras.	74	MUY BUENO.	
4	4 + 099	4 + 139	320	Intemperismo, Ahuellamiento.	84	MUY BUENO.	
5	5 + 451	5 + 491	320	Corrugación, Parches, Ahuellamiento.	48	REGULAR	
6	6 + 803	6 + 843	320	Fisuras, Piel de Cocodrilo, Depresión.	59	BUENO.	
7	8 + 155	8 + 198	317	Ahuellamiento, Desniveles localizados, Exudación, Piel de	18	MUY MALO	
8	9 + 510	9 + 553	317	Agregado pulido, Depresión, Ahuellamiento.	31	MALO	
9	10 + 865	10 + 908	317	Piel de Cocodrilo, Depresión.	28	MALO	
10	12 + 220	12 + 263	317	Piel de Cocodrilo, Fisura de deslizamiento.	31	MALO	
11	13 + 575	13 + 618	317	Hinchamiento, Piel de Cocodrilo, Agregado Pulido.	28	MALO	
12	14 + 930	14 + 973	317	Agregado pulido, Parche, Intemperismo.	78	MUY BUENO	
13	16 + 285	16 + 328	317	Hinchamiento, Fisuras, Ahuellamiento.	50	REGULAR	
14	17 + 640	17 + 683	317	Intemperismo, Hinchamiento, Fisuras.	0	FALLADO	
15	18 + 995	19 + 038	317	Agregado Pulido, Exudación.	54	REGULAR	
16	20 + 350	20 + 393	317	Agregado Pulido, Parche, Ahuellamiento.	82	MUY BUENO	
PCIR					49	REGULAR	

En la Tabla 21 se muestra el cuadro resumen de las fallas encontradas y los resultados del cálculo del PCI de las muestras adicionales analizadas, con su respectiva denominación y simbología. De estos resultados se obtiene un PCI promedio de muestras adicionales (*PCIA*) de 25, calificado como *Malo*.

Tabla 21: Resumen de Fallas y Cálculo de PCI de Muestras Adicionales.

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	AREA TRAMO	PRINCIPALES FALLAS EXISTENTES.	PCI	CALIFICACION	SIMBOLOGÍA
AD. 1	0 + 225	0 + 265	320	Depresión, Desmoronamiento, Baches.	22	MUY MALO	
AD. 2	3 + 115	3 + 155	320	Fisuras por Deslizamiento, Depresión.	46	MALO	
AD. 3	8 + 720	8 + 763	317	Depresión, Piel de Cocodrilo, Fisuras.	13	MUY MALO	
AD. 4	9 + 250	9 + 293	317	Depresión, Fisuras.	50	REGULAR	
AD. 5	12 + 770	12 + 813	317	Depresión, Desmoronamiento, Ahuellamiento.	8	FALLADO	
AD. 6	14 + 400	14 + 443	317	Hinchamiento, Corrugación, Desmoronamiento.	33	MALO	
AD. 7	18 + 140	18 + 183	317	Depresión, Desmoronamiento, Agregado Pulido.	10	FALLADO	
AD. 8	19 + 950	19 + 993	317	Agregado Pulido, Parche.	16	MUY MALO	
PCIA					25	MALO	

Con los resultados del cálculo del PCI obtenido de las 16 muestras seleccionadas y de las 8 muestras adicionales, se puede determinar el PCI de la sección de la vía (**PCIs**). En la Tabla 22 se indica el resultado del cálculo del **PCIs**, correspondiente a un valor de 41, catalogado como Malo, expresando así que la vía se encuentra en un proceso de deterioro acelerado.

Tabla 22: Calculo de PCIs. de la vía.

N	24
A	8
PCI_R	49
PCI_A	25
PCIs	41
MALO	

En la Figura 60 presenta un esquema gráfico de la ubicación y la clasificación del estado del pavimento de cada una de las muestras inspeccionadas (seleccionadas y adicionales), en la cual se denota el estado del pavimento de la muestra, y sirve para obtener una visión general del estado del pavimento a lo largo de toda la vía.

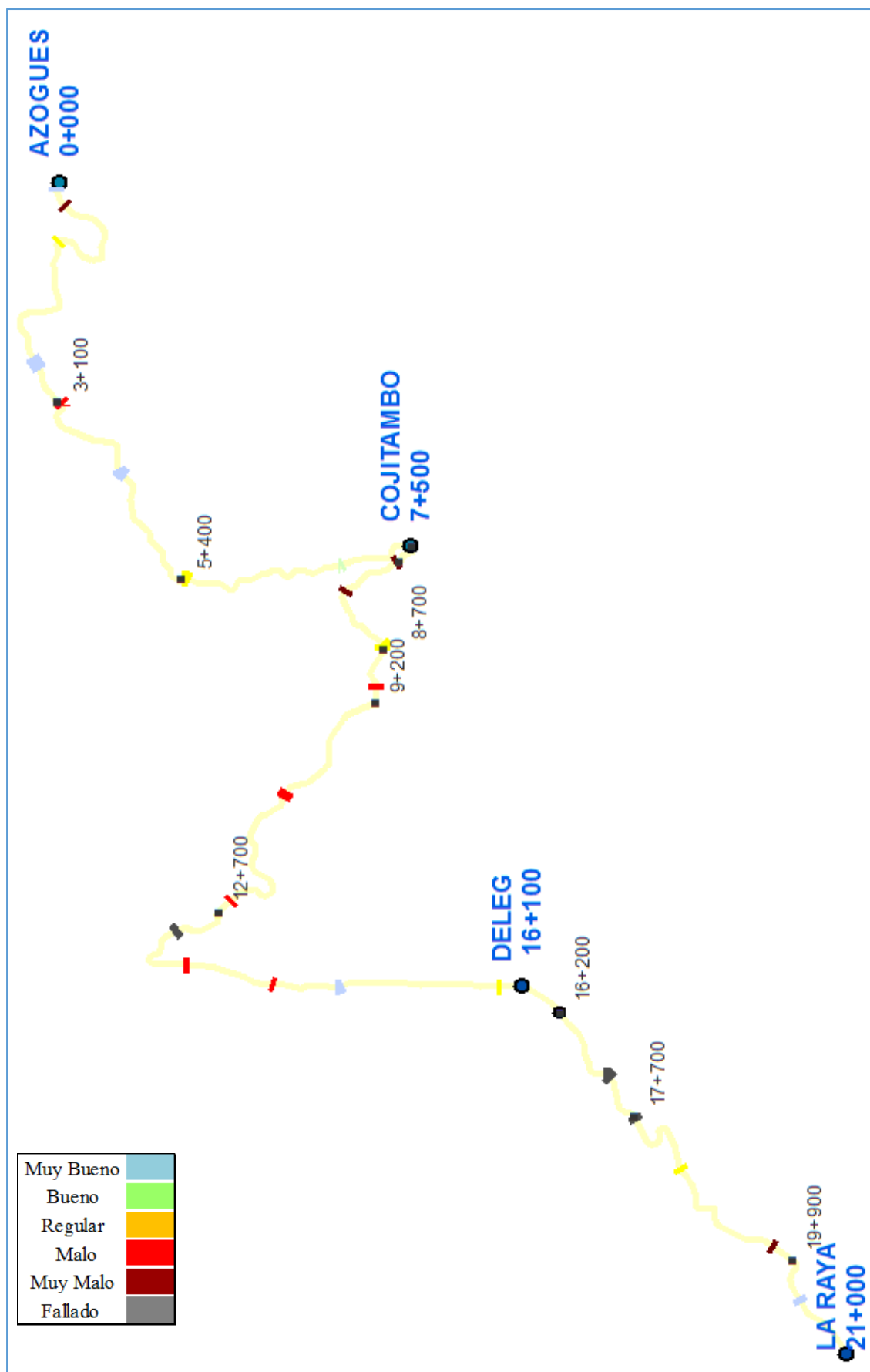


Figura 60: Esquema gráfico de muestras inspeccionadas.

4.6. Análisis de las condiciones actuales del tráfico.

Para realizar el cálculo del TPDA (Transito Promedio Diario Anual) es necesario conocer las condiciones actuales del tráfico vehicular, además de estadísticas de crecimiento poblacional, consumo de combustibles y/o matriculación vehicular.

Para determinar el TPDA, lo óptimo es realizar mediciones continuas automáticas, durante al menos un año en los tramos de análisis del proyecto, cuando no se puede realizar estas mediciones se efectuarán conteos muestrales que con la aplicación de factores de estimación del tráfico permitan obtener un valor muy aproximado del TPDA (NEVI-12-MTOP, 2013).

Para el análisis de tráfico de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, se ha realizado un conteo de tráfico previo por un periodo de dos horas, en cuatro lugares distintos de la vía, estos son: Azogues- Abscisa 0+000, Cojitambo- Abscisa 7+500, Déleg- Abscisa 16+100 y La Raya- Abscisa 21+000, con la finalidad de determinar el sitio óptimo para el análisis de tráfico. De esta observación se determinó que la vía en mención posee mayor flujo vehicular en el tramo de vía Azogues- Cojitambo, por tal motivo se ha considerado el ingreso a la vía en el sector de la Autopista Azogues Cuenca, Abscisa 0+000, como estación de observación para realizar los conteos vehiculares respectivos, y utilizar estos resultados para el análisis de tráfico del presente proyecto.

En el presente estudio se ha realizado dos conteos volumétricos clasificados por tipo de vehículos. El primer conteo ejecutado durante 12 horas de 7:00 am a 19:00 pm del día sábado 1 de abril del 2017, ya que es el día de mayor demanda de tráfico. El segundo conteo se realizó durante 4 horas de 10:00 am a 14:00 pm del día miércoles 12 de abril del 2017, con la finalidad de determinar una clasificación más detallada de la composición de vehículos pesados en un día de semana de trabajo, ya que el primer día de conteo se observó un solo tipo de vehículos pesados, con un porcentaje bajo de circulación. En el Anexo 8 se muestra los resultados de los conteos volumétricos realizados en los días mencionados a partir de los cuales se calcula el flujo vehicular en las horas de conteo y el factor de hora pico.

A continuación, en las Tablas 23 y 24, se presenta el resumen de los conteos volumétricos de tráfico para cada tipo de vehículos identificados en los conteos, el cálculo del flujo vehicular en las horas de conteo y los respectivos factores de hora pico. De los resultados de dichas tablas se desprende que la vía Azogues- Cojitambo – Déleg- La Raya, demanda una

cantidad de tráfico liviano muy importante, con un 80% aproximadamente en un día de semana y un 90 % durante un día de fin de semana.

De esta manera, durante el día sábado (fin de semana) existe mayor demanda de tráfico vehicular liviano, que un día entre semana, en tanto que para vehículos pesados (camiones y volquetes), se tiene mayor tráfico en un día entre semana, mientras que se tiene una cantidad considerable de buses, cuya tendencia del flujo vehicular se mantiene durante todos los días de la semana.

Tabla 23: Resumen tráfico vehicular conteo 12 horas.

Sentido de Tráfico		Azogues - Cojitambo									Cojitambo - Azogues									
Primer conteo		Livianos		Pesados				TOTAL	%Vehículos	FHP	Livianos		Pesados				TOTAL	%Vehículos	FHP	
Hora	Clasificación	Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				
																				2D
7:00:00	8:00:00	1	91	9	5	-	-	106	6,39	0,88	4	119	7	-	-	-	130	9,24	0,80	
8:00:00	9:00:00	2	123	8	2	-	-	135	8,14	0,91	2	88	8	-	-	-	98	6,97	0,79	
9:00:00	10:00:00	2	123	8	1	-	-	134	8,08	0,86	1	95	8	-	-	-	104	7,39	0,84	
10:00:00	11:00:00	1	107	8	6	-	-	122	7,36	0,80	5	112	7	-	-	-	124	8,81	0,84	
11:00:00	12:00:00	2	119	8	2	-	-	131	7,90	0,89	2	90	8	-	-	-	100	7,11	0,80	
12:00:00	13:00:00	1	151	8	6	-	-	166	10,01	0,85	1	103	8	-	-	-	112	7,96	0,79	
13:00:00	14:00:00	3	158	7	4	-	-	172	10,37	0,81	-	116	9	-	-	-	125	8,88	0,80	
14:00:00	15:00:00	2	141	9	4	-	-	156	9,41	0,83	3	118	9	-	-	-	130	9,24	0,80	
15:00:00	16:00:00	1	139	7	1	-	-	148	8,93	0,86	2	115	5	-	-	-	122	8,67	0,79	
16:00:00	17:00:00	3	110	8	3	-	-	124	7,48	0,89	-	114	8	-	-	-	122	8,67	0,83	
17:00:00	18:00:00	2	120	8	2	-	-	132	7,96	0,92	3	110	8	-	-	-	121	8,60	0,83	
18:00:00	19:00:00	1	120	8	3	-	-	132	7,96	0,89	2	111	6	-	-	-	119	8,46	0,87	
Totales		21	1.502	96	39	-	-	1.658	FHP	0,80	25	1.291	91	-	-	-	1.407	FHP	0,76	
Porcentajes		1,27	90,59	5,79	2,35	-	-	100			1,51	77,86	5,49	-	-	-	-			100
Flujo (veh/hora)		2	126	8	4	-	-	139			3	108	8	-	-	-	-			118

Tabla 24: Resumen tráfico vehicular conteo 4 horas.

Sentido de Tráfico		Azogues - Cojitambo									Cojitambo - Azogues								
Segundo Conteo		Livianos		Pesados				TOTAL	% Vehículos	FHP	Livianos		Pesados				TOTAL	% Vehículos	FHP
Hora		Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas			
Clasificación			2D	B2	2DA	2DB	V3A					2D	B2	2DA	2DB	V3A			
10:00:00	11:00:00	1	61	9	6	1	1	79	19,22	0,90	5	57	8	6	1	1	78	21,547	0,93
11:00:00	12:00:00	2	68	10	6	1	1	88	21,41	0,88	2	64	8	7	2	-	83	22,928	0,83
12:00:00	13:00:00	1	96	8	8	1	-	114	27,74	0,89	2	79	8	4	1	2	96	26,519	0,89
13:00:00	14:00:00	6	114	7	1	2	-	130	31,63	0,83	-	96	8	1	-	-	105	29,006	0,80
Totales		10	339	34	21	5	2	411	FHP (promedio)	0,83	9	296	32	18	4	3	362	FHP (promedio)	0,80
Porcentajes		2,43	82,48	8,27	5,11	1,22	0,49	100			2,49	72,02	7,79	4,38	0,97	0,73	100		
Flujo (veh/hora)		3	85	9	6	2	1	103			3	74	8	5	1	1	91		

Para efectos de estimación del tráfico promedio diario observado (TPD) en las dos direcciones del tránsito con un margen de seguridad, se empleará los resultados máximos de flujo horario vehicular obtenidos en los días de conteos, para cada tipo de vehículo

determinado. De esta manera el flujo máximo de vehículos por hora se expande para las 12 horas de tráfico diurno, Asumiendo estos resultados como el tráfico promedio diario observado durante 12 horas, para las dos direcciones de tráfico. A partir de estos cálculos se determina el tráfico promedio diario observado de la vía, durante 12 horas, donde se puede apreciar un alto flujo de autos (2.808) y la presencia importante de buses (204) y camiones de dos ejes (132). Estos resultados se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25: Determinación del TPD observado.

Sentido de Tráfico	Azogues - Cojitambo							Cojitambo - Azogues						
Fecha	Livianos		Pesados				TOTAL	Livianos		Pesados				TOTAL
Flujo (veh/hora)	Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas		Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas	
Clasificación		2D	B2	2DA	2DB	V3A			2D	B2	2DA	2DB	V3A	
01 de Abril	2	126	8	4	-	-	140	3	108	8	-	-	-	119
12 de Abril	3	85	9	6	2	1	106	3	74	8	5	1	1	92
flujo maximo	2	126	9	6	2	1	146	3	108	8	5	1	1	126
TPD (Observado)	24	1512	108	72	24	12	1752	36	1,296	96	60	12	12	1,512
TPD (Observado) (dos direcciones)	60	2808	204	132	36	24	3264							

4.7. Factores de proyección de TPDA.

Cuando se tiene los valores correspondientes al TPD, estos se deben relacionar con factores de estimación de tráfico para determinar el TPDA de la vía. Estos factores son: factor horario, diario, semanal y mensual.

a) Factor Horario

El factor horario tiene la finalidad de transformar los datos de TPD observado en las 12 horas de conteo manual a un TPD correspondiente a las 24 horas del día. En vías en donde el tráfico de vehículos livianos es significativo, el factor horario puede considerarse un valor comprendido en el rango de 1.1- 1.3 (Sótil, 2015). En el presente análisis, habiendo realizado el conteo en un horario diurno, se sabe que el tráfico nocturno es considerablemente menor, además que el tráfico de la vía corresponde en gran porcentaje a tráfico liviano, el tráfico nocturno se considera un porcentaje del tráfico diurno, equivalente al inverso del promedio de los factores de hora pico de cada uno de los conteos (Sótil, 2015). La Tabla 26 muestra el cálculo del factor horario para la estimación de tráfico de la vía en estudio, a partir de los datos de Factor de hora pico obtenidos en las tablas 24 y 25, determinando así un factor de 1,252.

Tabla 26: Determinación del Factor Horario.

CONTEO	FHP(promedio)		
1	0.80	0.76	0.78
2	0.83	0.80	0.81
FHP (PROM)			0.80
FH			1.252

b) Factor Diario

La condición óptima para determinar el factor diario es conocer el conteo de una semana completa, cuyo promedio será dividido para el tránsito diario de conteo. Para el presente análisis, al disponer únicamente de datos de dos días de conteo, además la composición de tráfico observado se forma con los valores de mayor flujo vehicular, para cada tipo de vehículos (livianos y pesados), como se indicó en la Tabla 25, por lo aquí expuesto, para la determinación del factor diario se considera los valores promedios de flujo vehicular de los días de conteo, a partir de los datos totales de flujo vehicular (veh/hora) en los dos sentidos de la vía, mostrados en la Tabla 25, El cálculo del factor diario se expone en la Tabla 27, de donde se asume que el valor del factor diario de 1.018.

Tabla 27: Determinación de Factor Diario.

CONTEO	Tráfico Total (Veh/hora)		Total	FD
1	140	119	259	0.882
2	106	92	198	1.154
PROMEDIO			229	1.018

c) Factor Semanal

El objetivo de calcular el factor semanal es transformar el tráfico diario a un tráfico promedio semanal. Para determinar el factor semanal se considera el número de semanas que contiene el mes en el cual se realiza los conteos (Sótil, 2015), de esta manera para el mes de abril, en el cual se ha realizó los conteos, el factor semanal es 1.071, como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28: Determinación de Factor Semanal (Sótil, 2015).

Mes	N° de Días	N° de Semanas.	FS
Enero	31	4.429	1.107
Febrero	28	4.000	1.000
Marzo	31	4.429	1.107
Abril	30	4.286	1.071
Mayo	31	4.429	1.107
Junio	30	4.286	1.071
Julio	31	4.429	1.107
Agosto	31	4.429	1.107
Septiembre	30	4.286	1.071
Octubre	31	4.429	1.107
Noviembre	30	4.286	1.071
Diciembre	31	4.429	1.107
Total	365	52.143	

d) Factor Mensual

El factor mensual tiene la finalidad de ampliar el tráfico mensual hasta el anual, en función del consumo de combustible de la región en donde se analiza el tráfico. Para el cálculo del factor mensual, se utiliza el consumo de combustibles del último periodo anual de la provincia de Cañar, obtenida de la página electrónica de Petroecuador, para lo cual será necesario relacionar la información mensual con el promedio de consumo de combustibles de la región que se dispone. En la Tabla 29 se muestra el cálculo del factor mensual correspondiente al mes de abril, con un valor es de 1.087.

Tabla 29: Determinación de Factor Mensual (PETROECUADOR, 2017).

MES	EXTRA	SUPER	DIESEL	TOTAL	FM
Enero	899123	175024	1268593	2342740	1.144
Febrero	866765	172871	1124343	2163979	1.238
Marzo	912580	168244	1253283	2334107	1.148
Abril	906752	166067	1392129	2464948	1.087
Mayo	989384	178063	1637136	2804583	0.955
Junio	939560	164094	1587060	2690714	0.996
Julio	1005005	178460	1630421	2813886	0.952
Agosto	1071123	198719	1723123	2992965	0.895
Septiembre	958273	168295	1718974	2845542	0.941
Octubre	1016244	182160	1780145	2978549	0.899
Noviembre	986989	168246	1683350	2838585	0.944
Diciembre	1062856	178376	1636844	2878076	0.931
Total	11614654	2098619	18435401	32148674	
PROMEDIO	967888	174885	1536283	2679056	

4.8. Determinación del TPDA y parámetros de diseño.

En base a lo expuesto en la sección 2.2.5 del presente documento (características para la estimación del volumen de tráfico), se determina los siguientes parámetros de diseño:

TPDA (Transito Promedio Diario Anual).

A partir de la información del TPD observado durante 12 horas y los factores de proyección mensual, semanal, diario y horario, se determina el tráfico promedio diario anual TPDA, a través de la siguiente expresión.

$$TPDA = TPD * Fe$$

donde:

Fe= Factor de expansión, equivalente al producto de los factores de proyección horario, diario, semanal y mensual.

En la Tabla 30 se muestra el cálculo del factor de expansión, con un valor de 1.458, y la determinación del TPDA de la vía, por cada tipo de vehículo.

Tabla 30: Determinación de TPDA.

Factores de Tráfico		VEHICULOS		TPD (OBS)	TPDA
Factor horario	1.252	Motos		60	89
Factor Diario	1.018	Autos	2D	2808	4167
Factor Semanal	1.071	Buses	B2	204	303
Factor Mensual	1.087	Camión	2DA	132	196
Factor Expansión	1.484	Camión	2DB	36	53
		Volquete	V3A	24	36
		TPDA			4755

Periodo de Diseño

Considerando que en la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya se pretende realizar una intervención de mantenimiento y rehabilitación, se asume un periodo de diseño de 20 años, tomando en cuenta las recomendaciones de la AASHTO.

Crecimiento de Tráfico

El crecimiento de tráfico se define a través del *Factor de Proyección*, mismo que está en función de la tasa de crecimiento anual del tráfico. Para la estimación de las tasas de crecimiento de los vehículos, al no contar con series históricas de tránsito de la vía en estudio, además, considerando que gran porcentaje del tráfico de la vía es liviano, se ha utilizado la tasa de crecimiento poblacional de la ciudad de Azogues. Las estadísticas poblacionales se han obtenido de los datos del INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). En la Tabla

31 se muestra la determinación de la tasa anual de crecimiento poblacional, misma que servirá para obtener el factor de proyección, siendo este de 1,68%.

Tabla 31: Determinación de tasa de crecimiento poblacional.

AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Azogues	73,407	74,698	76,003	77,310	78,615	79,917	81,212	82,497
							a	1.0168
							r	0.0168

Carril de Diseño

El factor de distribución de acuerdo a la dirección del carril de diseño se obtiene de la Tabla 32, sugerida por la AASHTO. La vía objeto de estudio está conformada por dos carriles para el tráfico (1 en cada dirección), motivo por el que se considera un factor de distribución del 50%.

Tabla 32: Factor de distribución por dirección (AASHTO, 1993).

# Carriles de Tráfico (Dos Direcciones)	% Camiones en el Carril de Diseño
2	50
4	45
6 ó más	10

Distribución por Carril de Diseño

El factor de distribución por carril de diseño (FL) se considera del 100%, en base a las consideraciones antes mencionadas, este se determina en la Tabla 33.

Tabla 33: Factor de distribución por dirección (AASHTO, 1993).

# Carriles de Carriles en cada Dirección	% ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Factor Camión

Para determinar el factor camión para pavimentos flexibles se utiliza las expresiones 2 - 3 y 4, indicadas en la sección 2.2.5 del presente documento. En la Tabla 34 se muestra los resultados del cálculo del factor camión para cada tipo de vehículo.

4.9. Determinación del tránsito de diseño.

Una vez establecidos todos los parámetros requeridos, se procede a determinar el tránsito de diseño, mediante la ecuación 5 descrita en la sección 2.2.6 del presente documento. Los resultados se presentan en la Tabla 34, obteniendo así un valor de 13'281.862 ejes equivalentes en 20 años.

Tabla 34: Determinación del tránsito de diseño.

Tipo	Peso	L18	L2s	Lx	L2x	pt	G	SN	Bx	B18	Wx/W18	Factor equivalencia de carga	Factor Camion	num vehiculos	Factor de Proy. 20 años	NEE 20 años
AUTOS	2D	18	1	2.31	1	2.5	-0.2009	3	0.403	1.221	2000.689	0.000	0.001	4167	23.745	23624.51
		1.21	18	1	2.662	1	2.5	-0.2009	3	0.404	1.221	1236.881	0.001			
BUSES	B	7	18	1	15.4	1	2.5	-0.2009	3	0.910	1.221	1.778	3.762	303	23.745	4939735.64
		11	18	1	24.2	1	2.5	-0.2009	3	2.443	1.221	0.313	3.200			
CAMION	2DA	3	18	1	6.6	1	2.5	-0.2009	3	0.443	1.221	41.374	0.024	196	23.745	498167.11
		7	18	1	15.4	1	2.5	-0.2009	3	0.910	1.221	1.778	0.562			
VOLQUETE	2DB	7	18	1	15.4	1	2.5	-0.2009	3	0.910	1.221	1.778	3.762	53	23.745	864046.17
		11	18	1	24.2	1	2.5	-0.2009	3	2.443	1.221	0.313	3.200			
VOLQUETE	V3A	7	18	1	15.4	1	2.5	-0.2009	3	0.910	1.221	1.778	44.591	36	23.745	6956288.29
		20	18	1	44	1	2.5	-0.2009	3	13.694	1.221	0.023	Total de vehiculos	4755		13281862

5. DISEÑO DE PAVIMENTOS EMPLEANDO EL MÉTODO DE LA AASHTO.

En el presente capítulo se indica el diseño de la estructura del pavimento empleando el método de la AASHTO, esto como medida para el mantenimiento y rehabilitación de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.

La metodología se basa en el cálculo de espesores de las capas del pavimento a partir del número estructural calculado en base a distintos parámetros que condicionan el diseño de la estructura. Este diseño se realiza para un periodo de diseño de 20 años, además de una intervención de repapéo a realizarse de forma inmediata.

5.1. Parámetros de diseño de pavimentos.

Los parámetros necesarios para el diseño de la estructura del pavimento se describen en la sección 2.3.1. del presente documento, a continuación, se determinan los parámetros necesarios para el diseño del pavimento:

a) Tránsito

Para el análisis, se considera el tránsito transformado al número de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño en el carril de diseño (W_{18}). El valor del tránsito considerados para este diseño es de 13'098.640 ejes equivalentes en 20 años, mismo que se determinó en la Tabla 34.

b) Nivel de Confiabilidad

Para efectos de cálculos se considera un nivel de confiabilidad del 90%, de acuerdo con lo sugerido por la AASHTO, (Tabla 4 del presente documento). En la Tabla 35 se muestra la selección del nivel de confiabilidad para la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, catalogada como una vía urbana de carácter interprovincial. Empleándose un valor de $Z_R = -1.28$.

Tabla 35: Determinación del Nivel de Confiabilidad (AASHTO, 1993).

Clasificación	Urbana	Rural
Autopistas Interprovinciales y otras	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras de Tránsito	80 - 95	75 - 95
Carreteras Locales	50 - 80	50 - 80

c) Error de desviación estándar

Se considera un valor de 0.5 para la desviación estándar, considerando que se trata de un pavimento flexible, al cual se realizara una intervención de sobre capas. La Tabla 36 indica la selección del valor de la desviación estándar (S_o).

Tabla 36: Determinación de Desviación Estándar (AASHTO, 1993).

Condición de Diseño	Desviación Estándar
Pavimentos flexibles	0,40 – 0,50
Construcción nueva	0,35 – 0,40
Sobre- capas	0,50

d) Pérdida de serviciabilidad

La pérdida de serviciabilidad (ΔPSI), se calcula mediante la ecuación 7, la cual está en función del índice de serviciabilidad inicial ($p_o = 4,2$) e índice de serviciabilidad final ($p_t = 2,5$), considerando una vía de tráfico normal, obteniendo así un valor de $\Delta PSI = 1,7$.

e) Módulo Resiliente Efectivo de la subrasante

El módulo resiliente se determina a partir de los resultados del CBR, de esta manera para el análisis se utiliza un valor de $CBR = 7.57$ para la subrasante, dato obtenido del ensayo de CBR realizados en el tramo de vía Azogues- Cojitambo, sector Quimandel, cuyos resultados fueron proporcionados por el GAD Municipal del cantón Azogues (**Anexo 9**). En tanto que los valores de CBR para los materiales base y subbase son especificados para el estudio. El módulo resiliente de la subrasante se obtiene como se detalló en la sección 2.3.1, aplicando la ecuación 9 (materiales de subrasante con CBR mayor de 7,2% pero menor o igual a 20,0%); en tanto que los resultados de los módulos resilientes de la base y subbase se obtuvieron a través de los ábacos de coeficiente de capa, como se muestra en las Figuras 62 y 63. En la Tabla 37 se muestra el cálculo del módulo resiliente para subrasante, base y subbase determinados.

Tabla 37: Determinación de Módulo Resiliente.

MATERIAL	CBR (%)	MR (psi)
Subrasante	7.57	11182
Subbase	30	13800
Base	80	28000

f) Coeficiente de drenaje

El coeficiente de drenaje se determina a partir de la Tabla 6, sugerida por la AASHTO. Para el estudio de la vía se ha tomado en cuenta las condiciones de drenaje de los

suelos y características pluviométricas y geomorfológicas del área de estudio (*Anexo 10*); por tal se ha considerado un drenaje con una calidad regular y un porcentaje de tiempo de exposición de la estructura del pavimento a niveles de humedad cercanos a la saturación mayor al 25%. En base a esta consideración se asume los coeficientes de drenaje para la capa de base y subbase ($m_2 = m_3$) un valor de 0.8, En la Tabla 38 se presenta la determinación de los coeficientes de drenaje.

Tabla 38: Coeficiente de drenaje m_i (AASHTO, 1993).

Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo en que la nueva estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	Menos de 1%	1 - 5 %	5 - 25%	Más de 25%
Excelente	1.4 - 1.35	1.35 - 1.30	1.4 - 1.37	1.2
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.8
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.6
Deficiente	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.4

g) Coeficientes estructurales de capa

Para estimar los coeficientes se parte del módulo de elasticidad (E) de cada material y mediante el uso de diagramas o nomogramas se determinan estos coeficientes. En la Tabla 39 se muestra los resultados de los coeficientes de capa calculados. En las Figuras 61, 62 y 63 se muestra los ábacos sugeridos por la AASHTO, que se han utilizado para la determinación de los coeficientes de capa.

Tabla 39: Coeficiente de Capa

Carpeta	a_1	0.420
Base	a_2	0.135
Subbase	a_3	0.110

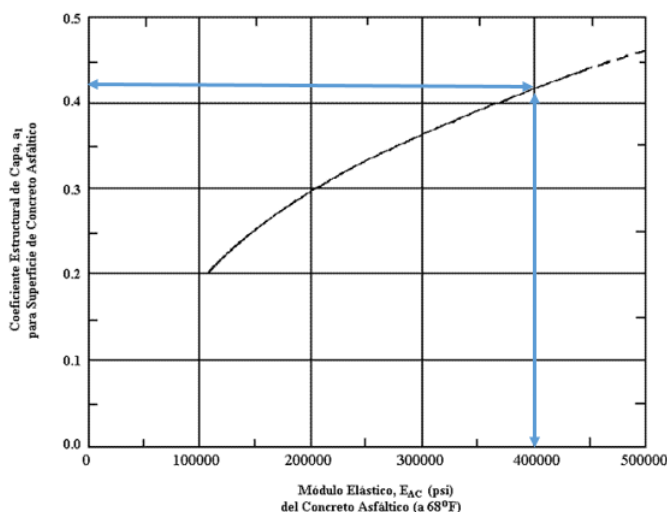


Figura 61: Coeficiente Estructural de Capa de Concreto Asfáltico a_1 (AASHTO, 1993).

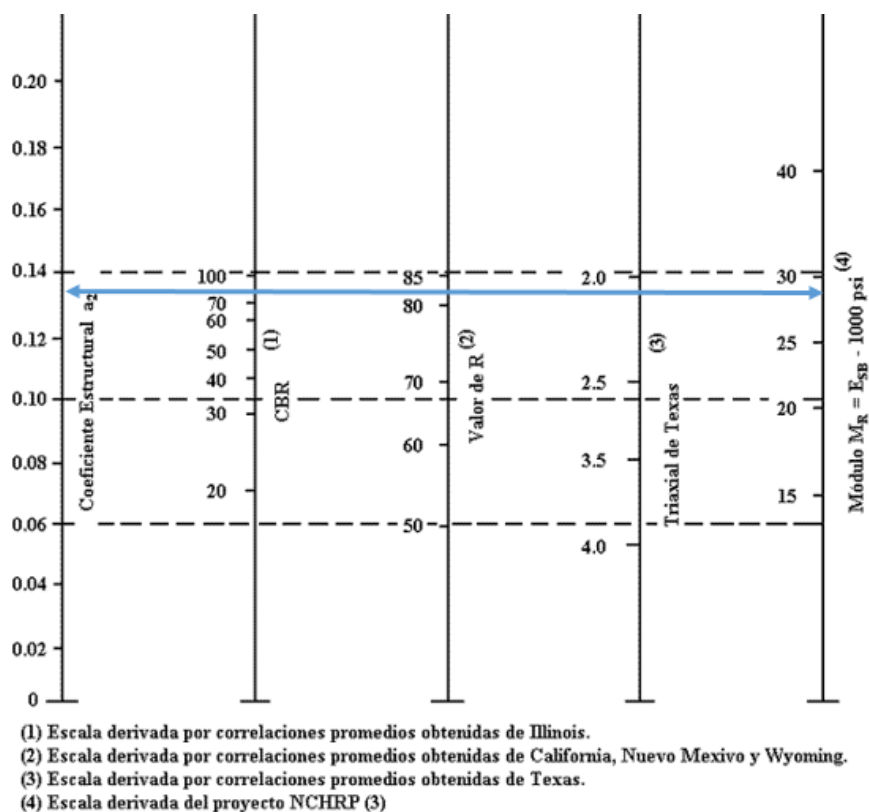


Figura 62: Coeficiente Estructural de Capa de Bases Granulares a_2 (AASHTO, 1993).

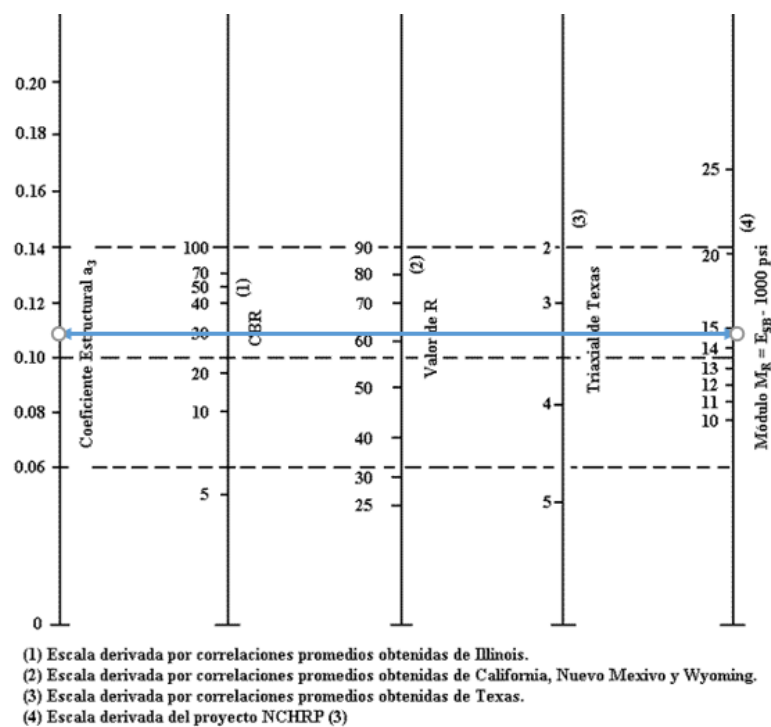


Figura 63: Coeficiente Estructural de Capa de Subbases a_3 (AASHTO, 1993).

5.2. Número Estructural y Espesores de Capa

A partir de la ecuación 6 de la sección 2.3, y los parámetros aquí descritos, se determina el número estructural para cada una de las capas del pavimento. Posteriormente, en función de estos números se calculan los espesores de capas que forman la estructura del pavimento. En la Tabla 40 se muestra los parámetros aquí mencionados y utilizados para determinar el número estructural de capa.

Tabla 40: Parámetros para determinación del Numero Estructural.

Descripción	Simbología	Valor
Periodo de Diseño (años)	n	20
Trafico de Diseño	W18	1.33E+07
Índice de servicio final, P_o	Po	4.2
Índice de servicio final, P_t	Pt	2.5
Error normal estándar S_0	So	0.5
% confianza	%c	90%
Nivel de Confianza	ZR	1.28
Pérdida de Serviaviabilidad	ΔPSI	1.7
Módulo resiliente subrasante	MR _{Subrasante}	11182
Módulo resiliente subbase	MR _{Subbase}	14800
Módulo resiliente base	MR _{Base}	28000

En la Tabla 41 se muestran los resultados obtenidos del número estructural para cada capa de la estructura del pavimento para un periodo de 20años.

Tabla 41: Determinación del Numero Estructural.

Descripción	Simbología	Valor
Número estructural subrasante	SN ₃	4.61
Número estructural subbase	SN ₂	4.18
Número estructural base	SN ₁	3.29

Aplicando las ecuaciones 12- 16 mencionadas y con los resultados de los coeficientes de capa y número estructural, se verifica que cumplan todas las condiciones especificadas en la sección 2.3.2. y se determina los espesores de capa de la estructura del pavimento, los resultados se presentan en la Tabla 42.

Tabla 42: Determinación de espesores de capa.

Espesor de Carpeta Asfáltica.			
SN1	3.295	D1* (asumido)	
a1	0.420	pulg	cm
D1	7.84	7.87	20
SN1*	3.31	Cumple	
Espesor de Base.			
m2=m3	0.8	D2* (asumido)	
SN2	4.180		
a2	0.135	pulg	cm
D2	8.08	9.84	25
SN2*	1.06		
SN1*+SN2*	4.37	Cumple	
Espesor de Subbase.			
SN3	4.61	D3* (asumido)	
a3	0.11	pulg	cm
D3*	2.76	3.94	10
SN3*	2.00	Cumple	

De este análisis, se propone una estructura de 55cm de espesor, con una carpeta asfáltica de 20cm, una capa de base granular de 25cm, con CBR del 80%, y subbase granular de 10 cm, con CBR del 30% como se muestra en la Tabla 43.

Tabla 43: Estructura de Pavimento Asfáltico.

Estructura del pavimento		
Espesor de Pavimento	55.00	cm
Concreto Asfáltico	20.00	cm
Base Granular	25.00	cm
Subbase Granular	10.00	cm

5.3. Diseño por etapas y rehabilitaciones.

En este trabajo se propone un diseño del pavimento por dos etapas considerando un período total de diseño de 20 años con dos rehabilitaciones, mismas que consiste en la colocación de capas de refuerzo de pavimento flexible, una de inmediato y otra a los 10 años. El espesor de la capa de refuerzo a colocarse en la rehabilitación se calcula en base a criterios de la vida remanente del pavimento y métodos no destructivos, determinando la capacidad estructural requerida y la capacidad estructural efectiva del pavimento al término de cada etapa (10 y 20 años).

Con estas consideraciones y tomando en cuenta el tráfico de diseño para un periodo de 10 años y los parámetros antes determinados, se calcula el número estructural para la capa de subrasante del pavimento, obteniendo un valor de SN= 4.09, mismo que sirve para determinar

el tráfico de diseño para cada etapa de rehabilitación. En la Tabla 44 se muestra los datos para determinar el número estructura para la capa de subrasante.

Tabla 44: Estructura de Pavimento Asfáltico.

Descripción	Simbología	Valor
Periodo de Diseño (años)	n	10
Trafico de Diseño	W18	6.09E+06
Índice de servicio final, <i>po</i>	Po	4.2
Índice de servicio final, <i>pt</i>	Pt	2.5
Error normal estándar So	So	0.5
% confianza	%c	90%
Nivel de Confianza	ZR	1.28
Pérdida de Serviaviabilidad	DPSI	1.7
Módulo resiliente subrasante	MR _{Subrasante}	11182
Módulo resiliente subbase	MR _{Subbase}	14800
Módulo resiliente base	MR _{Base}	28000
Número estructural subrasante	SN ₃	4.10

Con los datos presentados en la Tabla 44 se determina el tráfico de diseño para un periodo de 10 y 20 años, mismos que servirán para determinar el número de ESALS a la fecha de rehabilitación (N_p) y el número de ESALS a la falla ($N_{1.5}$). En la Tabla 45 se muestra los resultados obtenidos de los ESALS para cada periodo, tomando en consideración que N_p para un periodo de 20 años es la diferencia entre los tráficos de diseño para los 20 años y 10 años respectivamente. Además, dicha tabla se presenta el número estructural recalculado de la subrasante para cada periodo de rehabilitación.

Tabla 45: Determinación de ESALS a la fecha de rehabilitación y a la falla.

Descripción	Simbología	Valor
Transito de Diseño a 20 años	W18	1.13E+07
Transito de Diseño a 10 años	W18	5.17E+06
Descripción	Simbología	Valor
Rehabilitación 10 años		
Número estructural subrasante	SN	3.992
Número ESAL Actual	NP	5.17E+06
Número ESAL a la falla	NP1.5	1.04E+07
Rehabilitación 20 años		
Número estructural subrasante	SN	4.098
Número ESAL Actual	NP	6.11E+06
Número ESAL a la falla	NP1.5	1.27E+07

Para determinar el número estructural efectivo del pavimento existente se aplica la ecuación 24 de la sección 2.3.3, el cual está en función del espesor actual del pavimento existente y el módulo elástico del asfalto. Para el espesor de la carpeta asfáltica actual se considera 3.9 cm, siendo este el valor mínimo de la carpeta asfáltica medida en campo. En la Tabla 46 se muestra el cálculo del número estructural efectivo del pavimento existente, obteniendo un valor de 3.28.

Tabla 46: Determinación de ESALS S_{Neff} del pavimento existente.

Descripción	Simbología	Valor
Espesor de Carpeta Asfáltica Actual (cm)	h	3.90
Espesor de Carpeta Asfáltica Actual (pulg)	h_p	9.91
Módulo Elástico Asfalto	E_p	400000
Número estructural efectivo actual	S_{Neff}	3.284

Con los datos obtenidos en las Tabas 45 y 46, y aplicando las ecuaciones 17-20 de la sección 2.3.3 se determina el porcentaje de vida remanente del pavimento, el numero estructural efectivo y el número estructural requerido para el refuerzo de la estructura del pavimento. El factor de condición de pavimento se calcula a partir de la ecuación 22. De este análisis se determina el espesor de la capa de refuerzo para el pavimento existente en los periodos de rehabilitación, de esta manera se propone colocar una capa de refuerzo de 5 cm para cada periodo de rehabilitación del pavimento. En la Tabla 47 se muestran los resultados de los cálculos indicados.

Tabla 47: Determinación de espesores de refuerzo para cada rehabilitación.

AÑO	SN	N_p	$N_{1.5}$	RL	CF	S_{Neff}	S_{NoI}	pulg	cm	Asumido (cm)
Actual						3.28				
10	3.992	5,168,309	10,418,084	50.39	0.89	3.56	0.71	1.69	4.28	5
20	4.098	6,107,551	12,683,084	51.84	0.90	3.68	0.54	1.28	3.25	5

6. PLAN DE REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO

Esta sección hace referencia a las actividades de los distintos tipos de mantenimiento y rehabilitación propuestas para la recuperación de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg– La Raya. Se realiza una descripción del procedimiento de cada actividad a realizar, además se detalla las especificaciones de los materiales a emplear en los trabajos recomendados.

Además, se realiza una descripción de las actividades de estabilización y remediación propuestas para los sitios altamente deteriorados e inestables.

6.1. Introducción.

El Trabajo de evaluación de las condiciones del pavimento de la vía Azogues – Cojitambo – Déleg– La Raya se ha desarrollado con la finalidad de establecer un plan de mantenimiento y rehabilitación de la vía, el cual servirá como una herramienta para la ejecución de trabajos por parte de las entidades gubernamentales competentes. Además, que constituye una base para crear un Sistema de Administración de Pavimentos (PSM) para futuras intervenciones en la vía en mención y para vías de similares características, con la finalidad de mantener la vialidad en buenas condiciones funcionales, proporcionando una vida útil de acuerdo al periodo de diseño, mismo que representa ahorros significativos a los usuarios en las operaciones vehiculares, y a las entidades públicas competentes en el costo de mantenimiento.

6.2. Generalidades.

En la actualidad la vía Azogues – Cojitambo – Déleg – La Raya no cuenta con un sistema de administración de pavimentos, durante los últimos años no se ha dado mantenimiento a lo largo de la vía, tan solo se ha intervenido en sitios puntuales, esto debido a la falta de presupuesto de las entidades competentes, descuidando la importancia del mantenimiento tanto rutinario como periódico, provocando el deterioro constante de ciertos tramos. Por esta razón, se ve la necesidad de presentar un plan rehabilitación y mantenimiento de la vía.

La presente propuesta constituye una herramienta de conservación vial, se plantea para ser aplicada en la vía Azogues – Cojitambo – Déleg – La Raya, que tiene una longitud de 21 km, y podría ser aplicada en vías que tengan características similares.

Al tratarse de una vía de carácter interprovincial, de considerable afluencia a lugares turísticos, que demanda un alto tráfico, se requiere de intervenciones en la capa de rodadura para mejorar las condiciones funcionales y el tránsito vehicular.

La condición general de la estructura es regular, salvo zonas particulares de alto grado de deterioro debido a la acción de factores erosivos, y zonas de alta inestabilidad, deterioro y falla de las obras de drenaje y la falta de mantenimiento.

Las condiciones funcionales de la vía muestran diversos tipos de fisuras, formación de baches, áreas de pulimiento de los agregados, desintegración de la capa de rodadura, producto del intemperismo y en algunos casos a causa de la fatiga de la carpeta asfáltica.

Estructuralmente, la vía se encuentra afectada por parches dispersos, depresiones, zonas de ahuellamiento y extensas áreas de grietas de fatiga, producidas principalmente por el desgaste de la capa asfáltica, y por la falla de la estructura del pavimento en sitios específicos. Esto se trató en detalle en el Capítulo 4 “Análisis de Campo y Resultados”.

En base a estas características, se propone determinadas actividades de mantenimiento para disminuir el proceso acelerado de deterioro del pavimento, además se presenta actividades de rehabilitación, en la que se emplea el método de la AASHTO para efectos de diseño de espesores de las capas.

6.3. Actividades de Mantenimiento Preventivo.

Las actividades de mantenimiento preventivo se realizan con la finalidad de evitar que se produzcan deterioros en el pavimento (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

Entre las actividades correspondientes a este tipo de mantenimiento tenemos los siguientes:

6.3.1. Rocería y desmonte natural

El roce y desmonte consiste en la tala manual de la vegetación retirando completamente de las zonas laterales de la vía (Higuera Sandoval, 2012).

Procedimiento

- Retiro de vegetación aledaña a señales de tránsito, de tal manera que no represente obstrucción a la visibilidad, ni peligro para el tránsito vehicular.
- Los materiales, basura y desperdicios deben ser retirados del derecho de la vía y depositados en lugares donde no puedan ser arrastrados por el sistema de drenaje de la vía.

6.3.2. Limpieza de drenajes

La limpieza de drenajes contempla la extracción y remoción de todo tipo de material que se encuentren depositados en la sección de las obras de drenaje de la vía (Higuera Sandoval, 2012).

Procedimiento

- Realizar la limpieza de las cunetas de coronación, cunetas laterales, alcantarillas y sus cauces de entrada y salida existentes dentro del derecho de la vía.
- Desalojar todo tipo de material extraído hacia sitios en donde no representen problemas ecológicos o cause daños al sistema de drenaje.

6.4. Actividades de Mantenimiento Periódico

Las actividades de mantenimiento periódico tienen la finalidad de reparar y/o mitigar los daños identificados en el pavimento, son importantes para mantener la vía en buenas condiciones (Jugo B, 2005).

A continuación, se presenta una descripción de las actividades determinadas que se deben ejecutar en la vía, basado en las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes (MOP-001-F2002, 2002) y Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

6.4.1. Sellos de grietas

El sellado de grietas consiste en la limpieza y sellado de las mismas con productos asfálticos, lechada o mezcla asfáltica, con la finalidad de impermeabilizar la superficie prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento y protegerlo del intemperismo para evitar que avance el envejecimiento (Higuera Sandoval, 2012).

Materiales de relleno

- **Asfalto.** Se recomiendan para usos generales de sellado de grietas las emulsiones asfálticas de asentamientos rápido. En ocasiones también se asfaltos de alta viscosidad, aunque estos materiales no penetren a la grieta y sólo dan un sellado superficial.
- **Arena.** La arena será de granulometría que pase el tamiz # 4. La arena podrá ser triturada o natural, los granos serán densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de éstos con el asfalto.

Procedimiento

- Identificación y ruteado de la grieta a intervenir.
- Limpieza de la grieta con aire comprimido y cepillos especiales, el espacio de la fisura como el área adyacente a la misma, en un ancho no menor de 0.20 m debe estar libre de polvo, arcilla o de cualquier otro material.
- Sellado de la grieta, utilizando para ello un recipiente de volumen fácilmente maniobrable que posea una boca de salida del tamaño y forma que permita derramar en línea fina sobre la grieta, el asfalto con el cual la grieta debe ser rellenada. El asfalto debe ser calentado a la temperatura especificada conforme su tipo.
- Aplicación de la arena sobre el área longitudinal de la fisura en proceso de sello, con el objeto de cubrir el asfalto derramado; para formar una cáscara que impida el desprendimiento o la pérdida del asfalto recién aplicado en la superficie, por adherencia a las ruedas del tránsito circulante.
- Finalmente, debe limpiarse y barrerse todo material suelto, que como producto de las labores haya quedado en la superficie.

6.4.2. Bacheo Superficial

Consiste en reconstruir áreas puntuales de la capa de rodadura hasta la capa superior del material de base, en los pequeños deterioros que empiezan a formarse y que posterior pueda afectar en la funcionalidad de la vía (Higuera Sandoval, 2012).

Materiales

- **Asfalto.** Se debe utilizar concreto asfáltico en caliente elaborada en planta, sobre esta se recomienda aplicar una capa se liga asfáltica.

Procedimiento de ejecución del trabajo

- Identificación de las áreas a intervenir y señalización de seguridad.
- Delimitar sobre el pavimento las áreas a reparar y posteriormente.
- Corte del pavimento en forma cuadrada o rectangular, según sea el caso, de forma que exceda en unos 20 centímetros en cada dimensión de la superficie a reparar. Además, se debe cuidar que los lados sean paralelos y perpendiculares al eje de la carretera,
- Cortar verticalmente con sierra mecánica el pavimento hasta alcanzar el límite inferior de la capa asfáltica y retirar la mezcla asfáltica afectada.

- Limpieza con aire a presión del fondo y las paredes del corte y la excavación realizada para eliminar las partículas sueltas y el polvo.
- Sobre la superficie limpia se aplica un riego de liga y se coloca la mezcla asfáltica en todo el espesor y dimensiones del bache.
- Compactar el área intervenida desde el exterior del área tratada hacia el interior de la misma, hasta que esté al nivel de la superficie de rodadura adyacente.
- No se permitirá la colocación de mezcla asfáltica bajo la lluvia, como tampoco puede dejarse un bache abierto para colocar la mezcla asfáltica al día siguiente.

6.4.3. Bacheo Profundo

El bacheo profundo se refiere a la remoción y reposición de la capa asfáltica, base y/o subbase, y en algunos casos de la subrasante. con la finalidad de devolver la sustentación estructural original de la carretera (Higuera Sandoval, 2012).

En zonas donde la estructura del pavimento es inestable y existe exceso de humedad, falta de compactación, contaminación y/o materiales de pobre calidad, las capas de bases, subbases o material de subrasante debe removerse hasta que se encuentre una superficie de apoyo sólida y reemplazar el material inadecuado (Higuera Sandoval, 2012).

Materiales

- **Asfalto.** Se debe utilizar concreto asfáltico en caliente elaborada en planta, sobre esta se recomienda aplicar una capa se liga asfáltica.
- **Agregados Pétreos.** Se utiliza material base granular o una base estabilizada.
La base granular puede ser de tipo I ó II, se recomienda que el valor de soporte, CBR, no debe ser menor de 80.

Procedimiento de ejecución del trabajo

El Manual para el Mantenimiento de la Red Vial Secundaria (Pontificia Universidad Javeriana, 2002) recomienda el siguiente procedimiento para realizar bacheos profundos:

- Identificación de las áreas a intervenir y señalización de seguridad.
- Delimitar sobre el pavimento las áreas a reparar y posteriormente.
- Corte del pavimento en forma cuadrada o rectangular, según sea el caso, de forma que exceda en unos 20 centímetros en cada dimensión de la superficie a reparar. Además, se debe cuidar que los lados sean paralelos y perpendiculares al eje de la carretera.

- Cortar verticalmente con sierra mecánica el pavimento hasta alcanzar el límite inferior de la capa de base o hasta el nivel requerido para remover cualquier material o capa defectuosa.
- Limpieza con aire a presión el fondo y paredes de la excavación realizadas para eliminar las partículas sueltas y el polvo.
- En el caso de excavar por debajo de la capa de base, este volumen deberá ser rellenado y compactado en capas de aproximadamente 15 cm con material no clasificado, hasta el nivel de base.
- El material base debe colocarse y compactarse en forma similar y en el proceso de compactación se debe verificar que se alcance el 95% de la densidad máxima seca.
- Cuando se termine el colocado de la capa de base, se aplicará un riego de liga o imprimación a la superficie ya limpia y se colocará la mezcla asfáltica en todo el espesor necesario a las dimensiones del bache. La compactación debe hacerse, desde la parte exterior al interior del área intervenida.
- Verificar que el área tratada manifieste depresiones o abultamientos.
- No se permitirá la colocación de mezcla asfáltica bajo la lluvia, como tampoco puede dejarse un bache abierto para colocar la mezcla asfáltica al día siguiente.

6.5. Actividades de Mantenimiento Correctivo.

El mantenimiento correctivo se refiere a aquellas actividades ejecutadas para corregir fallas específicas del pavimento o áreas deterioradas para corregir o reparar fallas que afectan el nivel de servicio del pavimento, o presentan peligro para los usuarios, en donde las acciones de mantenimiento menor se hacen costosas y poco efectivas.

A continuación, se describen dos técnicas de mantenimiento correctivo que pueden ser aplicadas en la vía en estudio, tomando como referencia las recomendaciones de la norma ecuatoriana vial NEVI-12 (NEVI-12-MTOP, 2013), las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes (MOP-001-F2002, 2002) y el Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pontificia Universidad Javeriana, 2002).

6.5.1. Tratamiento Superficial Localizado

Un tratamiento superficial localizado o sello localizado consiste en la aplicación de un riego con material asfáltico cubierto con agregados o lechada asfáltica en sitios localizados menores de 300 m² de área, con la finalidad de impermeabilizar la superficie para protegerlo

del intemperismo y evitar que avance el envejecimiento (Medina Palacios, Armando; De la Cruz Puma, Marcos, 2015).

Es conveniente sobre pavimentos envejecidos y oxidados, que presenten grietas finas y/o pérdida de agregado por disgregación menor. Además, pueden ser utilizados para corregir problemas de textura y mejorar la resistencia al deslizamiento en puntos críticos como: curvas, intersecciones y pendientes (MOP Chile, 2015).

Materiales

- ***Emulsión asfáltica*** Se debe utilizar emulsiones en frío de rompimiento lento o controlado.
- ***Agregados Pétreos*** Los agregados a utilizar están en función del tipo de lechada a utilizar y de las condiciones de la vía, en base a las siguientes consideraciones recomendadas por la AASHTO. En la Tabla 48 se indica el tipo de lechada asfáltica a utilizar para una determinada actividad.

Tabla 48: Tipo de Lechadas Asfálticas y aplicaciones (AASHTO, 1993).

Tipo	Tamaño	Aplicación
A-1	Fino	Sello de grietas y sellado fino en vías de tráfico liviano.
B-1	Media o General	Sellado general para aumentar la textura.
C-1	Grueso	Producen una superficie con textura profunda y se usan en vías con alto nivel de tránsito.
D-1	Grueso	

En la Tabla 49 se muestra la granulometría del agregado pétreo para cada tipo de lechada asfáltica, sugerida por la (AASHTO, 1993).

Tabla 49: Granulometría de agregado pétreo para tipos de Lechadas Asfálticas (AASHTO, 1993).

TAMICES		% que pasa			
mm	ASTM	Tipo A- 1	Tipo B- 1	Tipo C- 1	Tipo D- 1
12.5	½"	-----	-----	-----	100
10	3/8"	-----	100	100	85 - 98
5	Nº 4	100	85 – 95	70 – 90	62 – 80
2,5	Nº 8	85 – 95	62 – 80	45 – 70	41 – 61
1,25	Nº 16	65 – 80	45 – 65	28 – 50	28 – 46
0,63	Nº 30	40 – 60	30 – 50	18 – 34	18 – 34
0,315	Nº 50	25 - 42	18 – 35	12 – 25	11 – 23
0,16	Nº 100	15 - 30	10 - 24	7 – 17	6 – 15
0,08	Nº 200	10 - 20	5 - 15	5 – 11	4 - 9

Procedimiento de ejecución del trabajo

- Para la aplicación de un tratamiento superficial, generalmente se requiere acciones previas como el bacheo, sellado de grietas anchas, entre otros.
- Identificación señalización y limpieza total de la superficie por sellar, eliminando todo el polvo y materia extraña.
- Sobre la carpeta limpia se procederá a aplicar el riego asfáltico especificado, para luego colocar el material pétreo sobre el riego asfáltico, el espesor varío de 2.5 hasta 7 mm, dependiendo del tipo de lechada que se utilice
- Pasar la rastra para eliminar ondulaciones, bordes o depresiones, e iniciar el proceso de compactación, inicialmente con un rodillo liso y posteriormente con el compactador de neumáticos el tiempo necesario para asegurar el máximo del material pétreo se haya adherido al material asfáltico.
- Limpieza y recolección del material excedente que no se adhiera al ligante asfáltico.

6.5.2. Tratamientos Superficiales Bituminosos

Un tratamiento superficial bituminoso consiste en la construcción de una o más capas de agregados embebidos en material bituminoso, sobre una base previamente imprimada o sobre una capa de rodadura existente (Higuera Sandoval, 2012)

Materiales

- **Asfalto.** Se debe utilizar concreto asfáltico en caliente que cumpla requisitos de penetración de 60-70 u 85-100, de acuerdo a las normas específicas de la AASHTO.
- **Agregados Pétreos.** Los agregados a utilizar deben estar completamente secos y limpios. Su coeficiente de desgaste a la abrasión deberá ser menor al 40% y su adhesividad será mayor al 95%; deberán satisfacer los requerimientos indicados de granulometría.

En la Tabla 50 se muestra las granulometrías para los distintos tipos de agregado a utilizar.

En la Tabla 51 se muestra las cantidades aproximadas de material por cada metro cuadrado, para cada tipo de TSB.

Tabla 50: Granulometría de agregado pétreo para TSB (AASHTO, 1993).

TAMICES		% que pasa					
mm	ASTM	Tipo A- 1	Tipo B- 1	Tipo C- 1	Tipo D- 1	Tipo E- 1	Tipo F- 1
37.5	1 ½"	100	-----	-----	-----	-----	-----
25	1"	90-100	100	-----	-----	-----	-----
18.75	¾"	20-55	90-100	100	-----	-----	-----
12.5	½"	0-15	20-55	90-100	100	100	-----
10	3/8"	0-5	0-15	40-75	90-100	90-100	100
5	Nº 4	-----	0-5	0-15	0-20	10-30.	75-100
2,5	Nº 8	-----	-----	0-5	0-10	0-10	20-55
1,25	Nº 16	-----	-----	-----	0-5	0-5	0-10
0,63	Nº 30	-----	-----	-----	-----	-----	0-5
0,08	Nº 200	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 2

Tabla 51: Cantidades de material para los tipos de TSB (AASHTO, 1993).

TIPO DE TRATAMIENTO	Agregados (Kilogramos)						Asfalto
	Tipo A- 1	Tipo B- 1	Tipo C- 1	Tipo D- 1	Tipo E- 1	Tipo F- 1	litros
TSB-1							
Capa única				14-16		1.4-2.0	0.9-1.6
TSB-2A							
Primera Capa				11-14.			0.9-1.6
Segunda Capa					8-11.	0.7-1.1	
TSB-2B							
Primera Capa			14-16				1.4-2.0
Segunda Capa					8-11.	0.7-1.1	
TSB-2C							
Primera Capa		22-27					1.8-2.3
Segunda Capa			11-14.			0.9-1.6	
TSB-3							
Primera Capa	15-18					0.9-1.6	
Segunda Capa		7-9.					1.6-2.3
Tercera Capa			5-6.			1.1-1.6	

Procedimiento de ejecución del trabajo.

El tratamiento bituminoso superficial se realiza únicamente si la superficie a recibir se encuentra seca, y el tiempo no sea lluvioso, neblinoso ni existan posibilidades inminentes de lluvia, preferentemente se efectuará este trabajo cuando la temperatura atmosférica a la sombra sea mayor a 15 °C. Para su ejecución se sigue el proceso descrito a continuación;

- Limpieza y señalización del área a intervenir.
- Sobre la carpeta existente completamente limpia, se dará un riego de asfalto uniformemente dividiendo el ancho en fajas.
- Cubrir el asfalto regado de forma inmediata con los agregados correspondientes, evitando que se enfríe. El sistema de riego y la operación se realiza con un ancho de faja determinado y en una sola aplicación uniforme y continua y deberá ser tal que el esparcimiento de los agregados forme la capa con las partículas gruesas abajo y las finas encima.
- Inmediatamente luego de regados los agregados sobre el asfalto, se procederá a la compactación con un rodillo liso o neumático.
- El rodillado se iniciará a los costados de la capa y se desplazará hacia el centro, traslapando media rueda en cada pasada. Al menos se completarán dos pasadas completas del rodillo y se proseguirá hasta lograr una superficie compacta y uniforme, pero sin que se trituren significativamente los agregados.
- A continuación, se proseguirá a la compactación en la misma forma, con rodillos neumáticos hasta conseguir que los agregados se hallen completamente incrustados y embebidos en el material bituminoso para obtener así una capa densa, pareja y uniforme.
- En los tratamientos múltiples, se procederá a la distribución del material bituminoso para la segunda capa, al menos doce horas después de haberse completado la primera capa, y luego de redistribuir el material suelto que hubiere quedado de la compactación de la primera. Así se procederá con las capas sucesivas que sean necesarias.
- Una vez terminada la última capa de tratamiento, se deberá esperar al menos doce horas antes de permitir el tránsito público, y en un lapso de cuatro días se deberá barrer cuidadosamente la superficie para desplazar todo el material suelto, pero sin remover el agregado pegado con el material bituminoso.
- De ocurrir alguna exudación de asfalto a la superficie terminada, luego del barrido, se deberá cubrir el área afectada con agregados adicionales de granulometría igual a la última capa. El barrido y el curado de las zonas con exudación de asfalto, es necesario a fin de conseguir una superficie uniforme y sin corrugaciones, depresiones u otras irregularidades causadas por un exceso o una distribución no uniforme del asfalto o de los agregados.

6.6. Actividades de Rehabilitación

Las actividades de rehabilitación de pavimentos hacen referencia a todas las acciones destinadas a la recuperación, refuerzo y/o remplazo de la estructura de un pavimento en condiciones deficientes (Peña Miranda, 1996).

A continuación, se describen dos técnicas de rehabilitación de pavimentos (construcción y capas asfálticas de refuerzo) que se propone aplicar en la vía Azogues- Cojitambo- Déleg-La Raya, los diseños respectivos para estas técnicas se detallan en el Capítulo 5 del presente documento “Diseño de Pavimentos empleando el método de la AASHTO”. tomando como referencia las recomendaciones de la norma (AASHTO, 1993).

6.6.1. Capas asfálticas de refuerzo

Las colocación de capas asfálticas de refuerzo es una técnica de rehabilitación para pavimentos deteriorados a través de la construcción de un refuerzo estructural, se emplea para corregir las fallas funcionales, reforzar un pavimento con problemas estructurales en la base o carpeta, el cual debe adecuarse para un volumen de tránsito mayor, así como también eliminar o reducir su rugosidad, mejorar la resistencia al deslizamiento y en ciertos casos dar soluciones temporales a los problemas que presenta el pavimento (Peña Miranda, 1996).

La determinación del espesor de esta capa debe hacerse mediante un análisis que permita:

- Establecer la condición del pavimento existente y su mecanismo de falla
- Determinar las características y condición de los materiales "in-situ".
- Definir el período de vida de la nueva estructura y las cargas esperadas.
- Determinar el espesor de refuerzo empleando un método o procedimiento técnicamente reconocido y apropiado.

Materiales

- **Asfalto.** Se debe utilizar concreto asfáltico en caliente elaborada en planta, sobre esta se recomienda aplicar una capa se liga asfáltica.

Procedimiento de ejecución del trabajo

- Limpieza a presión y señalización del área a intervenir.
- Sobre la carpeta existente completamente limpia, se dará un riego de liga en la superficie que quedará cubierta por la sobrecarpeta.
- Preparación de la mezcla asfáltica en caliente, está se realiza en una planta estacionaria, cuya ubicación previamente sería establecida.
- Transporte de la mezcla al lugar de tendido.
- Cuando los camiones que efectuarán el transporte de la mezcla asfáltica lleguen al sitio donde se realizará el tendido, estos deberán vaciarla dentro de la caja receptora de la terminadora.

- La mezcla asfáltica deberá tenderse a una temperatura mínima de 110° C.
- Inmediatamente después del terminado de la mezcla asfáltica, deberá compactarse por medio de un compactador liso; a continuación, se empleará un compactador de neumáticos y, por último, nuevamente el compactador liso.

6.6.2. Reconstrucción

La reconstrucción consiste en la demolición, remoción y reemplazo parcial o total del pavimento asfáltico existente, conservando la explanación y el alineamiento de la vía, se aplica cuando el pavimento se encuentra colapsado por exceso de problemas estructurales, incluso de las capas subyacentes, presentando elevados índices de deterioros y no posee vida residual (Sánchez Sebogal, 2005).

La estructura se reemplaza como si fuese la construcción de un nuevo pavimento, esto implica la adaptación de la estructura del pavimento para un tránsito más pesado.

Las técnicas de reconstrucción ofrecen la opción de seleccionar los materiales vírgenes, utilización de materiales estabilizados, el uso de geotextiles o bien e reciclar los materiales existentes. Se debe considerar el hecho que el uso de material reciclado puede tener un impacto grande en los costos de los pavimentos (Osuna Ruiz, 2008).

6.7. Zonificación de Aplicación de Trabajos.

Una vez realizado el análisis de la condición del pavimento de la vía Azogues-Cojitambo- Déleg- La Raya, y habiendo determinado los puntos críticos e inestabilidades y los factores que condicionan la vía, se determinan las acciones óptimas para corregir y/o mitigar los daños presentes en la vía. En el presente capítulo se ha descrito algunas acciones de mantenimiento y rehabilitación aplicables en la vía. A continuación, se describe las actividades a realizar en la vía y los tramos de ejecución.

6.7.1. Actividades de Mantenimiento Preventivo.

Es de vital importancia realizar una limpieza del frente de la vía, en toda su longitud, para evitar problemas de crecimiento de la vegetación en los bordes de la vía, ya que esta ocasiona la destrucción de cunetas y bordes del pavimento. En la Figura 64 se muestra una fotografía de las condiciones actuales del derecho de vía, en la que se observa el crecimiento de vegetación ocasiona la destrucción de los bordes y las cunetas de la vía.



Figura 64: Crecimiento vegetación en el derecho de vía.

La limpieza de las Cunetas laterales de la vía para permitir el flujo libre del agua lluvia y de escorrentía proveniente de los taludes aledaños. En la Figura 65 se muestra una fotografía de las condiciones actuales en varios tramos de las cunetas laterales, en la que se observa el crecimiento de vegetación y colmatación de material sedimentados proveniente de los taludes aledaños, esta condición ocasiona la destrucción de la calzada de la vía.

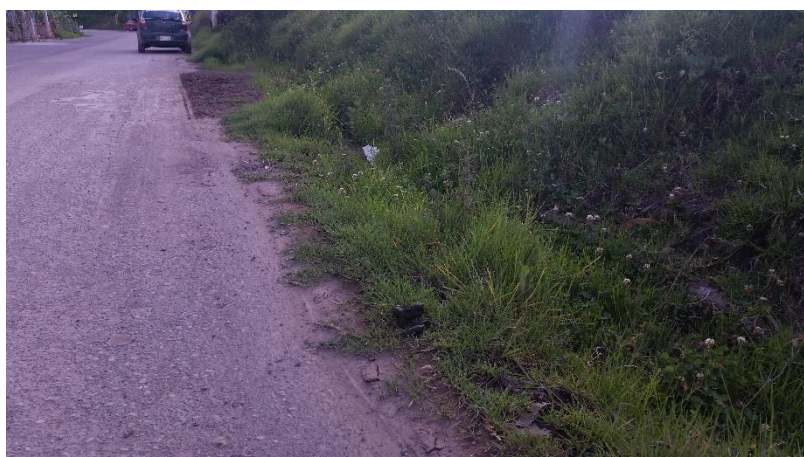


Figura 65: Cunetas laterales con material sedimentado y crecimiento de vegetación.

6.7.2. Actividades de Mantenimiento Periódico - Correctivo.

Tramo Azogues - Cojitambo

Como primera alternativa para el tramo Azogues – Cojitambo se plantea realizar actividades de mantenimiento periódico como bacheo superficial, profundo y un sello asfáltico localizado, esto como acción previa al reforzamiento de la carpeta asfáltica. En la Figura 66 se muestra el estado actual del pavimento, en un área propicia para la ejecución de Sellos Asfáltico Tipo B1.



Figura 66: Áreas para ejecución de Sellos Asfáltico Tipo B1.

La Figura 67 ilustra un área de baches, en donde se debe realizar actividades de bacheo superficial. En la Figura 68 se muestra una zona de pavimento afectada por grietas en bloque, en donde se recomienda ejecutar trabajos de sellado de grietas.



Figura 67: Áreas para ejecución de Bacheo Superficial.



Figura 68: Áreas para ejecución de sellado de grietas.

Debe considerarse que en la abscisa 3+100 (Sector Llimpi), previo a la colocación de la capa de refuerzo deberá realizarse un bacheo profundo, conforme a lo descrito en la sección 6.4.3. la reposición de material de la calzada será con material de base tipo II, con un espesor de 50 cm (o hasta llegar a nivel de subrasante firme), debidamente compactada en capas de 15 cm, posteriormente una capa de hormigón asfáltico de 10 cm. En la Figura 69 se indica las condiciones precarias de la vía en este sector, en la Figura 70 se ilustra la estructura de remediación propuesta, misma que está compuesta por una capa de rodadura de concreto asfáltico y una capa de material base, con la finalidad de dar mayor sustentación a la estructura del pavimento.



Figura 69: Condiciones de vía, sector Llimpi.

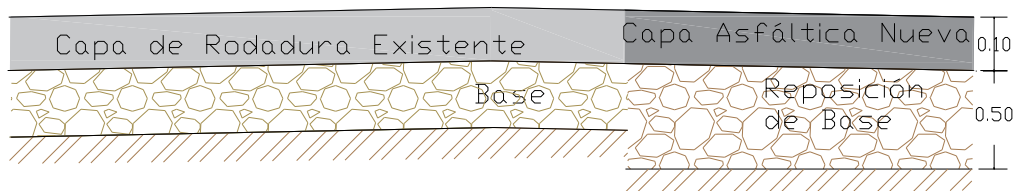


Figura 70: Estructura propuesta, sector Llimpi.

Tramo Cojitambo - Déleg

Para este tramo de vía comprendido desde Cojitambo hasta el ingreso a la cabecera cantonal Déleg, se propone realizar actividades de sellado de grietas, bacheos superficiales y tratamientos superficiales localizados en las áreas de intervención con lechada asfáltica tipo A1, de acuerdo con las especificaciones indicadas en las Tablas 48 y 49 del presente documento. Estos trabajos se realizarán como acción previa a actividades de reforzamiento de la carpeta asfáltica. En la Figura 71 se ilustra áreas de agrietamiento, en donde se recomienda la ejecución de parches, la Figura 72 se muestran áreas de pavimentos en las

cuales se deben realizar actividades de sellado de grietas. En áreas con menor deterioro, como muestra la Figura 73 se propone realizar un tratamiento superficial localizado.



Figura 71: Áreas para ejecución de parches.



Figura 72: Áreas para ejecución de Sellado de grietas.



Figura 73: Áreas para ejecución de Tratamientos Superficiales Localizados.

Tramo Déleg – La Raya

Desde el sector de ingreso a Honapala hasta La Raya, debe realizarse actividades de bacheo superficial y profundo para luego realizar un Doble Tratamiento Superficial

Bituminoso, conforme a las especificaciones técnicas indicadas en las Tablas 50 y 51. En la Figura 74 se indica áreas afectadas por una serie de baches, en donde se recomienda realizar un bacheo superficial. En la Figura 75 se muestra áreas de pavimento con muestras de agregado pulido, para lo cual se propone aplicar directamente un doble tratamiento superficial bituminoso, de acuerdo a las especificaciones indicadas en las tablas 50 y 51.



Figura 74: Áreas para ejecución de bacheos superficiales.



Figura 75: Áreas para ejecución de Doble Tratamiento Superficial Bituminoso.

6.7.3. Actividades de Mantenimiento Correctivo

Tramo Azogues – Cojitambo – Déleg

Posteriormente, realizadas las correcciones en áreas afectadas del pavimento, se propone un reforzamiento de la carpeta asfáltica a través de la colocación de dos capas de concreto asfáltico de 5 cm de espesor; la primera capa se aplica de inmediato luego de realizar los trabajos mencionados y la siguiente capa de refuerzo será de 5 cm y se aplicará en un periodo de 10 años, como se indica en la Tabla 52. La Figura 76 muestra la estructura de pavimento asfáltico con capas de refuerzo propuesta.

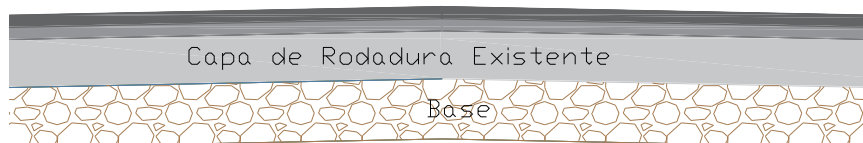
Tabla 52: Detalle de rehabilitación de pavimento.

AÑO	Espesor de refuerzo (cm)
Actual	5
10	5
20	

Refuerzo Hormigón Asfáltico. $e = 5$ cm



Refuerzo Hormigón Asfáltico Futuro. $e = 5$ cm

**Figura 76: Estructura de Pavimento Asfáltico con Capas de Refuerzo.**

6.7.4. Actividades de Estabilización y Reconstrucción

Tramo Azogues – Cojitambo

En la abscisa 3+800, sector Mururco, existe un macrodeslizamiento activo que afecta todo el sector, uno de los principales factores que origina este movimiento de tierra es la humedad del suelo, producto del agua lluvia y de las aguas de escorrentía del sector. Además de que es una zona de alta inestabilidad por las estructuras geológicas de la zona, convirtiendo así en un área vulnerable ya que parte de la estructura de la vía y varias viviendas, incluyendo la iglesia existente en este sector, han colapsado, poniendo en riesgo la seguridad de los habitantes del sector.

En este sitio, se recomienda colocar un sistema de geotextil y geomalla previo a la construcción de la estructura de la vía propuesta en la Tabla 43 (Estructura de Pavimento Asfáltico). También se recomienda la construcción de un pedraplén para sirva como soporte de la estructura y cunetas laterales para la recolección de las aguas lluvias.

Además, se recomienda la construcción de cunetas laterales de terrocemento a lo largo del talud, con la finalidad de recolectar las aguas que saturan el suelo y desestabilizan la estructura del pavimento. En la Figura 77 se muestra una vista panorámica de las condiciones actuales de la vía en este sector y en la Figura 78 se ilustra un esquema de la estructura de remediación propuesta.



Figura 77: Vista panorámica de vía, sector Mururco.

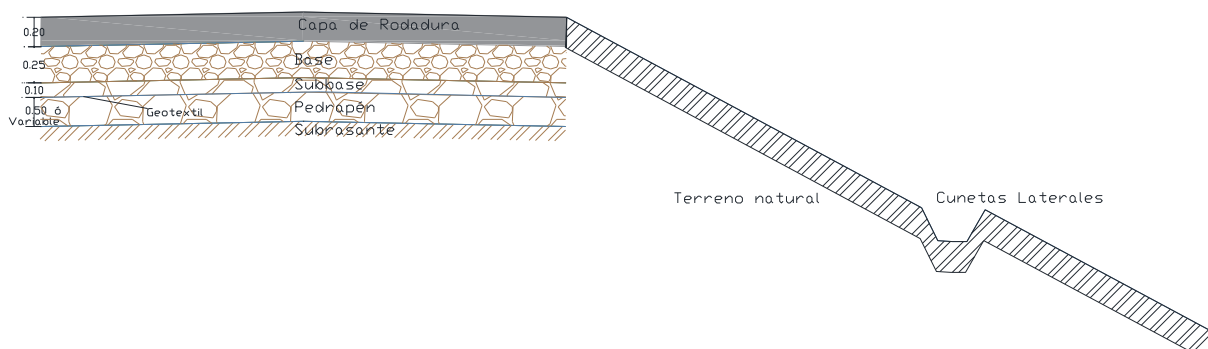


Figura 78: Estructura propuesta, sector Mururco. Abs 3+800.

En la abscisa 5+600 (Sector Zhunzhi), previo a la intervención en la vía se deberá realizar cunetas de coronación en el talud derecho de la vía, para recolectar las aguas procedentes del talud. En el talud izquierdo deberá construirse un pedraplén que sirva como pie de talud para dar mayor estabilidad a la vía.

Para la reconstrucción de la vía deberá removerse el material del área afectada hasta llegar a un estrato firme, para realizar un filtro con una capa de pedraplén de 50 cm de espesor (o en su defecto puede ser variable hasta llegar a suelo firme) y una lámina de geotextil, luego realizar la construcción de la estructura del pavimento propuesto en la Tabla 43 (Estructura de Pavimento Asfáltico). En la Figura 79 se indica un hundimiento que afecta la calzada de la vía, la Figura 80 muestra las condiciones generales actuales de la vía en este sector, en la Figura 81 se ilustra la estructura de remediación propuesta.



Figura 79: Condiciones de vía, sector Zhunzhi.



Figura 80: Vista general del sector Zhunzhi.

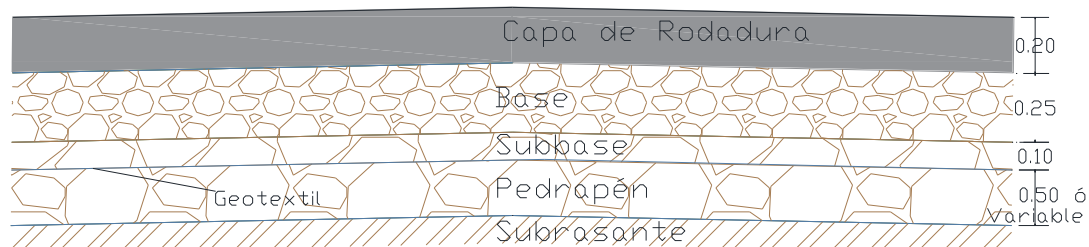


Figura 81: Estructura propuesta sector Zhunzhi.

Tramo Cojitambo – Déleg

Para este tramo de vía comprendido desde Cojitambo hasta el ingreso a la cabecera cantonal Déleg, se propone la reconstrucción de la calzada de la vía, debido a la severidad de los daños presentes en el pavimento, para lo cual se recomienda la estructura indicada en la Tabla 43 del presente documento, tomando en cuenta que en diferentes sectores deberá realizarse algunas actividades de remediación y/o mitigación para garantizar la estabilidad de la vía, tales como:

En la abscisa 8+700 (Sector Cojitambo), previo a la intervención en la vía se deberá realizar cunetas de coronación de terrocemento en el talud izquierdo de la vía, con la finalidad de recolectar las aguas procedentes de las partes altas del talud, evitando que el agua de escorrentía llegue hasta la plataforma de la vía. En la Figura 82 se muestra una vista general del hundimiento existente en el sector.



Figura 82: Vista general del sector Cojitambo.

En la abscisa 9+200 (Sector La Villa), previo a la reconstrucción de la estructura de la vía se deberá colocar una capa de material de mejoramiento de 50 cm de espesor o hasta llegar a suelo firme, el material será compactado en capas de 15 cm. En la Figura 83 se muestra una vista general del estado del pavimento en este sector. En la Figura 84 se ilustra la estructura de pavimento propuesta para construir en el sector.



Figura 83: Vista general del sector La Villa.

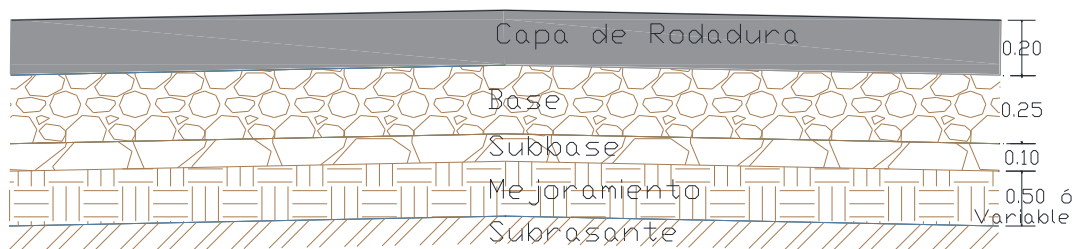


Figura 84: Esquema de estructura propuesta sector Cojitambo.

En el sector Abraspungo, en las abscisas 12+800 y 13+000, el pavimento se encuentra deteriorado, presenta hundimientos de la plataforma de la vía, producto de la acción de las aguas, debido en gran parte a que el sistema de drenaje del sector se encuentra colapsado. Previo a la reconstrucción de este tramo de vía se recomienda la construcción de subdrenes laterales para recolectar las aguas procedentes del talud y evitar que afecten a la estructura del pavimento. En la Figura 85 se muestra una vista general del pavimento en la Abscisa 12+800 en donde se evidencia un hundimiento, ahuellamiento, fisuras y áreas afectadas por la formación de piel de cocodrilo de severidad alta. En la Figura 86 se indica las condiciones actuales de la vía en la Abscisa 13+000, la cual está afectada por un hundimiento y la pérdida de parte de la capa de rodadura del pavimento. En la Figura 87 se ilustra la estructura del pavimento propuesta para la recuperación de la vía. Además, se deberá reparar el sistema de drenaje del sector.



Figura 85: Vista general del sector Abraspungo- Abs 12+800.



Figura 86: Vista general del sector Abraspungo- Abs 13+000.

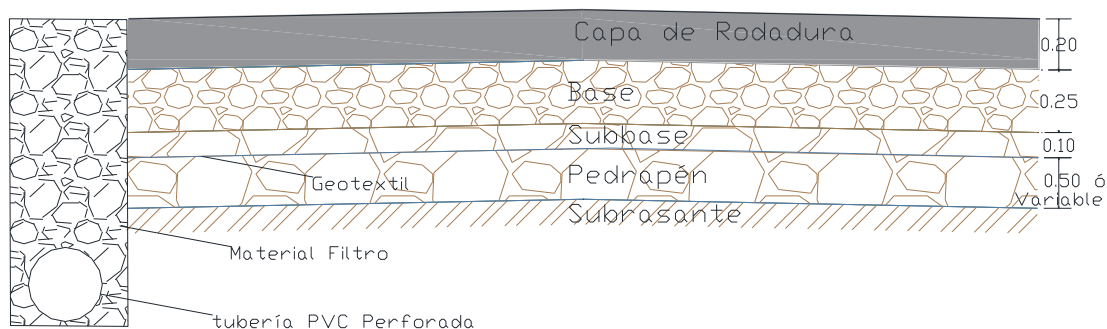


Figura 87: Esquema de estructura propuesta sector Abraspungo.

En el sector de ingreso a Déleg, en la abscisa 14+400 el sistema de drenaje se encuentra deteriorado y el pavimento presenta hinchamientos en la plataforma de la vía. Para la reconstrucción de este tramo se recomienda colocar una capa de 50 cm de material granular con geotextil, para que actúe como un filtro e impida que el agua genere una inestabilidad del suelo de fundación. En la Figura 88 se muestra las condiciones actuales de la vía en este sector, en la Figura 89 se ilustra la estructura de reconstrucción propuesta.



Figura 88: Vista general del sector Abraspungo- Abs 13+000.

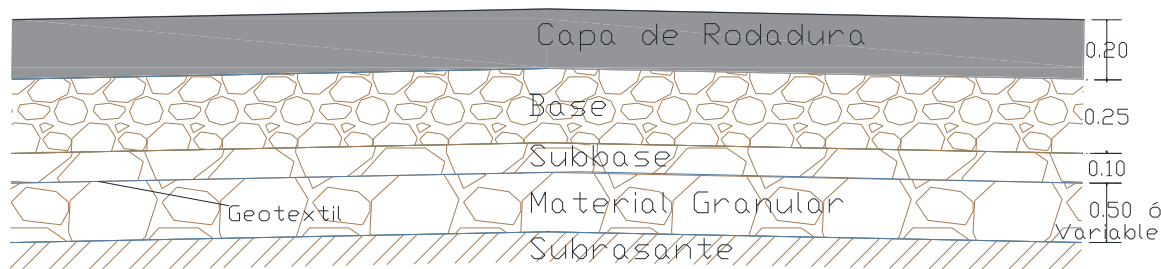


Figura 89: Esquema de estructura propuesta sector ingreso a Déleg.

En la abscisa 16+200 (sector Déleg), el pavimento presenta un hundimiento en la plataforma de la vía. Para la reconstrucción de este tramo se recomienda colocar una capa de material de mejoramiento de 50 cm de espesor o hasta llegar a suelo firme, el material será compactado en capas de 20 cm, con geotextil, con el propósito de dar estabilidad a la estructura que se construye. En la Figura 90 se muestra las condiciones actuales de la vía en este sector y en la Figura 91 se ilustra la estructura de reconstrucción considerada.



Figura 90: Esquema de estructura propuesta sector Déleg.

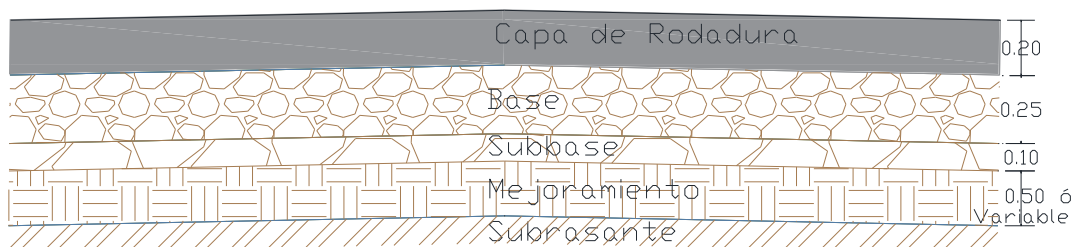


Figura 91: Esquema de estructura propuesta sector Déleg.

Tramo Déleg – La Raya

En el sector Pasavalle, se encuentra dos tramos de vía completamente fallados, a consecuencia de la erosión del agua, constituyendo sitios críticos para tránsito ya que debido a las malas condiciones de la vía han ocurrido varios accidentes en este tramo.

El primer tramo de falla se encuentra en la abscisa 17+600 y el segundo punto de falla en la abscisa 18+100. Como medida de estabilización para estos puntos se recomienda realizar un terraceo en el talud derecho de la vía, evitando así la caída directa del material erosionado en la vía. También se recomienda la construcción de cunetas de coronación para recolectar las aguas provenientes de las partes altas del talud.

En la Figuras 92 se indica una vista general de las condiciones actuales del pavimento en la abscisa 17+600, el cual evidencia el deterioro completo de la calzada de la vía y la pérdida total de la carpeta asfáltica, la Figura 93 muestra el estado en el que se encuentra los taludes existentes en el sector, mismos que presentan deslizamientos de material y depósitos coluviales al pie del talud, recubiertos por materia vegetal.

En la Figuras 94 se ilustra de las condiciones actuales del pavimento en la abscisa 18+100, en el cual se evidencia la destrucción de la estructura del pavimento, en la Figura 95 se muestra las condiciones actuales del talud, en las que se puede ver deslizamientos del material y formación de cárcavas, debido a la acción de factores erosivos actuantes.



Figura 92: Vista general de la vía sector Pasavalle, Abs 17+600.



Figura 93: Vista general del talud sector Pasavalle, Abs 17+600.



Figura 94: Vista general de la vía sector Pasavalle, Abs 18+100.



Figura 95: Vista general del talud sector Pasavalle, Abs 18+100.

A continuación, en la Figura 96 se ilustra la estructura de reconstrucción propuesta para este sector.

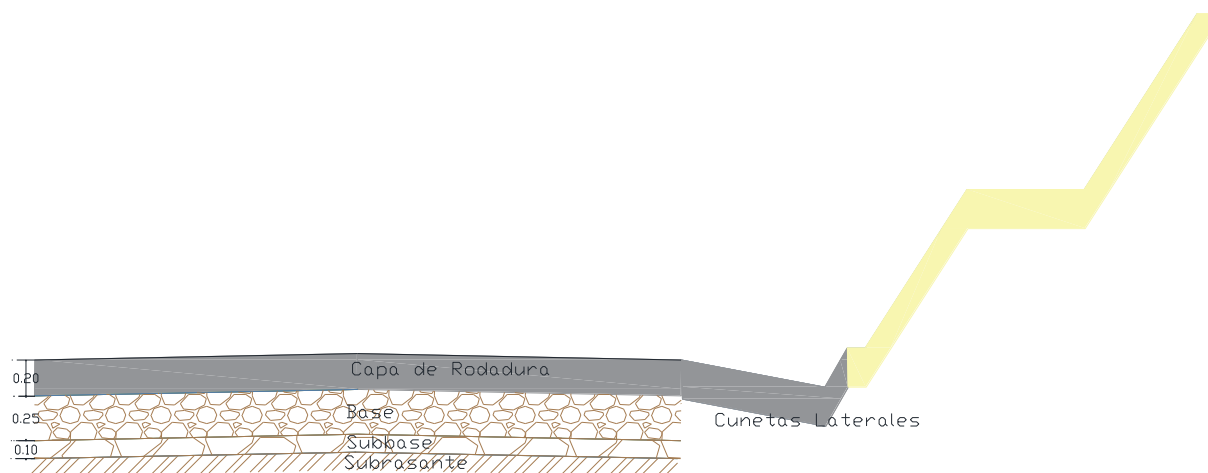


Figura 96: Esquema de estructura propuesta sector Pasavalle, Abs 17+600.

En base a los resultados obtenidos en el análisis aquí realizado, se realiza un cuadro de resumen de las actividades propuestas a realizar para el Mantenimiento y Rehabilitación de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, considerando los puntos críticos de la vía, mismo que se muestra en la Tabla 53. Además, se presenta un cronograma tentativo para la ejecución de las actividades propuestas, a lo largo de la vida útil del proyecto, recalcando debe haber un control permanente para determinar cualquier medida de estabilización que se deba tomar que las actividades de estabilización de como se indica en la Tabla 54.

Adicionalmente se muestra un mapeo de las actividades a realizar, en la Figura 97 se indica un esquema gráfico de los lugares en donde se debe aplicar determinada acción de mantenimiento y rehabilitación para la vía.

Como segunda alternativa se puede realizar la reconstrucción total de la vía. La estructura propuesta es un pavimento de concreto asfáltico, de espesor total de 55 cm, como se detalla en la, Tabla 43 (Estructura de Pavimento Asfáltico) del presente documento, tomando en cuenta las actividades de estabilización antes mencionadas. Se debe mencionar que esta actividad dependerá de la disponibilidad de presupuesto y recursos para la ejecución de los trabajos mencionados.

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN		
AZOGUES- COJITAMBO	0 + 000	3 + 110	Sellos Asfálticos Sellado de Grietas		Reforzamiento de carpeta
	3 + 110	3 + 160	Bacheo Parcial Profundo		
	3 + 160	3 + 800	Sellos Asfálticos Sellado de Grietas		
	3 + 800	4 + 000	Reconstrucción- Estabilización		
	4 + 000	5 + 400	Bacheo superficial		
	5 + 400	5 + 600	Reconstrucción- Estabilización		
	5 + 600	6 + 800	Sellos Asfálticos Sellado de Grietas		
	6 + 800	7 + 600	Sellado de Grietas Bacheo Superficial		
COJITAMBO- DELEG	7 + 600	8 + 700	Sellado de Grietas Bacheo Superficial y Profundo		Reforzamiento de carpeta
	8 + 700	8 + 800	Reconstrucción		
	8 + 800	9 + 250	Bacheo Superficial		
	9 + 250	9 + 300	Reconstrucción		
	9 + 300	12 + 700	Sellado de Grietas Bacheo Superficial		
	12 + 770	13 + 000	Reconstrucción- Estabilización		
	13 + 000	14 + 400	Reconstrucción		
	14 + 400	16 + 200	Sellos Asfálticos		
	16 + 200	16 + 400	Reconstrucción- Estabilización		
DELEG- LA RAYA	16 + 400	17 + 700	Reconstrucción- Estabilización		DTSB
	17 + 700	18 + 200	Reconstrucción- Estabilización		
	18 + 200	19 + 950	Tratamiento Sup. Localizado		
	19 + 950	20 + 000	Bacheo Superficial		
	20 + 000	21 + 000	Tratamiento Sup. Localizado		
Reconstrucción					

Tabla 53: Detalle de rehabilitación de pavimento.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN PARA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN																				
ACTIVIDADES/ TIEMPO (años)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Mantenimiento Preventivo																				
Rocería y desmonte natural	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Limpieza de drenajes	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mantenimiento Periódico																				
Sellos de grietas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bacheo Superficial	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bacheo Profundo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mantenimiento Correctivo.																				
Tratamiento Superficial Localizado	x				x				x						x					
Tratamientos Superficiales Bituminosos	x				x				x						x					
Actividades de Rehabilitación																				
Capas asfálticas de refuerzo	x								x											
Reconstrucción	x																			
Actividades de Estabilización	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 54: Cronograma de actividades para rehabilitación y mantenimiento del pavimento.

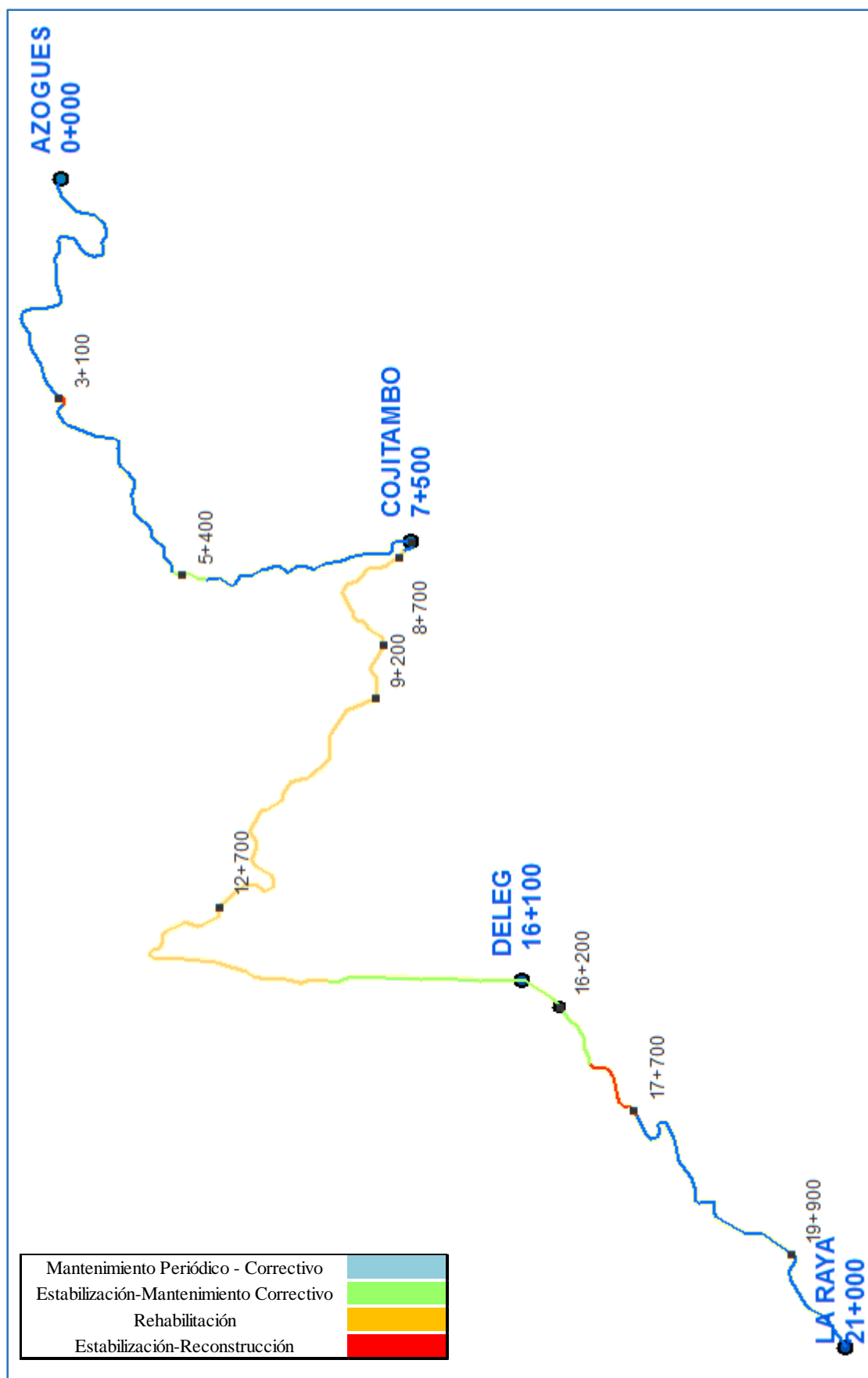


Figura 97: Esquema gráfico de acciones de mantenimiento y rehabilitación.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta sección se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas del estudio: “Evaluación vial y plan de mantenimiento y rehabilitación de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya.

CONCLUSIONES

Luego de realizar la evaluación del pavimento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya, se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

- El objetivo primordial de la evaluación del estado actual del pavimento de la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya es determinar los trabajos adecuados de mantenimiento y rehabilitación con la finalidad de incrementar la vida útil del proyecto, proporcionando seguridad y confort a los usuarios.
- La revisión bibliográfica y conceptualización sobre el tema aportó a obtener pautas para reconocer las fallas existentes en el pavimento y sus niveles de severidad.
- Para realizar el diagnóstico del área de estudio se emplearon visitas de campo, levantamiento fotográfico, conteos volumétricos de tráfico, mediante los cuales se han determinado los parámetros necesarios para evaluación del pavimento y diseños respectivos.
- Luego de la caracterización física de la zona de estudio, se puede destacar que se trata de un área con un relieve de pendientes pronunciadas y cortes altos de taludes en algunos sectores, siendo estos más susceptibles a agentes erosivos y considerando al agua de escorrentía y agua lluvia como principales factores que generan inestabilidad en los taludes y provoca el deterioro constante del pavimento.
- Del estudio de tráfico realizado en la vía Azogues- Cojitambo- Déleg- La Raya se la cataloga como una vía Tipo I, de carácter interprovincial, cuya arteria de mayor ingreso de tráfico es por el sector de Azogues, con mayor movimiento de tráfico durante los días de fines de semana. Además, demanda una cantidad muy importante de tráfico liviano de aproximadamente el 90 % durante un día de fin de semana y un 80% en un día entre semana.

- Las fallas más comunes que se encuentran en el pavimento de la vía Azogues-Cojitambo- Déleg- La Raya son piel de cocodrilo, fisuras, hundimiento, baches, pulimento de agregados, situación que indica que en algunos sectores la carpeta asfáltica ha llegado a la fatiga.
- Luego de analizado el estado actual del pavimento se determina que el Índice de Condición del Pavimento es de 41, que en relación con la escala de evaluación del PCI, corresponde a un estado **Malo**, de allí la necesidad de realizar una intervención vial de forma inmediata para reparar los daños, a través de un tratamiento de sobrecapas y la reconstrucción de algunos tramos altamente deteriorados, además se propone realizar algunas actividades de estabilización en sectores más vulnerables a la acción de agentes erosivos que han acelerado el proceso de deterioro de la vía.
- Mediante la información recopilada se presentó un mapa del deterioro en función del índice de condición de pavimentos y se propone un esquema de intervención para mantenimiento y rehabilitación.
- Considerando las actividades propuestas para la recuperación de la vía, se presenta un cronograma de actividades para el periodo de diseño de la vía con la finalidad de denotar la importancia de una intervención continua, adecuada y oportuna para el mantenimiento vial.
- En el Capítulo 4 y 5 del presente documento se presenta una metodología compacta, basada en las recomendaciones del PCI y ASSTHO, que permite determinar los parámetros necesarios para la evaluación vial y establecer soluciones óptimas para la conservación vial, tomando en cuenta que estos procedimientos pueden aplicarse para vías se características similares

RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos del presente estudio se puede recomendar lo siguiente:

- Se requiere realizar actividades de mantenimiento preventivos previo a la ejecución de un tratamiento de sobrecarpetas, con la finalidad de garantizar la eficiencia del refuerzo. Además, se debe realizar actividades de estilización de taludes en las zonas más vulnerables a procesos erosivos.
- Es de vital importancia conocer datos referentes a inestabilidades, diseños, variantes y acciones anteriores realizadas en la zona de estudio y así conocer la realidad sobre la cual se va a trabajar, mismas que son tomadas en cuenta para procesar la información tomada en campo y determinar las acciones óptimas para intervenir en la vía, de esta manera cumplir las necesidades de los usuarios de la vía.
- La entidad gubernamental competente debe llevar un historial de todas las intervenciones realizadas en una vía, con la finalidad de conocer parámetros reales del comportamiento de la misma y así poder programar de manera óptima las actividades de mantenimiento que conlleven a ahorros en su intervención.
- Se recomienda realizar actividades de mantenimiento rutinario y preventivo en el menor tiempo posible para evitar deterioros prematuros y daños permanentes en la estructura del pavimento.
- Luego de ser intervenida la vía en mención, es aconsejable realizar monitoreos y evaluaciones periódicas, con la finalidad de dar un mantenimiento eficaz y oportuno, y así evitar daños prematuros y reparaciones que pueden generar costos altos.
- Se recomienda realizar conteos volumétricos de tráfico periódicos para tener datos más precisos del crecimiento vehicular de una arteria vial.
- Es necesario realizar un estudio exhaustivo en el sector de Mururco donde se presenta un movimiento de tierra que afecta un tramo de la vía en estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures. Washington.
- Armijos Salinas, C. R. (2009). Evaluacion Superficial de algunas calles de la Ciudad de Loja. Loja: UTPL.
- CEPAL. (2003). Congestión de Tránsito. y como Enfrentarlo. Santiago de Chile.
- Corredor, I. G. (2010). Apuntes de pavimentos. Volumen 3. Método AASTHO para diseño de pavimentos flexibles. Chile.
- del Val Melús, M. Á., & Orve Echevarría, A. B. (1991). Manual de Pavimentos Asfálticos para Vías de Baja Intensidad de Tráfico. Madrid: Espas.
- Higuera Sandoval, C. H. (2012). Nociones sobre Evaluación y Rehabilitación de Estructuras de Pavimentos. Boyacá: UPTC.
- IGM. (1980). Mapa Geológico del Ecuador Hoja#73 Azogues. Quito.
- INEC. (2017). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Quito.
- Jugo B, A. (2005). Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos. Caracas.
- Martinez, A. (2009). Infraestructura Vial y Pavimentos. Obtenido de blogspot.com: <http://pavimyvias77.blogspot.com/>
- Medina Palacios, Armando; De la Cruz Puma, Marcos. (2015). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Lima.
- Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones Paraguay. (2011). Normas y especificaciones para mantenimiento de obras. Paraguay.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones República del Perú. (2006). Manual Técnico De Mantenimiento Rutinario Para La Red Vial Departamental No Pavimentada. Lima.
- Montejo Fonseca, A. (2006). Ingeniería de Pavimentos Para Carreteras. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- MOP Chile, M. d. (2015). Lechadas asfálticas y Microaglomerados en frío. Chile.
- MOP-001-F2002. (2002). Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. Quito.
- National Highway Institute. (2002). Diseño de sobrecarpetas en pavimentos existentes AASHTO 93 Y Software DIPAV 2.0. LA Paz- Bolivia: IBCH.

- NEVI-12-MTOP. (2013). Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12- MTOP. Vol. 3. Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. Quito: MTOP.
- NEVI-12-MTOP. (2013). Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP. Vol 2. Normas para Estudios y Diseños Viales. Quito: MTOP.
- Osuna Ruiz, R. E. (2008). Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, SIN. Ciudad de México, MEXICO.
- Peña Miranda, O. (1996). Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos con asfaltos. Mexico.
- PETROECUADOR. (2017). Consumos de Combustible. Quito.
- Pontificia Universidad Javeriana. (2002). Manual para el Mantenimiento de la Red Vial Secundaria. Bogotá.
- Sánchez Sebogal, F. (2005). Selección de Tratamientos y de Estrategias de Rehabilitación. Bogotá.
- Schliessles, A. (1992). Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de Redes Viales. CEPAL: CEPAL.
- Sóttil, A. (2015). Capacidad de Vías e Intersecciones y Niveles de Servicio. Presentaciones para Clases. Lima- Perú.
- Thenoux Z, G., & Gaete, R. (2012). Evaluación Técnica del Pavimento y Comparación de Métodos de Diseños de Capas de Refuerzo Asfáltico.
- TRB. (2000). Manual de Capacidad de Carreteras.
- Universidad Mayor San Simón . (2004). Pavimentos. Bolivia. Retrieved from <https://civilgeeks.com/>
- Vásquez Varela, L. R. (2002). Pavement Condition Index (PCI). Manizales.

ANEXOS

Anexo 1: Tablas de tipos de vehículos y pesos de ejes equivalentes.

Anexo 2: Ábacos para determinación de coeficientes estructurales.

Anexo 3: Ábacos para valores deducidos en fallas de pavimento flexible.

Anexo 4: Ábaco para valores deducidos corregidos de pavimento flexible.

Anexo 5: Formato para inspección de campo para identificación de fallas.

Anexo 6: Resultados Inspección en Campo y PCI para muestras seleccionadas.


































Anexo 7: Resultados Inspección en Campo y PCI para muestras adicionales.

Anexo 8: Conteos volumétricos de tráfico.



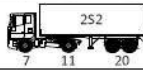

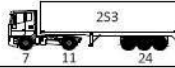

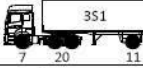

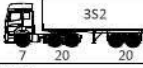

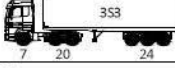

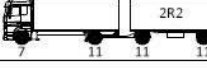

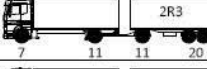

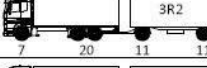

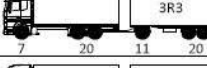

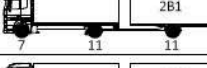

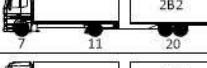

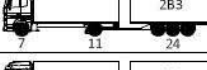

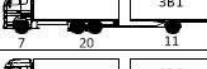

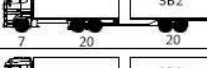

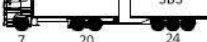

Anexo 9: Ensayos de suelos sector Quimandel.

Anexo 10: Anexo. Cuadro INAMHI. Región Paute- Cuenca.

Anexo 1: Tablas de tipos de vehículos y pesos de ejes equivalentes.

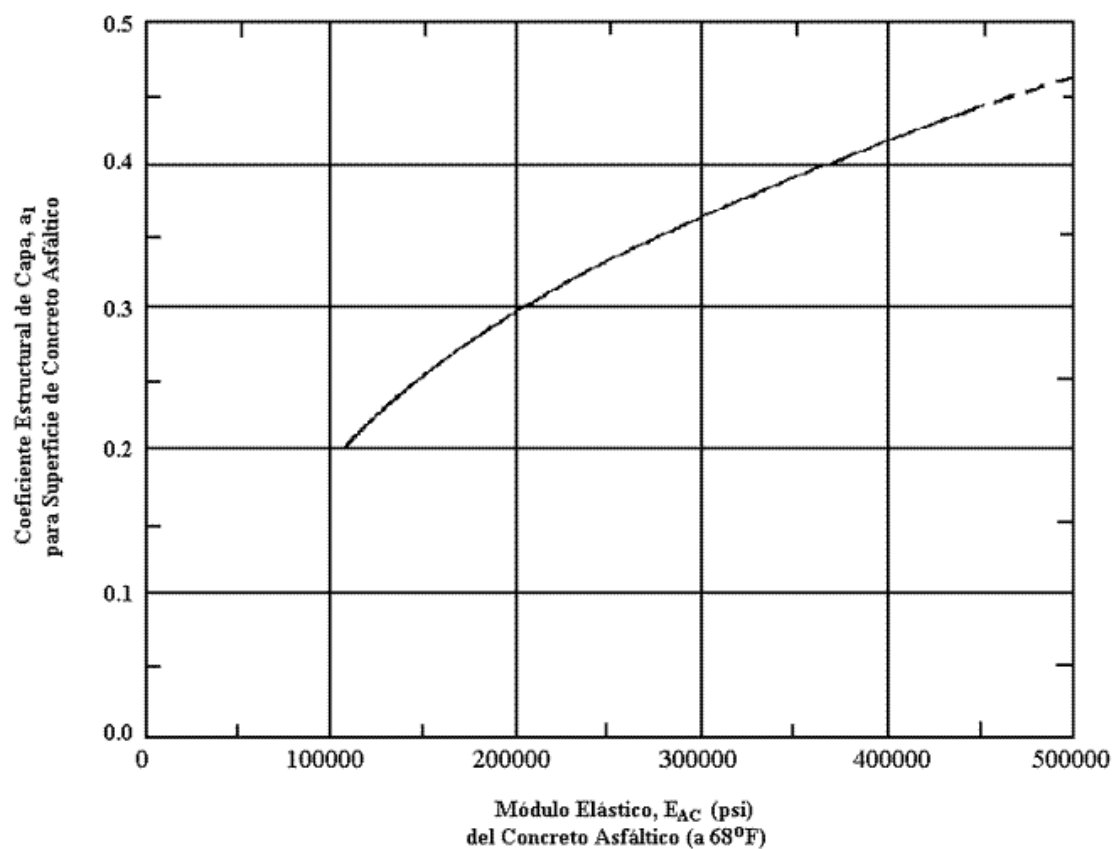
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					Largo	Ancho	Alto
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10
4-0 OCTOPUS			CAMIÓN CON TAMDEM DIRECCIONAL Y TAMDEM POSTERIOR	32	12,20	2,60	4,10
V2DB			VOLQUETA DE DOS EJES 8 m³	18	12,20	2,60	4,10
V3A			VOLQUETA DE TRES EJES 10-14 m³	27	12,20	2,60	4,10
VZS			VOLQUETA ZS DE 3 EJES 16 m³	27	12,20	2,60	4,10
T2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES	18	8,50	2,60	4,10
T3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES	27	8,50	2,60	4,10
S3			SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	24	13,00	2,60	4,10
S2			SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	20	13,00	2,60	4,10
S1			SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	11	13,00	2,60	4,10
R2			REMOLQUE DE 2 EJES	22	10,00	2,60	4,10
R3			REMOLQUE DE 3 EJES	31	10,00	2,60	4,10
B1			REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	11	10,00	2,60	4,10
B2			REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	20	10,00	2,60	4,10
B3			REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	24	10,00	2,60	4,10

Para las unidades de carga (Remolques, semiremolques y remolques balanceados) en la combinación se restará el largo del traslape.

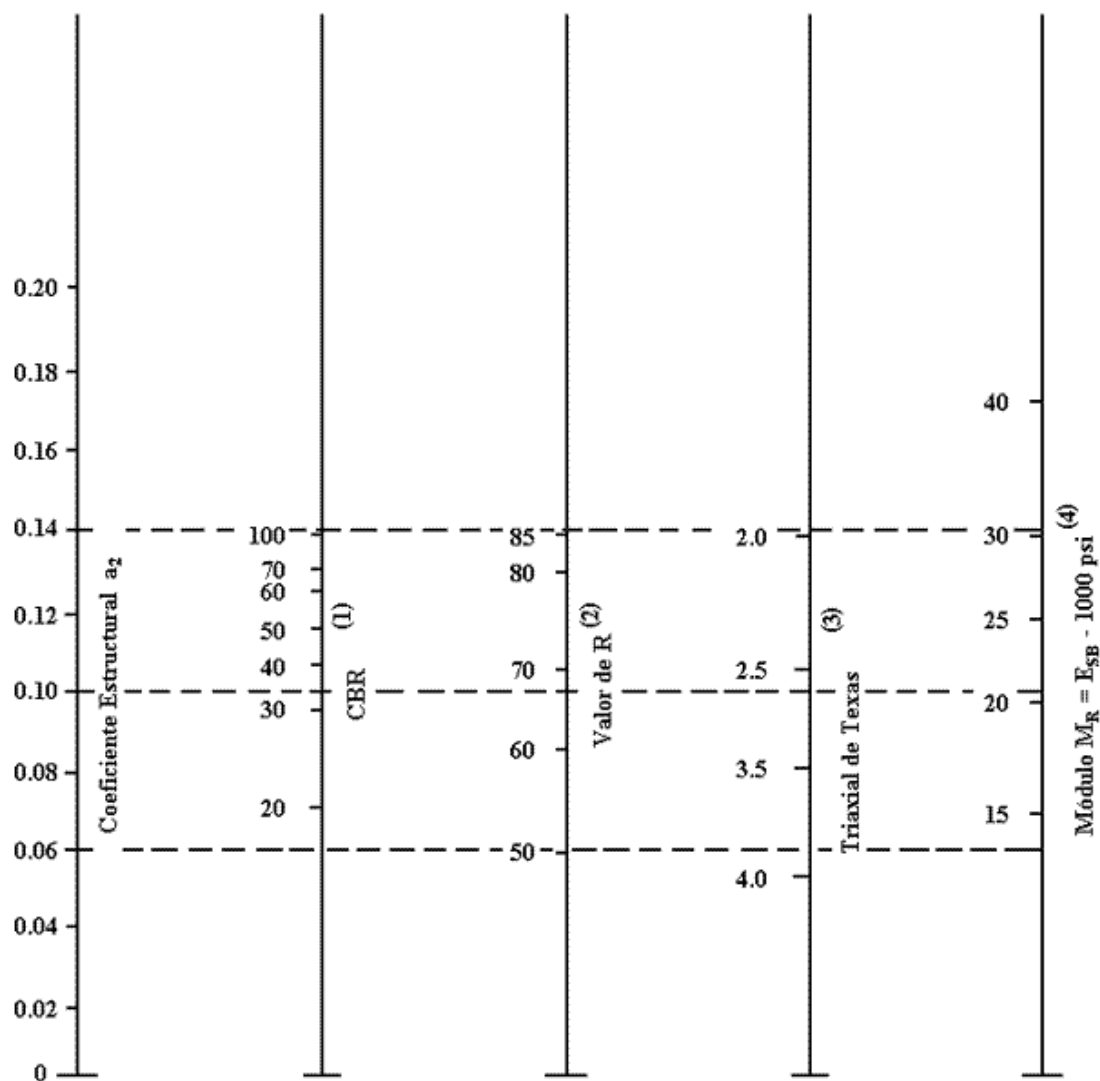
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
				Largo	Ancho	Alto	
2S1			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	29	20,50	2,60	4,30
2S2			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	38	20,50	2,60	4,30
2S3			TRACTO CAMIÓN DE 2 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	42	20,50	2,60	4,30
3S1			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 1 EJE	38	20,50	2,60	4,30
3S2			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 2 EJES	47	20,50	2,60	4,30
3S3			TRACTO CAMIÓN DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
2R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	40	20,50	2,60	4,30
2R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
3R2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 2 EJES	48	20,50	2,60	4,30
3R3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30
2B1			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	29	20,50	2,60	4,30
2B2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	38	20,50	2,60	4,30
2B3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 2 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	42	20,50	2,60	4,30
3B1			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 1 EJE	38	20,50	2,60	4,30
3B2			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 2 EJES	47	20,50	2,60	4,30
3B3			CAMIÓN REMOLCADOR DE 3 EJES Y REMOLQUE BALANCEADO DE 3 EJES	48	20,50	2,60	4,30

Anexo 2: Abaco para determinación de coeficientes estructurales.

Ábaco para estimar el Coeficiente Estructural de Capa de Concreto Asfáltico (a_1)



Ábaco para estimar el Coeficiente Estructural de Capa de Bases Granulares (a_2)



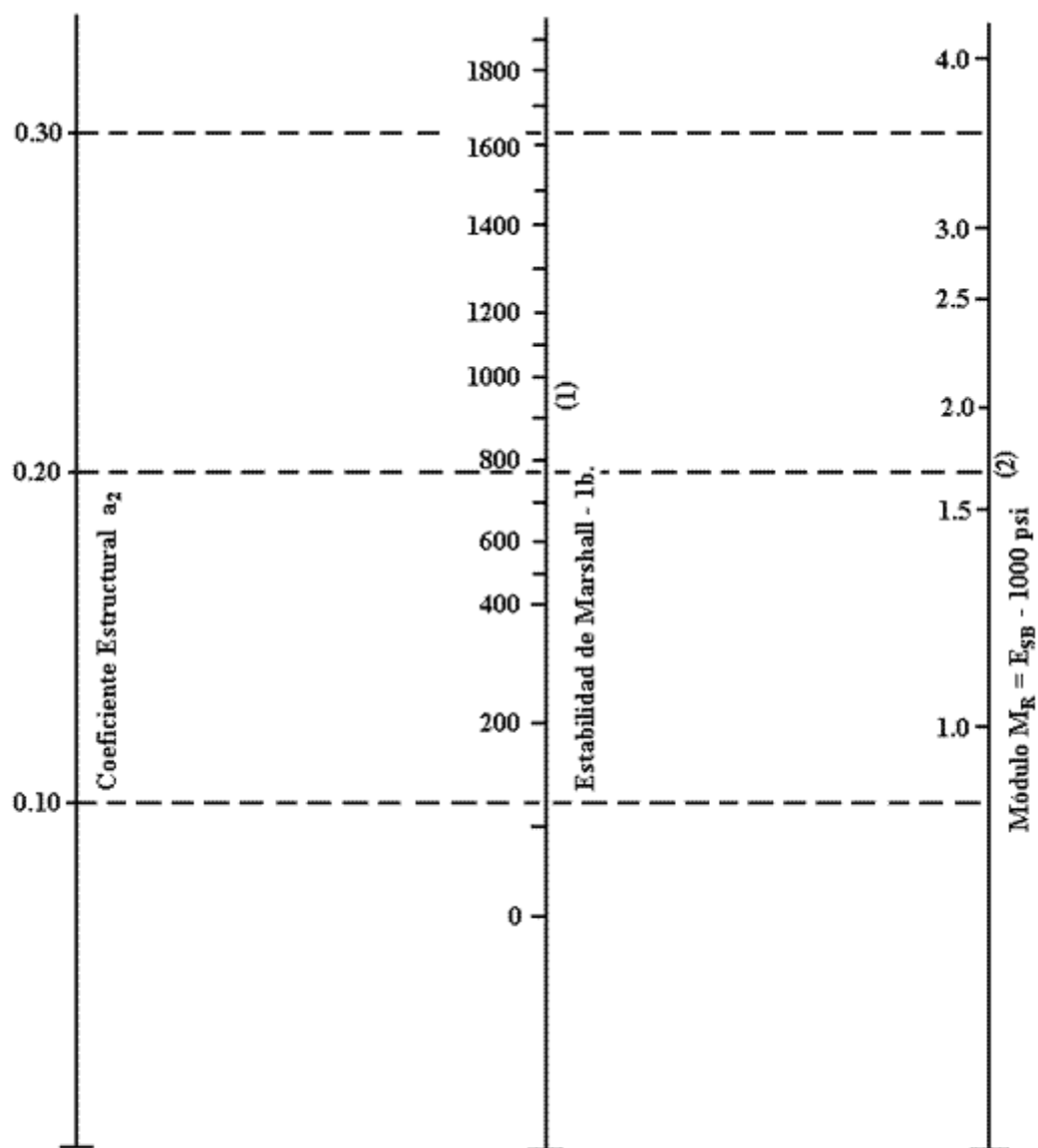
(1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.

(2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.

(3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.

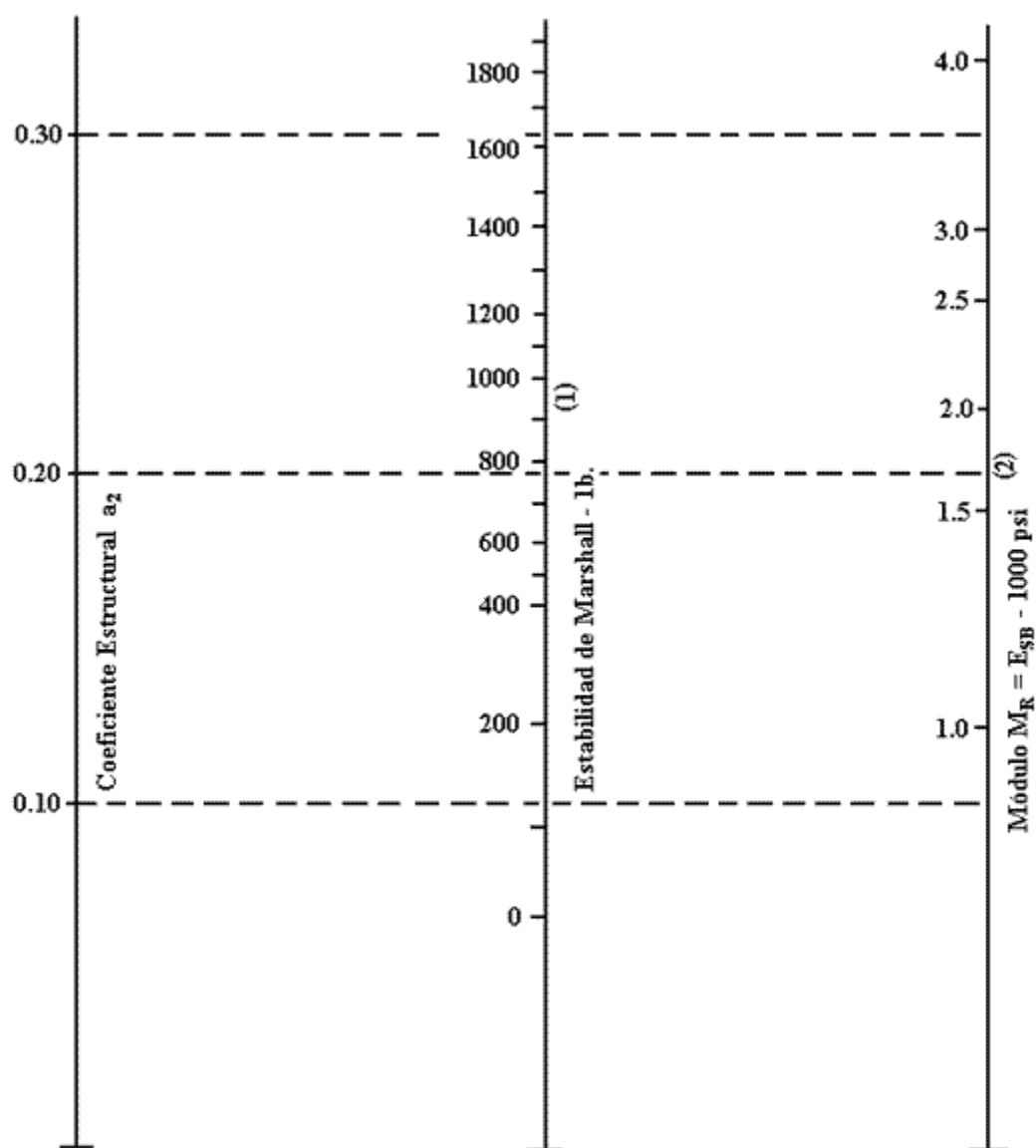
(4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Ábaco para estimar el Coeficiente Estructural de Capa de Bases Tratada con Cemento
(a2)



- (1) Escala derivada por correlaciones promedios de Illinois.
(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

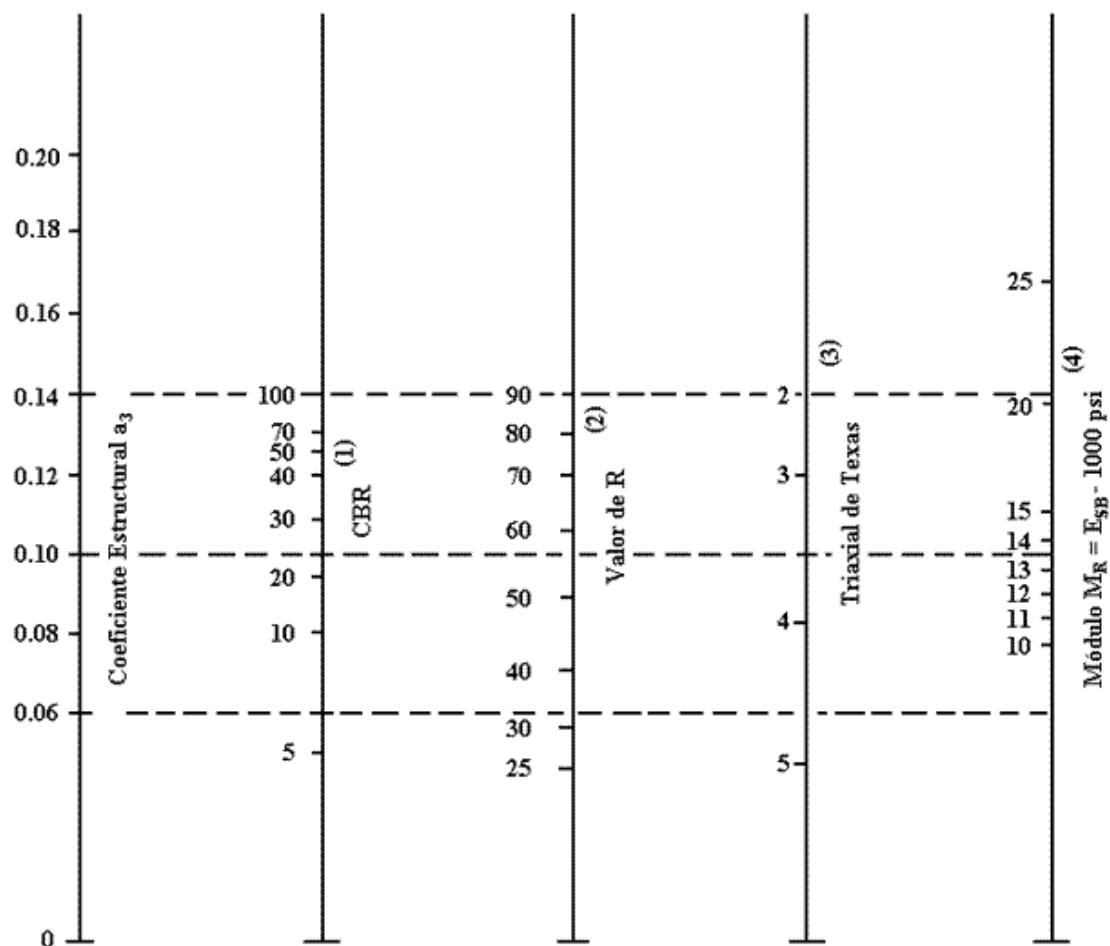
Ábaco para estimar el Coeficiente Estructural de Capa de Bases Bituminosas (a_2)



(1) Escala derivada por correlaciones promedios de Illinois.

(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

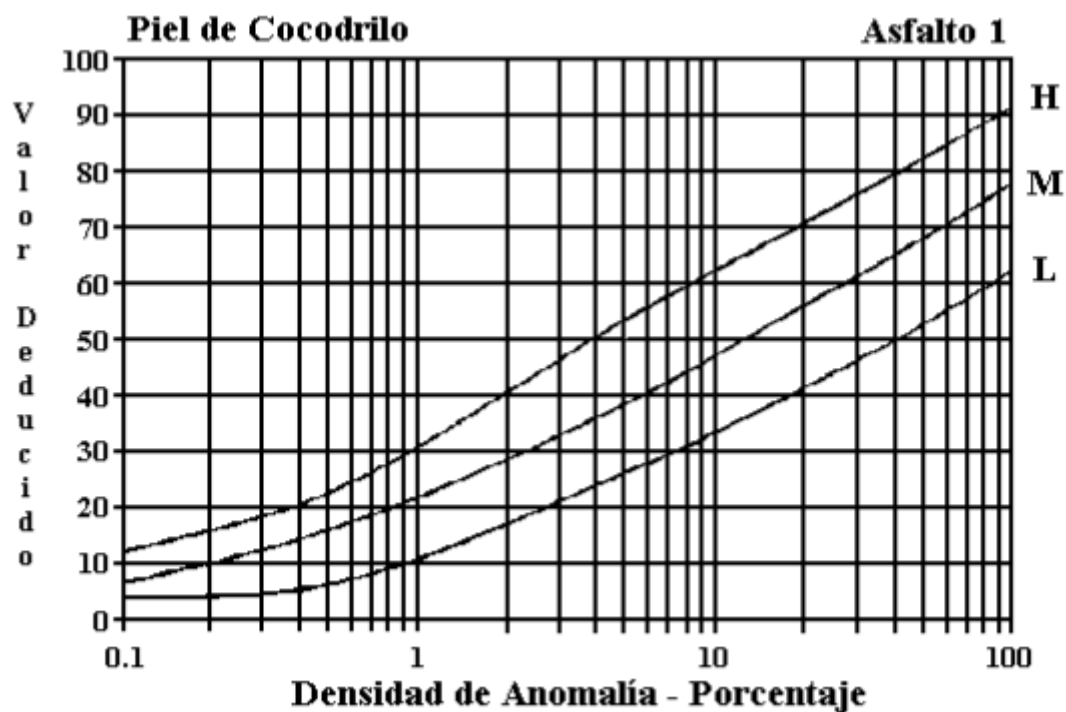
Ábaco para estimar el Coeficiente Estructural de Capa de Subbases (a_3)



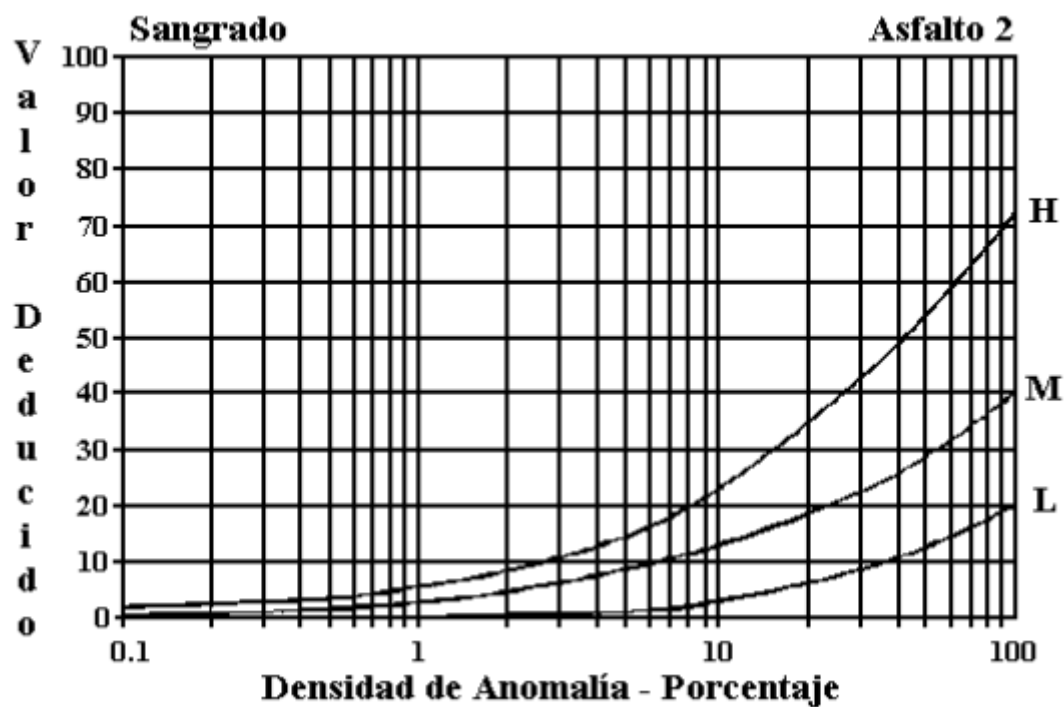
- (1) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Illinois.
- (2) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de California, Nuevo Mexico y Wyoming.
- (3) Escala derivada por correlaciones promedios obtenidas de Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Anexo 3: Ábacos para valores deducidos en fallas de pavimento flexible.

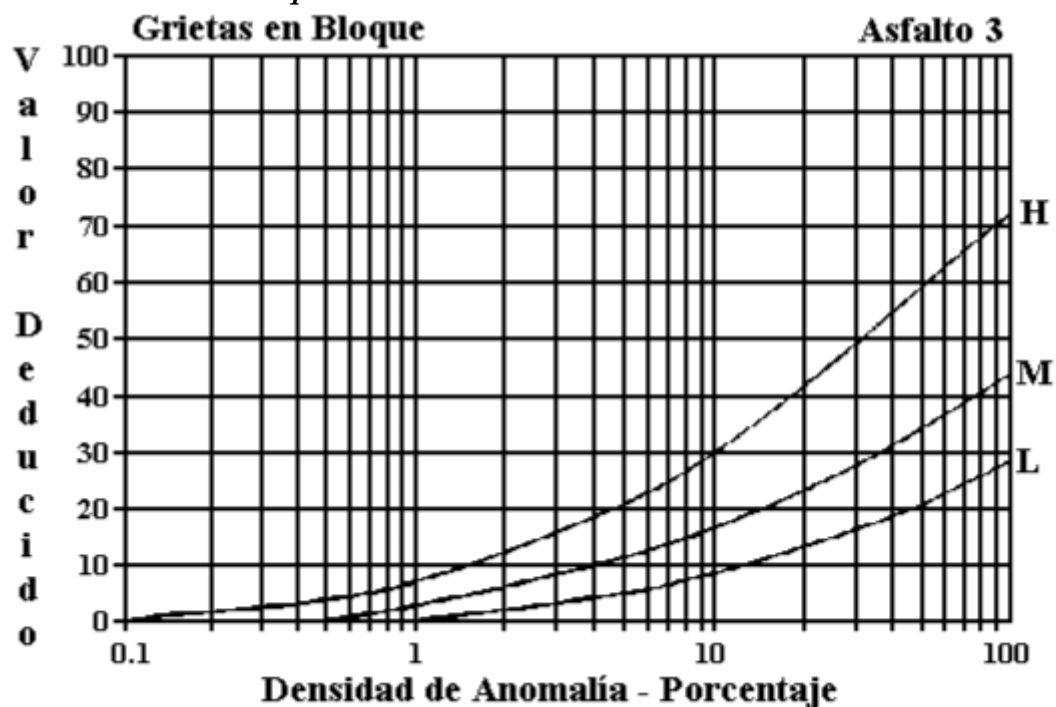
Falla #1: Piel de Cocodrilo.



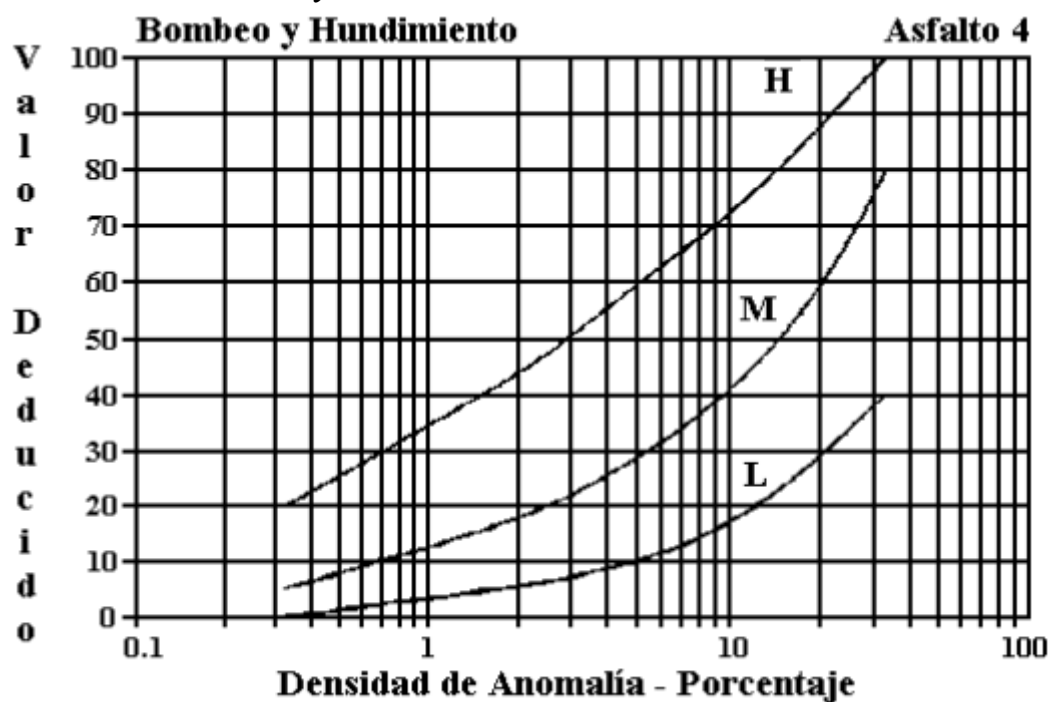
Falla #2: Exudación.



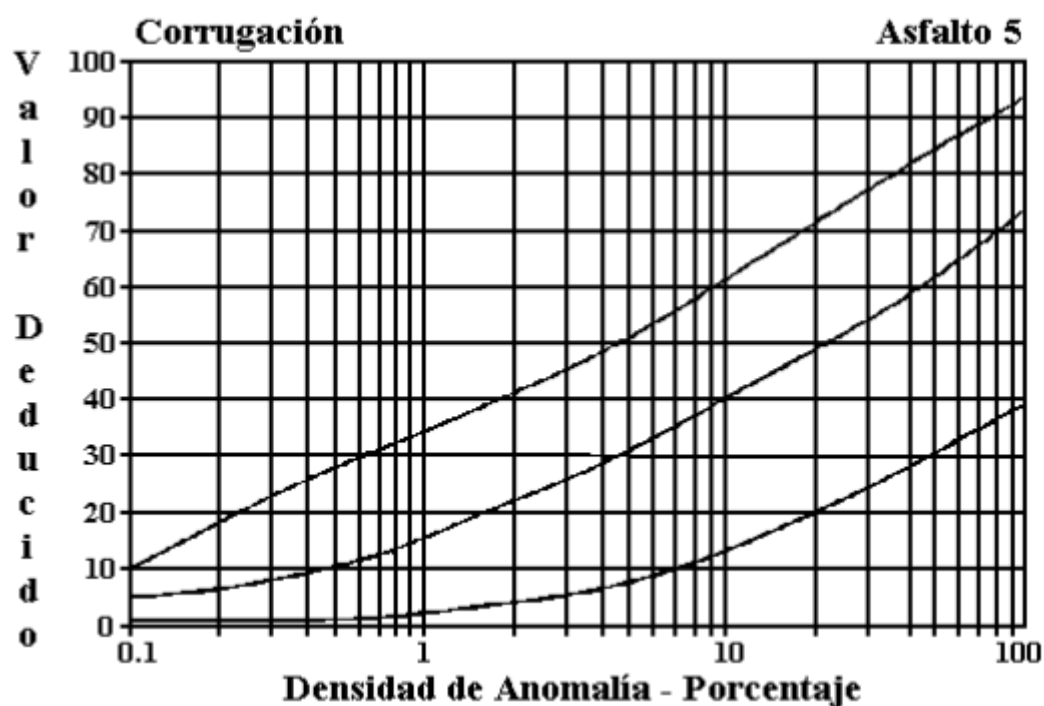
Falla 3: Fisuras de Bloque.



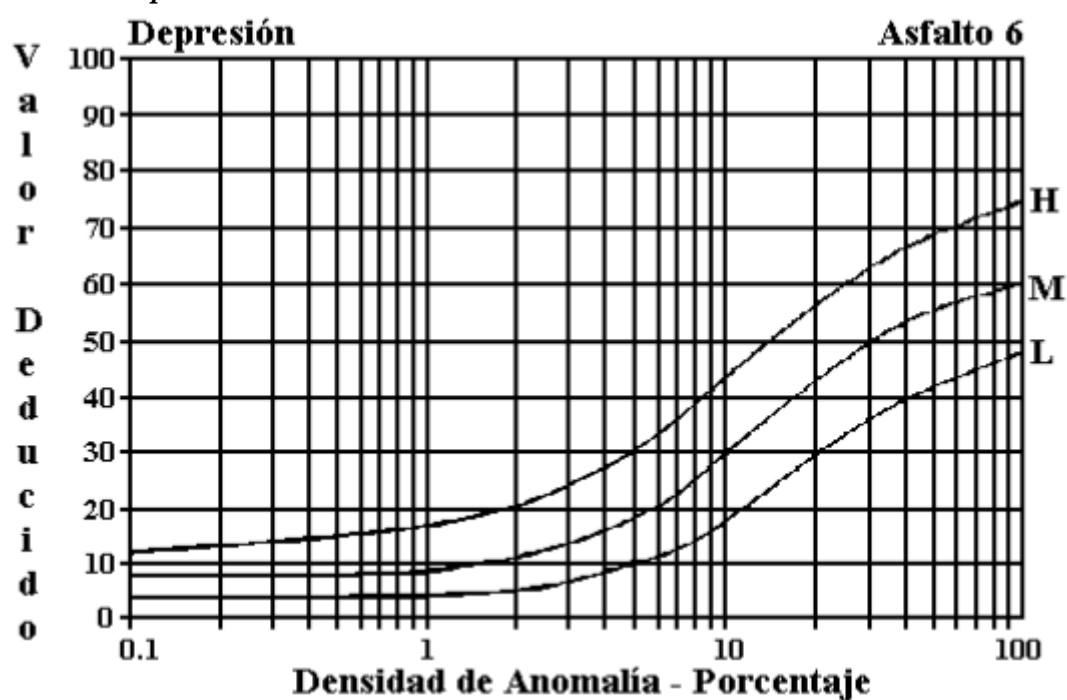
Falla #4. Abultamientos y hundimientos



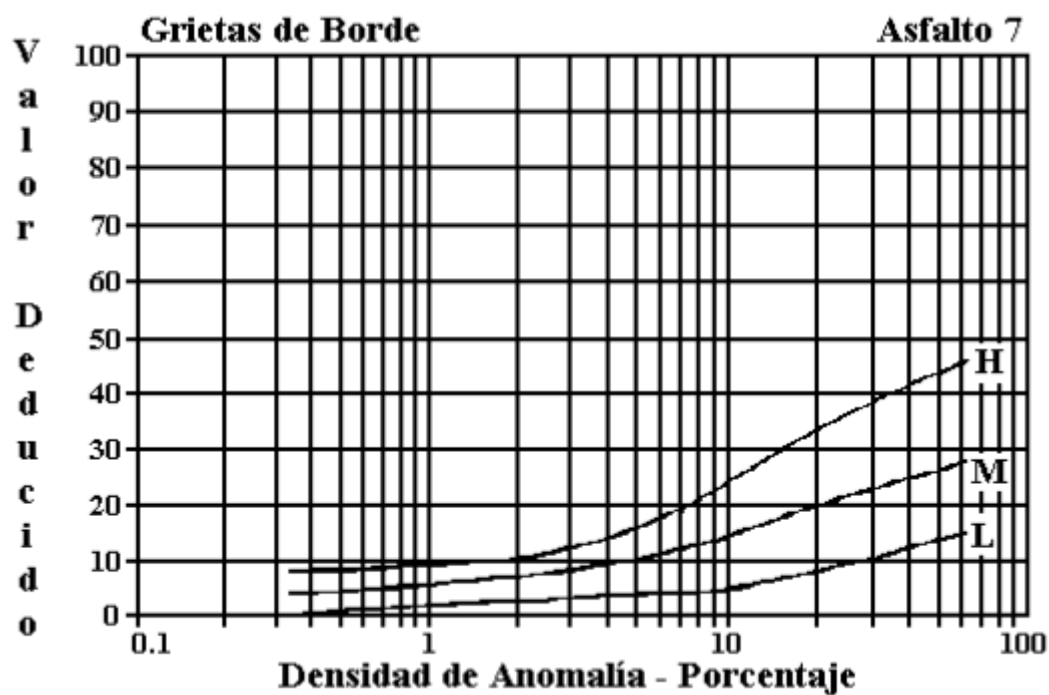
Falla #5. Corrugación



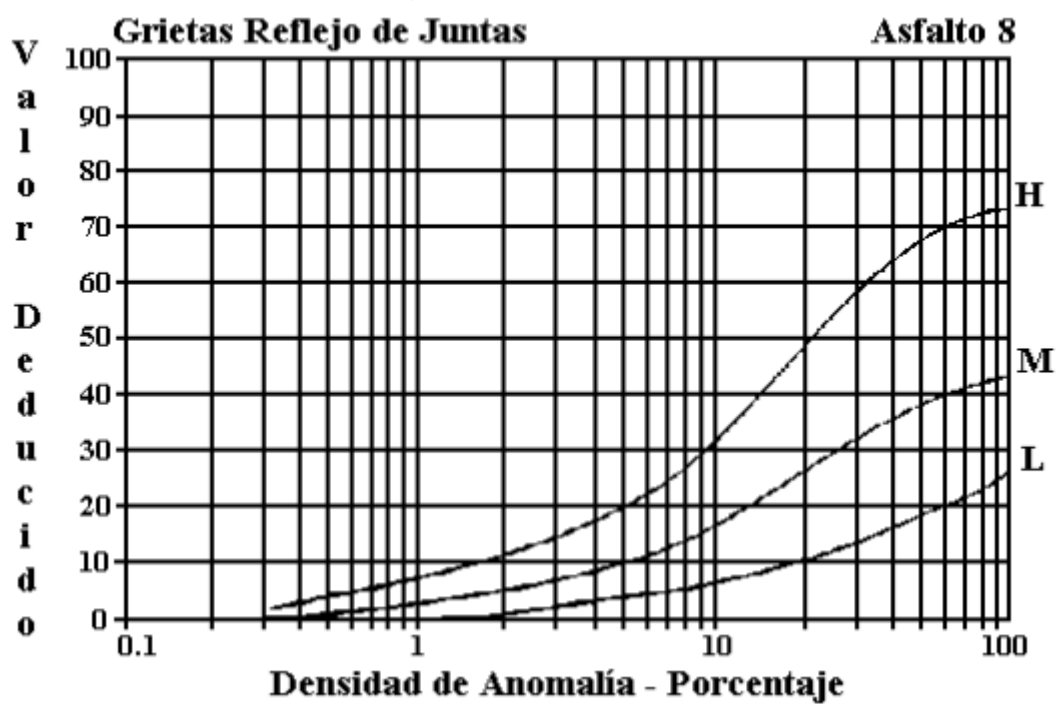
Falla #6. Depresión.



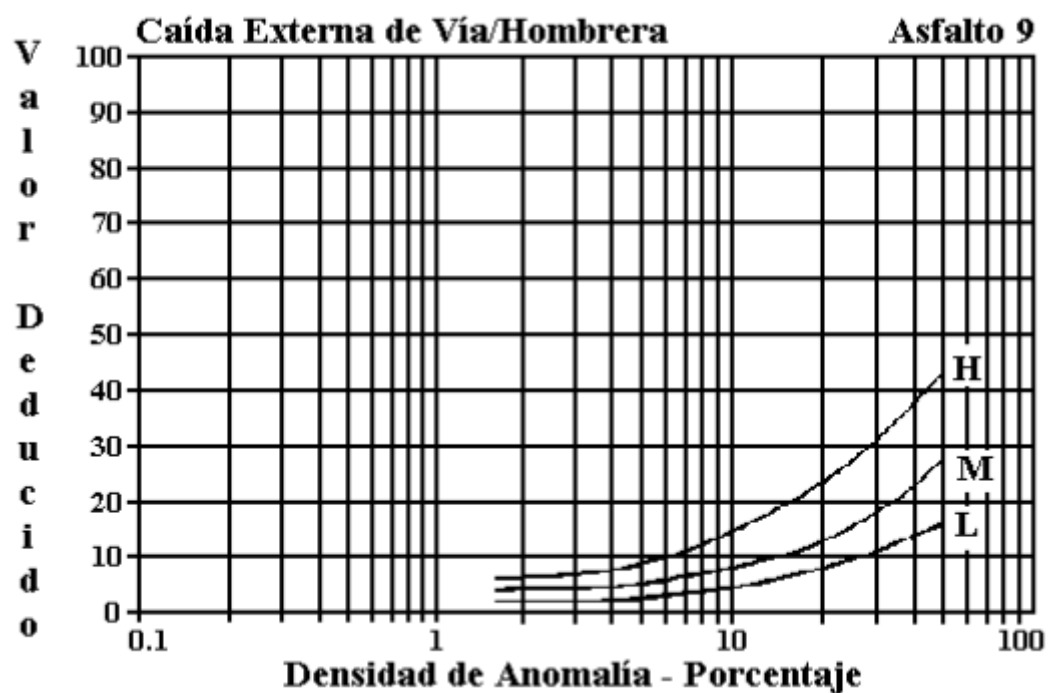
Falla #7. Fisura de Borde.



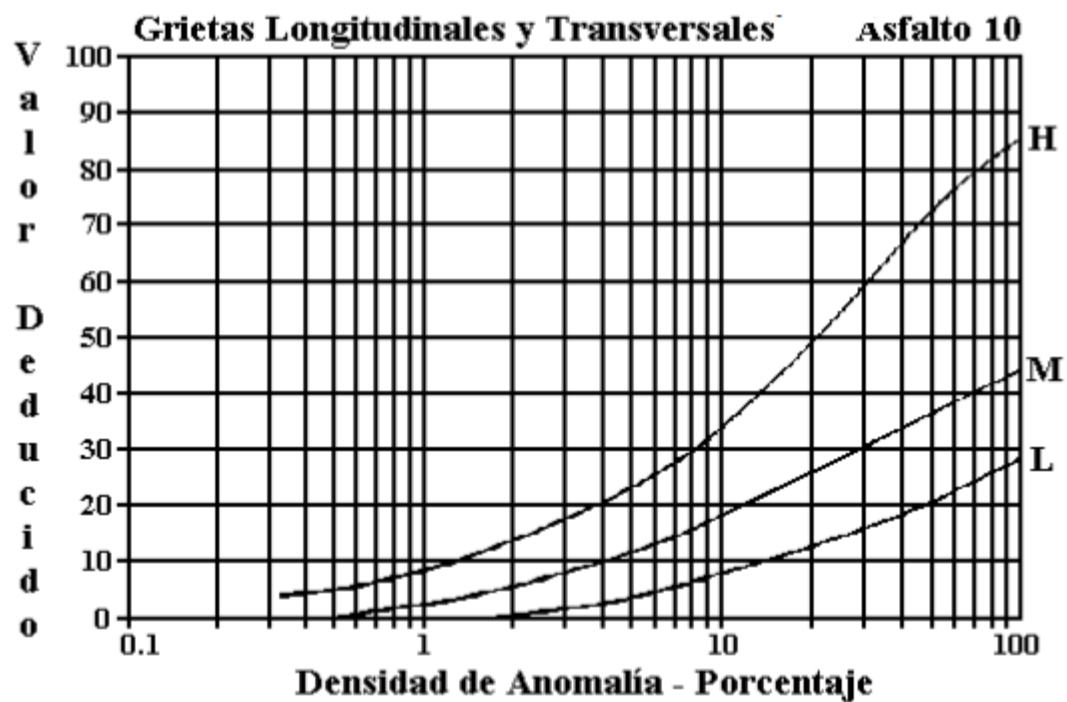
Falla #8. Fisuras de reflexión de junta



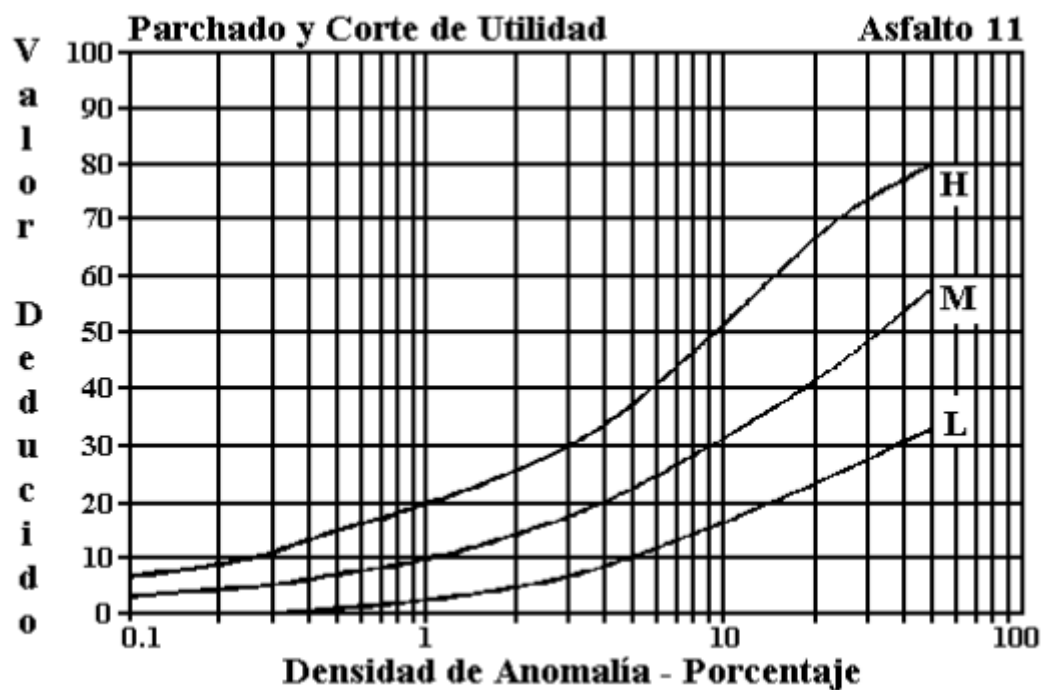
Falla #9. Desnivel Carril – Berma.



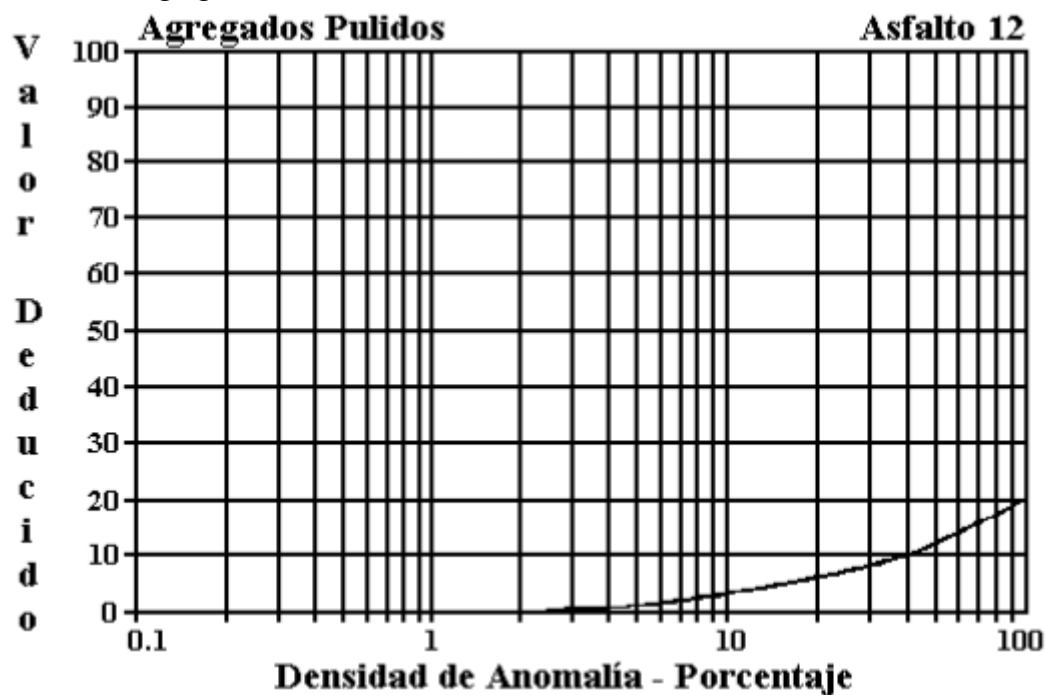
Falla #10. Fisuras Longitudinales y Transversales.



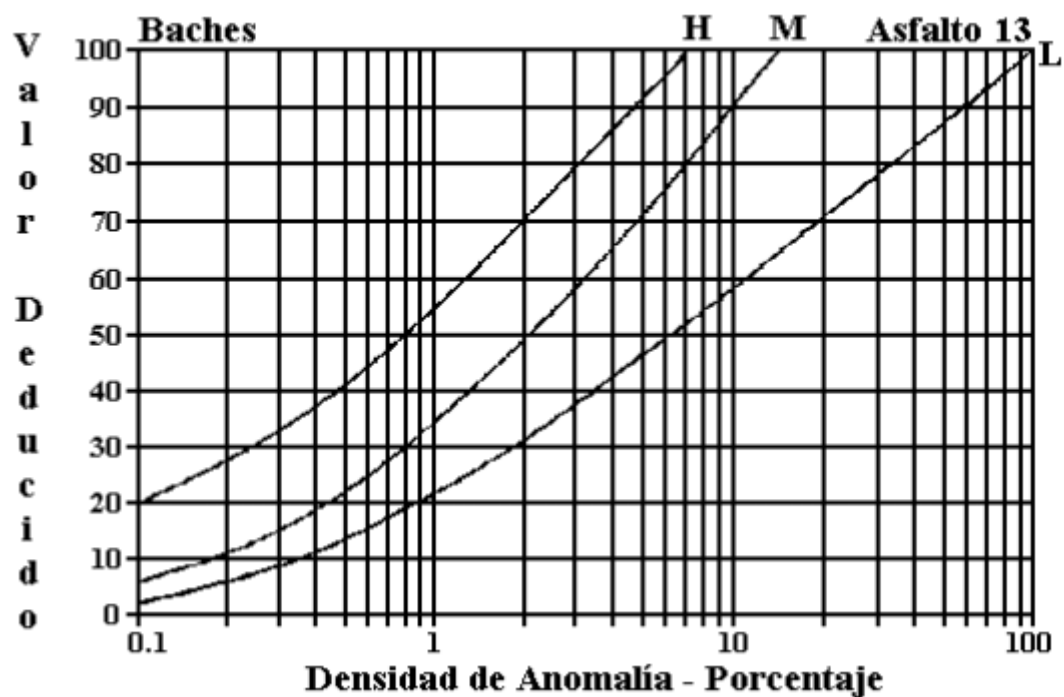
Falla #11. Parches y parches de cortes utilitarios



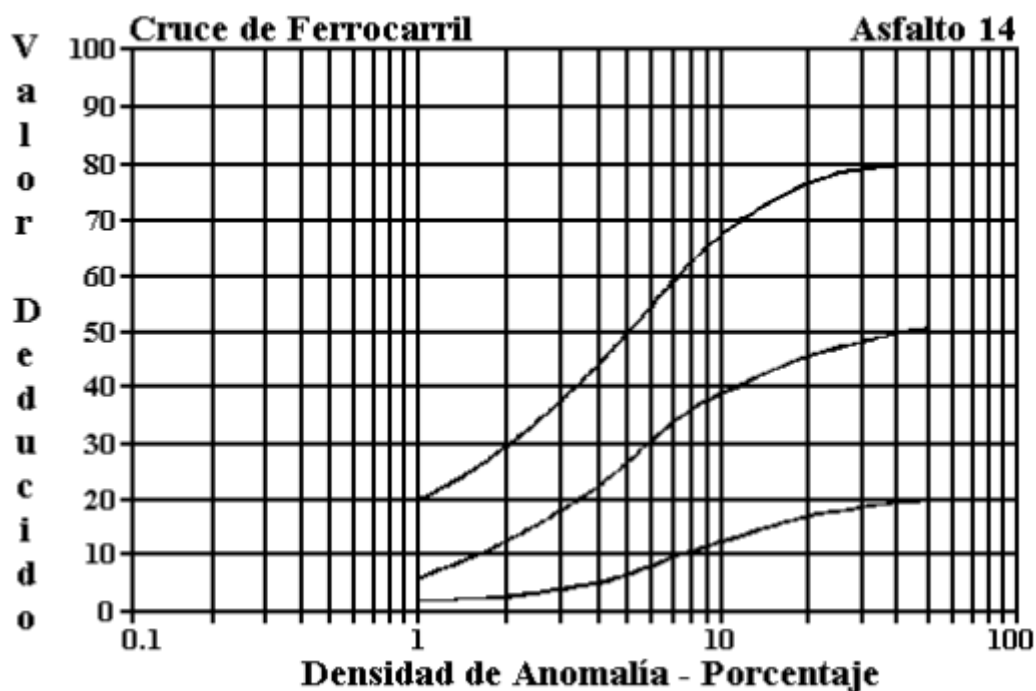
Falla #12. Agregado Pulido



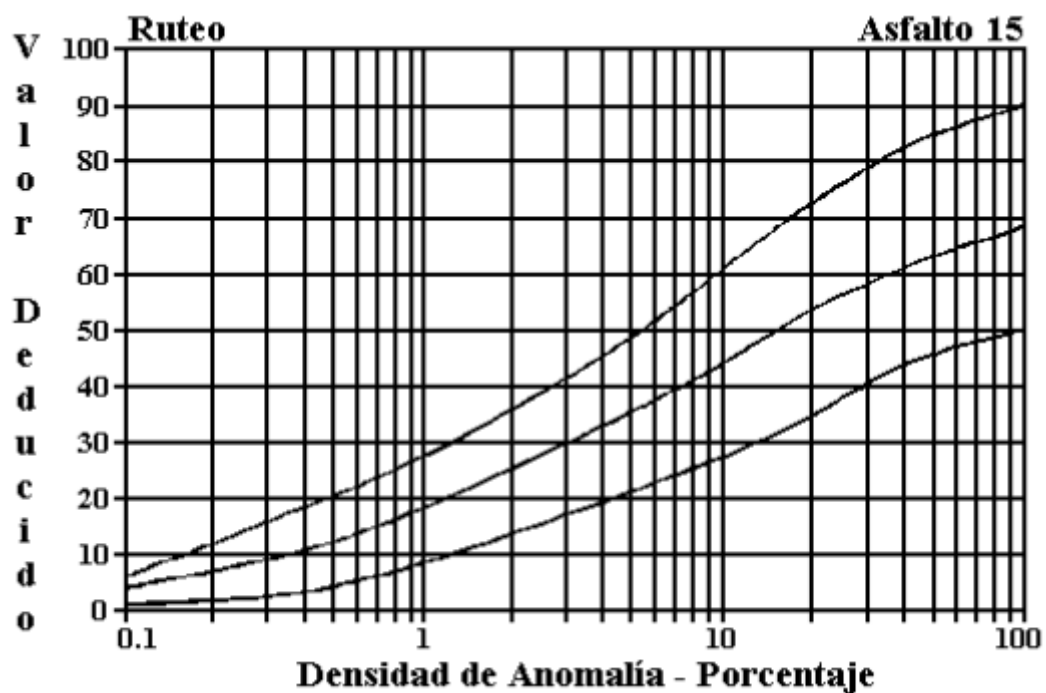
Falla #13. Baches.



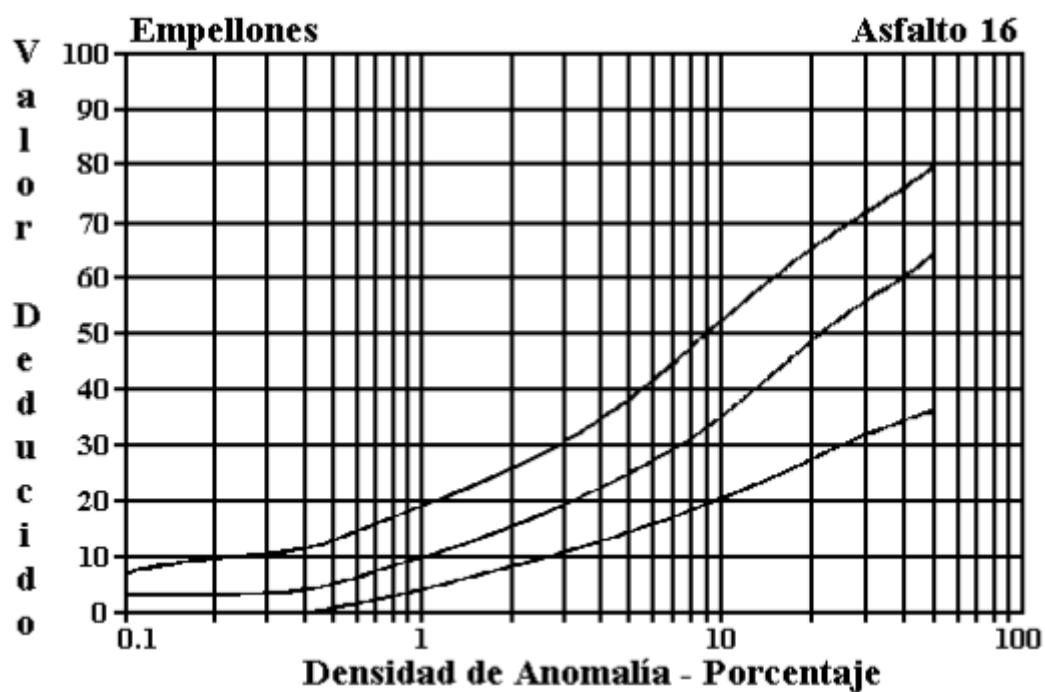
Falla #14. Cruce De Vía Férrea.



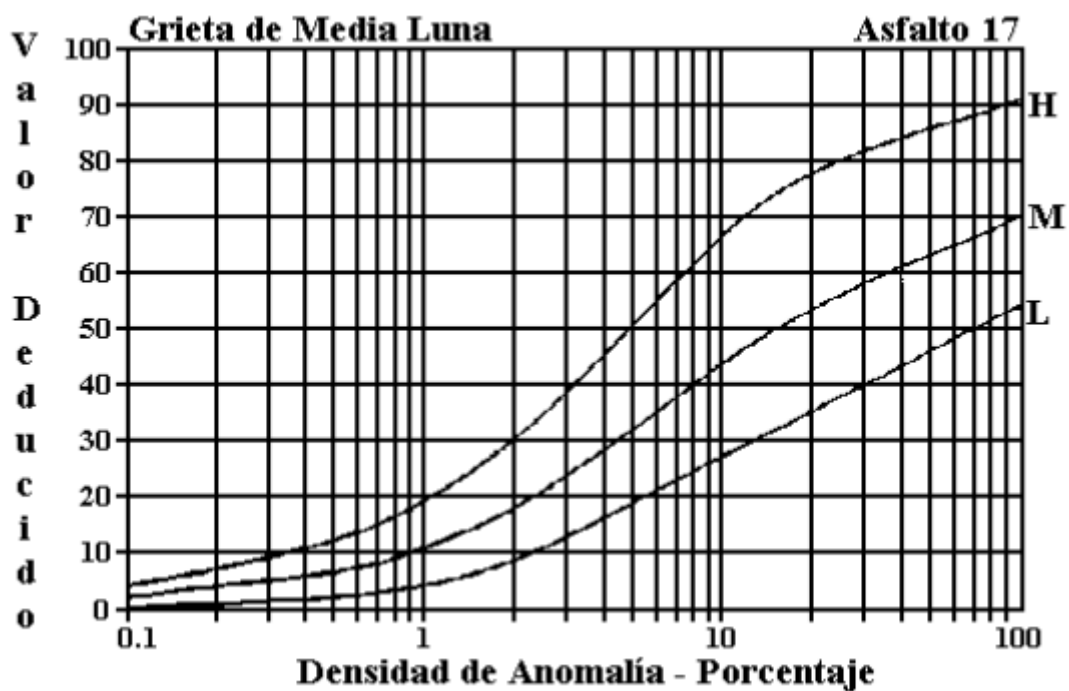
Falla #15. Ahuellamiento.



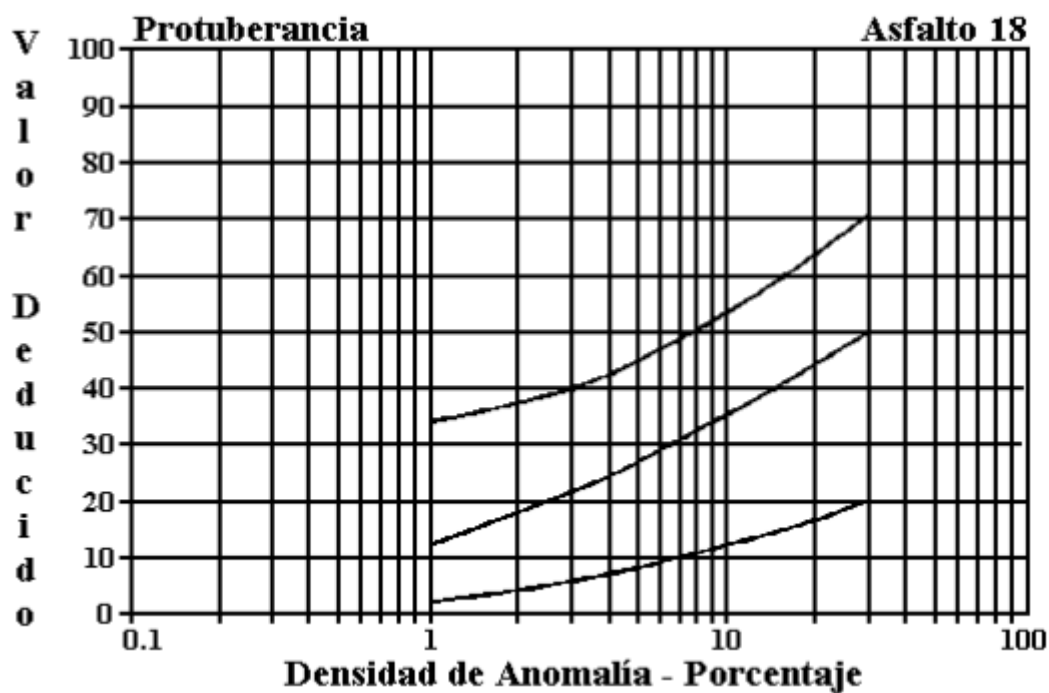
Falla #16. Desplazamientos



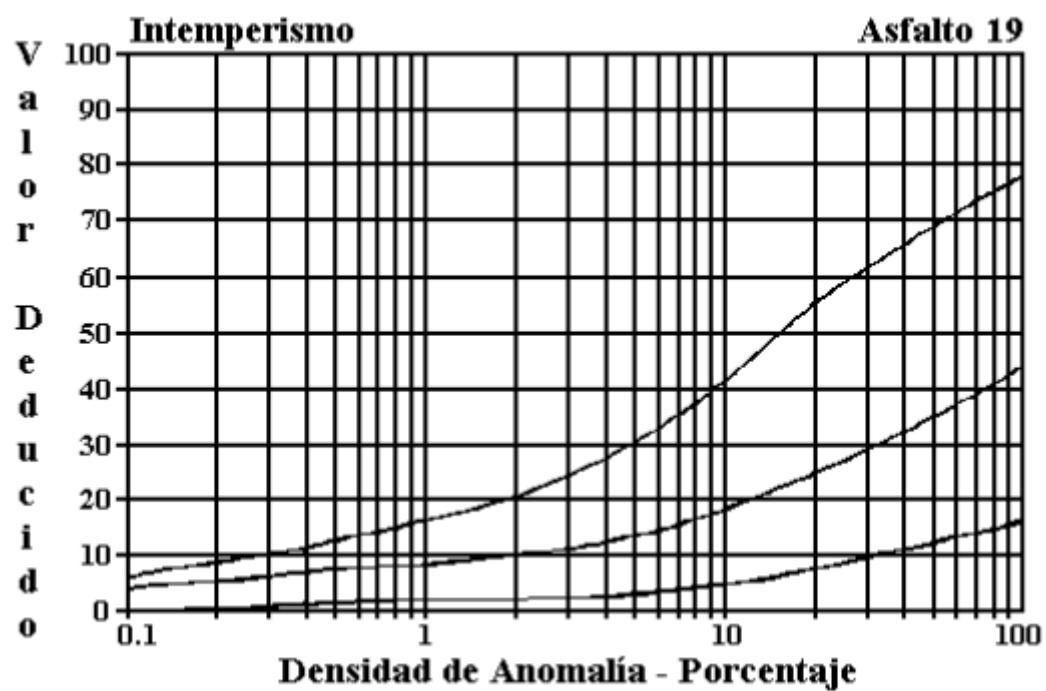
Falla # 17. Fisura parabólica o por deslizamiento



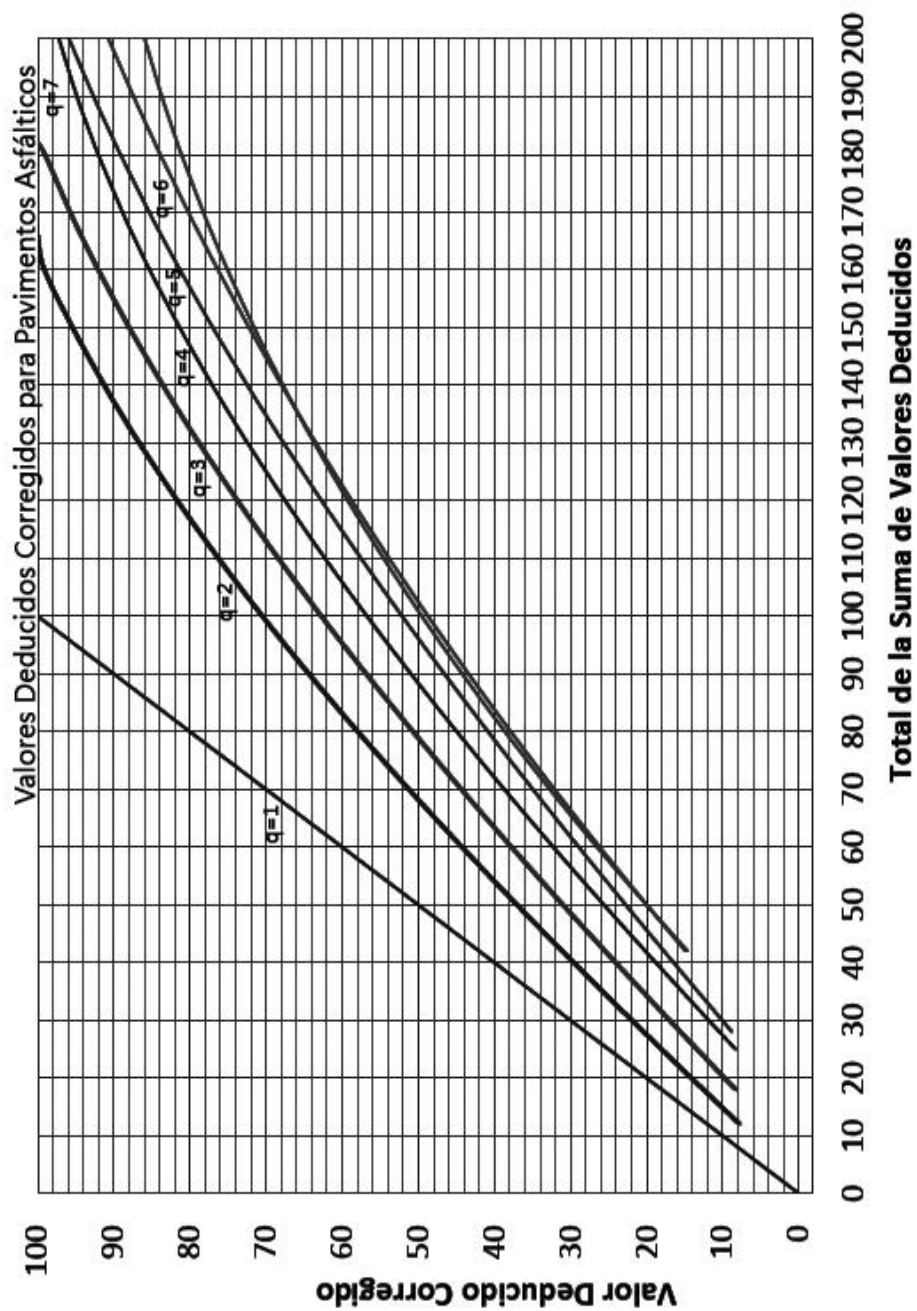
Falla # 18. Hinchamiento.



Falla # 19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados



Anexo 4: Ábaco para valores deducidos corregidos de pavimento flexible.




Anexo 5: Formato para inspección de campo para identificación de fallas.

Formato de Inspección en Campo.

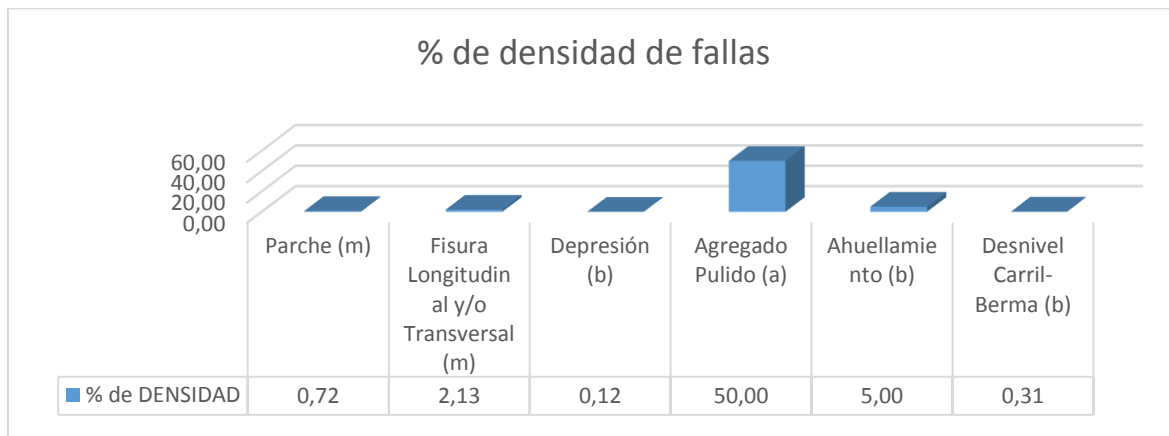
[illegible]

Anexo 6: Resultados Inspección en Campo y PCI para muestras seleccionadas.

PCI. Tramo 1 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por: Diana Garcés V.		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha: 13 de Enero del 2017		Abscisa inicial: 0+050		Abscisa final: 0+086		320 m2		
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche		m2				
3 Fisuras en bloque	m2	12 Agregado Pulido		m2				
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches		Unidad				
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril		m2				
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2				
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento		m2				
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento		m2				
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento		m2				
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo		m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Parche	m2	m	2.3	1		2.3		
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	11.2	0.3		3.36		
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	8	0.3		2.4		
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	2	0.3		0.6		
Fisura Longitudinal y/o Transversal	m	m	1.5	0.3		0.45		
Depresión	m2	b	0.34	0.25	0.2	0.085		
Depresión	m	b	0.3	0.25	0.2	0.075		
Depresión	m2	b	0.56	0.4	0.2	0.224		
Agregado Pulido	m2	a	20	8		160		
Ahuellamiento	m2	b	80	0.2	0.03	16		
Desnivel Carril- Berma.	m2	b	2.5	0.4		1		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Parche (m)	m2	m	2.3	0.72	9	54	5	
Fisura Longitudinal y/o Transversal (m)	m	m	6.81	2.13	7			
Depresión (b)	m2	b	0.384	0.12	5			
Agregado Pulido (a)	m2	a	160	50.00	13			
Ahuellamiento (b)	m2	b	16	5.00	20			
Desnivel Carril- Berma (b)	m2	b	1	0.31	0	m	8.35	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
20	13	9	8	5	0	55	5	26
13	9	8	5	2		37	4	18
9	8	5	2	2		26	3	13
8	5	2	2	2		19	2	12
5	2	2	2	2		13	1	13

HDV	26
PCI	74
CLASIFICACIÓN MUY BUENO.	



Densidad de Fallas. Tramo 1 seleccionado.




Agregado Pulido.

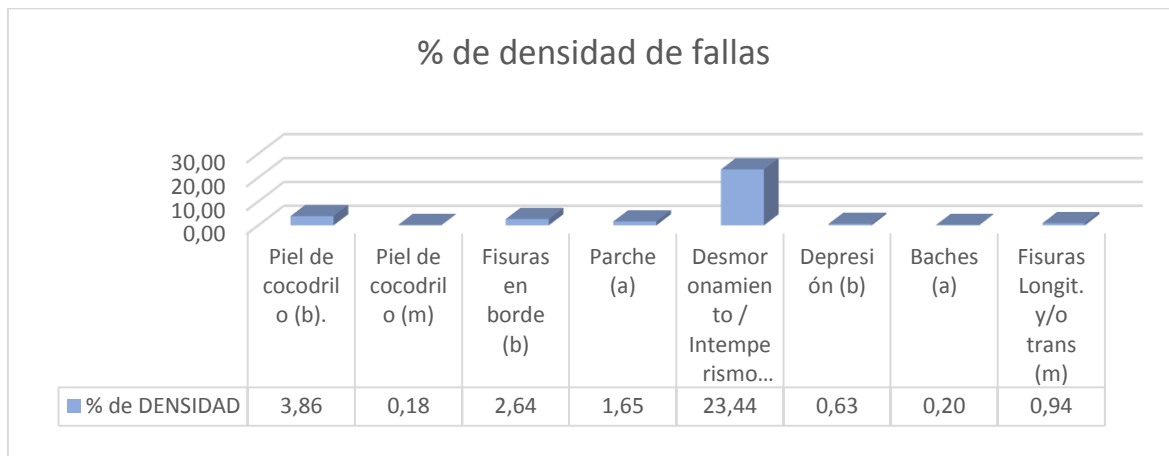


Ahuellamiento

PCI. Tramo 2 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA								
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.								
Evaluado por: Diana Garcés V.		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de				
Fecha: 13 de Enero del 2017		Abscisa inicial: 1 + 395		Abscisa final: 1 + 435		320 m ²				
TIPOS DE FALLAS										
1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m							
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²							
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²							
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad							
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²							
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²							
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²							
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²							
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²							
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL				
Piel de cocodrilo	m ²	b	10.3	1.2		12.36				
Piel de cocodrilo	m ²	a	0.3	0.3		0.09				
Piel de cocodrilo	m ²	a	0.7	0.7		0.49				
Fisuras en borde	m ²	b	11.7	0.3		3.51				
Fisuras en borde	m ²	b	16.5	0.3		4.95				
Parche	m ²	a	3	1.6		4.8				
Parche	m ²	a	0.7	0.7		0.49				
Desmoronamiento / Intemperismo	m ²	b	15	5		75				
Depresión	m ²	b	8	0.25		2				
Baches	unidad	a	0.8	0.8		0.64				
Fisuras Longit. y/o trans.	m	m	10	0.3		3				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q			
Piel de cocodrilo (b).	m ²	b	12.36	3.86	23	117	8			
Piel de cocodrilo (m)	m ²	a	0.58	0.18	26					
Fisuras en borde (b)	m ²	b	8.46	2.64	3					
Parche (a)	m ²	a	5.29	1.65	24					
Desmoronamiento / Intemperismo (b)	m ²	b	75	23.44	8					
Depresión (b)	m ²	b	2	0.63	5					
Baches (a)	Unidad	a	0.64	0.20	28	m	7.61			
Fisuras Longit. y/o trans (m)	m	m	3	0.94	4					
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
28	26	24	13	8	5	4	2.00	110	7	55
26	24	13	8	5	4	2	2	84	6	40
24	13	8	5	4	2	2	2	60	5	36
13	8	5	4	2	2	2	2	38	4	16
8	5	4	2	2	2	2	2	27	3	13
5	4	2	2	2	2	2	2	21	2	14
4	2	2	2	2	2	2	3	19	1	20

HDV	55
PCI	45
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	




Desmoronamiento/ Intemperismo.



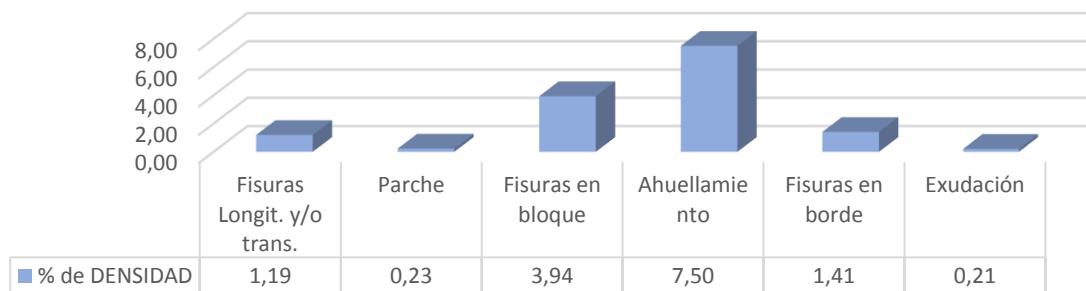
Bache / piel de cocodrilo.

PCI. Tramo 3 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA			Área de				
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	2 + 747	Abscisa final:	2 + 787	320	m2		
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m				
2	Exudación	m2	11	Parche	m2				
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2				
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad				
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2				
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2				
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2				
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2				
9	Desnivel carril/espalda	m2	18	Hinchamiento	m2				
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Fisuras Longit. y/o trans.		m	b	12.7	0.3		3.81		
Parche		m2	m	0.9	0.8		0.72		
Fisuras en bloque		m2	m	7	1.8		12.6		
Ahuellamiento		m2	m	12	2		24		
Fisuras en borde		m2	m	15	0.3		4.5		
Exudación		m2	b	0.3	1.5		0.45		
Exudación		m2	b	0.7	0.3		0.21		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Fisuras Longit. y/o trans.		m	b	3.81	1.19	3	55.6	5	
Parche		m2	m	0.72	0.23	5			
Fisuras en bloque		m2	m	12.6	3.94	5			
Ahuellamiento		m2	m	24	7.50	40			
Fisuras en borde		m2	m	4.5	1.41	2.5			
Exudación		m2	b	0.66	0.21	0.1			
							m	6.51	
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
40	5	5	3	2.5	0.1		55.6	5	26
5	5	3	2.5	2			17.5	4	10
5	3	2.5	2	2			14.5	3	0
3	2.5	2	2	2			11.5	2	0
2.5	2	2	2	2			10.5	1	10

HDV	26
PCI	74
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO.	

% de densidad de fallas




Fisuras en bloque.

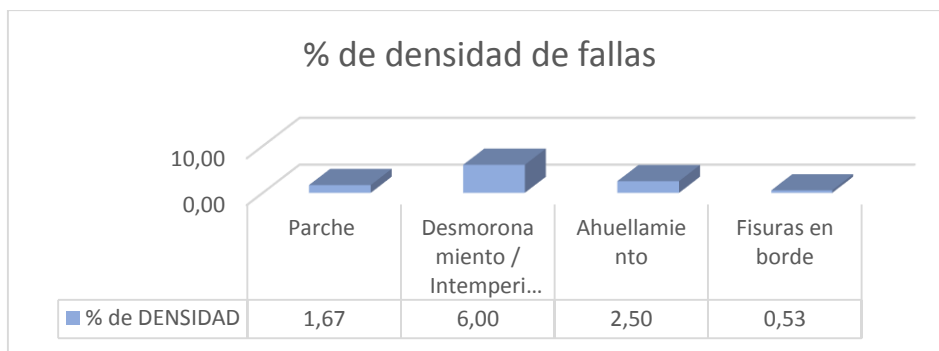


Fisuras longitudinales transversales / Parche.

PCI. Tramo 4 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluated por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	4 + 099	Abscisa final:	4 + 139	320	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2					
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Parche	m2	m	0.55	7.5		4.125		
Parche	m2	m	1.1	1.1		1.21		
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	2.4	8		19.2		
Ahuellamiento	m	b	16	0.5		8		
Fisuras en borde	m2	a	5.7	0.3		1.71		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Parche	m2	m	5.335	1.67	13	39	5	
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	19.2	6.00	3			
Ahuellamiento	m	b	8	2.50	14			
Fisuras en borde	m2	a	1.71	0.53	9			
						m	8.90	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
14	13	9	3			39	5	16
13	9	3	2			27	4	10
9	3	2	2			16	3	0
3	2	2	2			9	2	0
2	2	2	2			8	1	8

HDV	16
PCI	84
CLASIFICACIÓN MUY BUENO.	




Ahuellamiento.

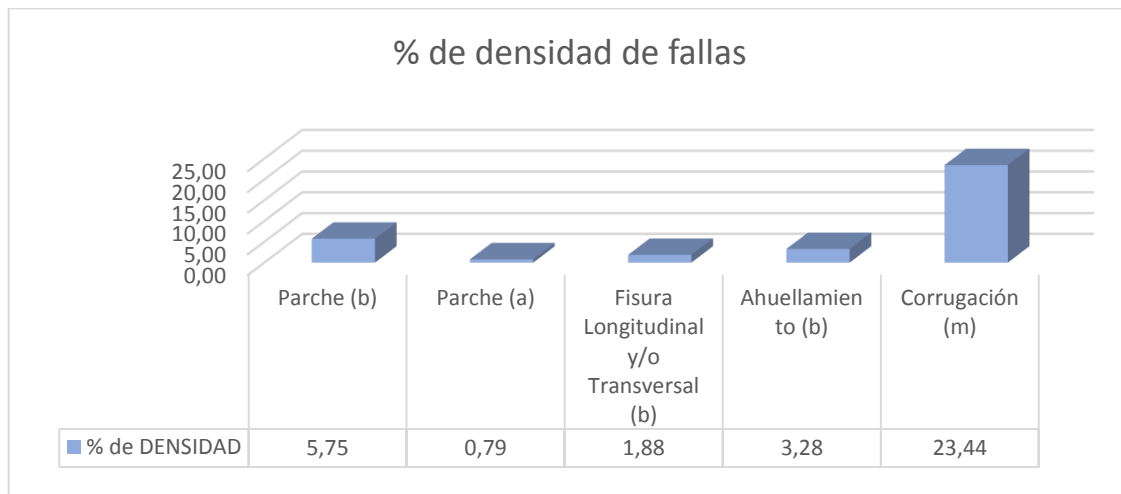


Parche.

PCI. Tramo 5 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	5 + 451	Abscisa final:	5 + 491	320	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche		m2				
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido		m2				
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches		Unidad				
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril		m2				
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2				
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento		m2				
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento		m2				
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento		m2				
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo		m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Parche	m2	b	5	3.4		17		
Parche	m2	a	0.4	0.3		0.12		
Parche	m2	a	1	1		1		
Parche	m2	b	1.4	1		1.4		
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	b	17	0.3		5.1		
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	b	3	0.3		0.9		
Ahuellamiento	m2	b	20	0.3		6		
Ahuellamiento	m3	b	15	0.3		4.5		
Corrugación	m2	m	15	5		75		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Parche (b)	m2	b	18.4	5.75	3	100	5	
Parche (a)	m2	a	2.52	0.79	18			
Fisura Longitudinal y/o Transversal (b)	m	b	6	1.88	3			
Ahuellamiento (b)	m2	b	10.5	3.28	26			
Corrugación (m)	m2	m	75	23.44	50			
						m	5.59	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
50	26	18	3	3	0	100	5	52
26	18	3	3	2		52	4	28
18	3	3	2	2		28	3	25
3	3	2	2	2		12	2	8
3	2	2	2	2		11	1	12

HDV	52
PCI	48
CLASIFICACIÓN REGULAR	




Parche.



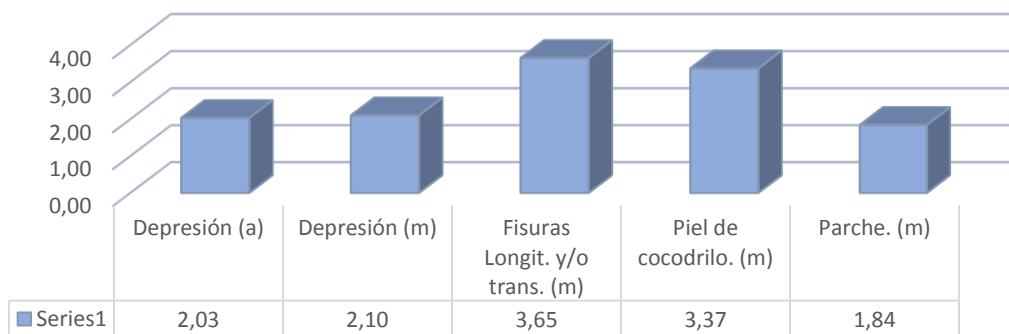
Fisuras Longitudinales - Ahuellamiento.

PCI. Tramo 6 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA							
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)							
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de			
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:		6 + 803	Abscisa final:		6 + 843	320	m2
TIPOS DE FALLAS									
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m				
2	Exudación	m2	11	Parche		m2			
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido		m2			
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches		Unidad			
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2			
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2			
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento		m2			
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento		m2			
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento		m2			
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo		m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Depresión		m2	a	2.5	2.6	0.15	6.5		
Depresión		m2	m	4.2	1.6	0.03	6.72		
Fisuras Longit. y/o trans.		m	m	0.9	0.3		0.27		
Fisuras Longit. y/o trans.		m	m	18	0.3	0.1	5.4		
Fisuras Longit. y/o trans.		m	m	20	0.3		6		
Piel de cocodrilo		m2	m	2	1.1		2.2		
Piel de cocodrilo		m2	m	5	1.3		6.5		
Piel de cocodrilo		m2	m	2.6	0.8		2.08		
Parche		m2	m	2.1	2		4.2		
Parche		m2	m	1.3	1.3		1.69		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES									
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q
Depresión (a)		m2	a	6.5	2.03	18	81		5
Depresión (m)		m3	m	6.72	2.10	9			
Fisuras Longit. y/o trans. (m)		m	m	11.67	3.65	9			
Piel de cocodrilo. (m)		m2	m	10.78	3.37	33			
Parche. (m)		m2	m	5.89	1.84	12			
							m	7.15	
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV	
33	18	12	9	9	0		81	5	41
18	12	9	9	2			50	4	26
12	9	9	2	2			34	3	25
9	9	2	2	2			24	2	17
9	2	2	2	2			17	1	11

HDV	41
PCI	59
CLASIFICACIÓN BUENO.	

% de densidad de fallas



Piel de Cocodrilo.

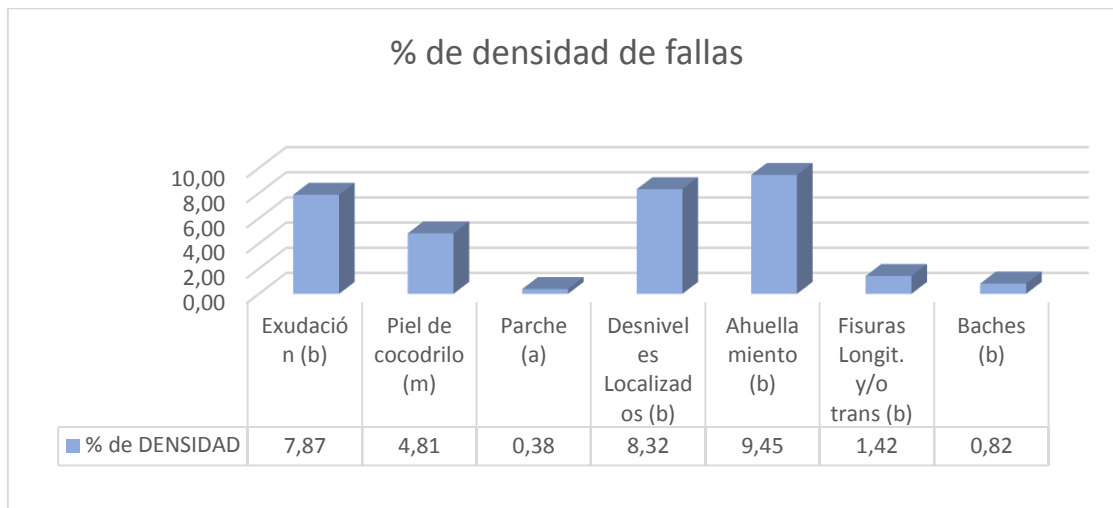


Depresión.

PCI. Tramo 7 Seleccionado.

UNIVERSIDAD DE CUENCA		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	8 + 155	Abscisa final:	8 + 198	317.475 m ²		
1 Piel de cocodrilo	m ²	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m ²	11 Parche	m ²					
3 Fisuramiento en bloque	m ²	12 Agregado Pulido	m ²					
4 Desniveles Localizados	m ²	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m ²	14 Cruce de ferrocarril	m ²					
6 Depresión	m ²	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m ²					
7 Fisuramiento en borde	m ²	16 Desplazamiento	m ²					
8 Fisuramiento de reflexión	m ²	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m ²					
9 Desnivel carril/espaldón	m ²	18 Hinchamiento	m ²					
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m ²					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Exudación	m ²	b	2.5	0.8		2		
Exudación	m ²	b	40	0.5		20		
Exudación	m ²	b	4	0.35		1.4		
Exudación	m ²	b	4	0.4		1.6		
Piel de cocodrilo	m ²	m	1	1.9		1.9		
Piel de cocodrilo	m ²	m	6.8	0.7		4.76		
Piel de cocodrilo	m ²	m	6.2	1.1		6.82		
Piel de cocodrilo	m ²	m	0.85	2.1		1.785		
Parche	m ²	a	1.1	1.1		1.21		
Desniveles Localizados	m ²	b	22	1.2		26.4		
Ahuellamiento	m ²	b	25	1.2		30		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	15	0.3	0.4	4.5		
Baches	Unidad	b	6.5	0.4		2.6		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Exudación (b)	m ²	b	25	7.87	11	154	7	
Piel de cocodrilo (m)	m ²	m	15.27	4.81	48			
Parche (a)	m ²	a	1.21	0.38	12			
Desniveles Localizados (b)	m ²	b	26.4	8.32	38			
Ahuellamiento (b)	m ²	b	30	9.45	43			
Fisuras Longit. y/o trans (b)	m	b	4.5	1.42	2	m	5.78	
Baches (b)	unidad	b	2.6	0.82	18			
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
48	43	38	18	12	9	168	6	82
43	38	18	12.00	9	2	122	5	62
38	18	12	9	2	2	81	4	42
18	12	9	2	2	2	45	3	28
12	9	2	2	2	2	29	2	21
9	2	2	2	2	2	19	1	19

HDV	82
PCI	18
CLASIFICACIÓN MUY MALO	




Exudación.

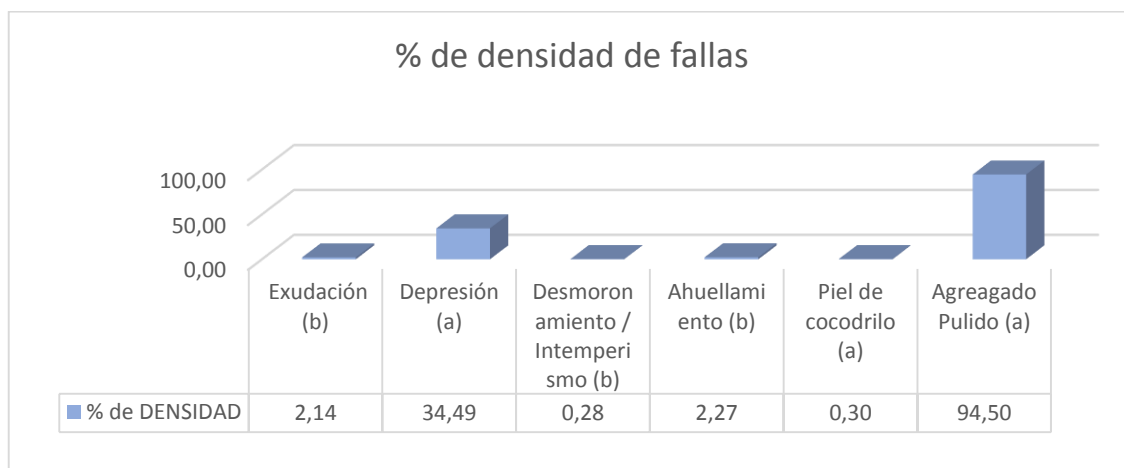


Piel de Cocodrilo- Ahuellamiento.

PCI. Tramo 8 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA											
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)											
		Vía:		AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.									
Evaluado por:		Diana Garcés V.		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA						Área de			
Fecha:		13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:		9 + 510		Abscisa final:		9 + 553		317.475	m2
TIPOS DE FALLAS													
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m								
2	Exudación	m2	11	Parche		m2							
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido		m2							
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches		Unidad							
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2							
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2							
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento		m2							
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento		m2							
9	Desnivel carril/espalda	m2	18	Hinchamiento		m2							
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo		m2							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES													
Falla			Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL					
Exudación			m2	b	1.3	0.6		0.78					
Exudación			m2	b	10	0.6		6					
Depresión			m2	a	15	7.3	0.15	109.5					
Desmoronamiento / Intemperismo			m2	b	1.1	0.8		0.88					
Ahuellamiento			m2	b	12	0.6		7.2					
Piel de cocodrilo			m2	a	0.8	1.2		0.96					
Agregado Pulido			m2	b	40	7.5		300					
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES													
Falla			Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT		q			
Exudación (b)			m2	b	6.78	2.14	5	141		5			
Depresión (a)			m2	a	109.5	34.49	64						
Desmoronamiento / Intemperismo (b)			m2	b	0.88	0.28	6						
Ahuellamiento (b)			m2	b	7.2	2.27	27						
Piel de cocodrilo (a)			m2	a	0.96	0.30	19						
Agregado Pulido (a)			m2	a	300	94.50	20						
								m	4.31				
CALCULO DEL PCI													
VALORES DEDUCIDOS										CDT	Q	CDV	
64	27	20	19	2						132	5	69	
27	20	19	2	2						70	4	39	
20	19	2	2	2						45	3	28	
19	2	2	2	2						27	2	19	
2	2	2	2	2						10	1	10	

HDV	69
PCI	31
CLASIFICACIÓN MALO	




Piel de Cocodrilo.

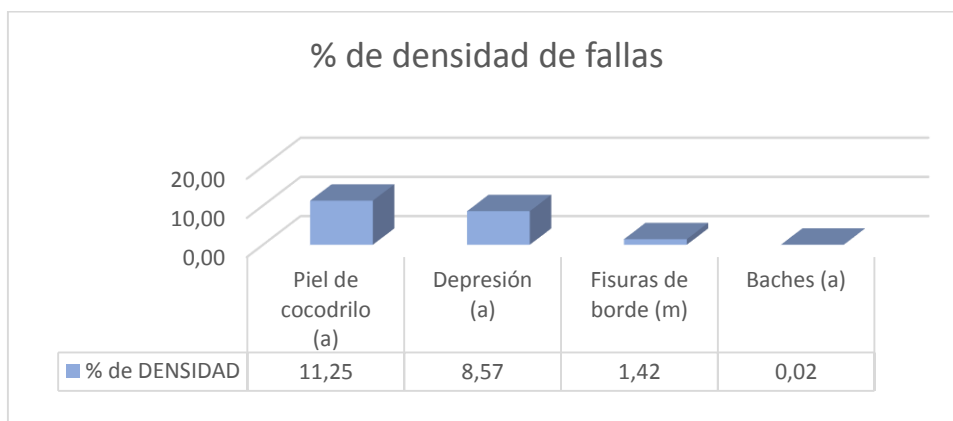


Depresión.

PCI. Tramo 9 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluated por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	10 + 865	Abscisa final:	10 + 908	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2					
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	a	13.4	1.1		14.74		
Piel de cocodrilo	m2	a	4.3	0.8		3.44		
Piel de cocodrilo	m2	a	3.6	1.1		3.96		
Piel de cocodrilo	m2	a	1.6	0.8		1.28		
Piel de cocodrilo	m2	a	7	0.9		6.3		
Piel de cocodrilo	m2	a	5	1.2		6		
Depresión	m2	a	8.5	3.2		27.2		
Fisuramiento en borde	m2	m	15	0.3		4.5		
Baches	Unidad	a	0.2	0.3		0.06		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	35.72	11.25	66	116	3	
Depresión (a)	m2	a	27.2	8.57	45			
Fisuras de borde (m)	m2	m	4.5	1.42	5			
Baches (a)	Unidad	a	0.06	0.02	0			
						m	4.12	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
66	45	5			0	116	3	72
45	5	2				52	2	39
5	2	2				9	1	9

HDV	72
PCI	28
CLASIFICACIÓN MALO	




Depresión.

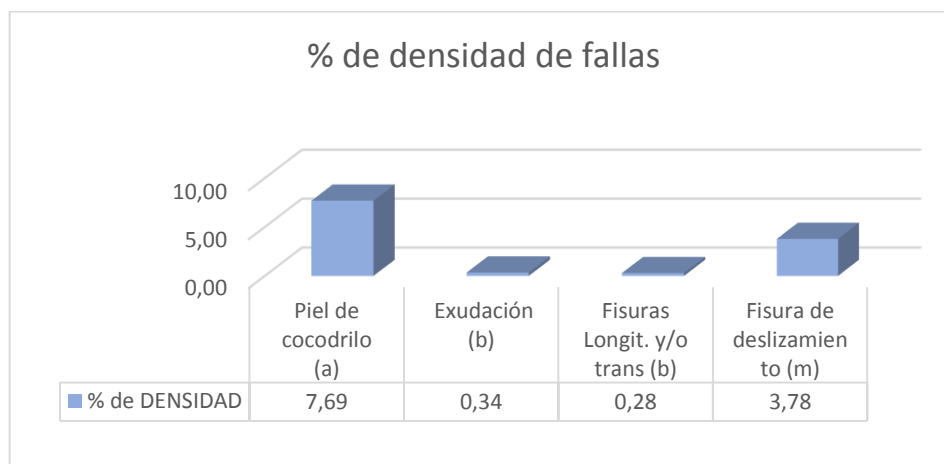


Piel de Cocodrilo.

PCI. Tramo 10 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	12 + 220	Abscisa final:	12 + 263	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m			
2	Exudación	m2	11	Parche	m2			
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2			
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad			
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2			
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2			
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2			
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2			
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2			
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Piel de cocodrilo		m2	a	15.5	0.8		12.4	
Piel de cocodrilo		m2	a	10	0.8		8	
Piel de cocodrilo		m2	a	4	1		4	
Exudación		m2	b	5.4	0.2		1.08	
Fisuramiento Longit. y/o trans.		m	b	3	0.3	0.02	0.9	
Fisura de deslizamiento		m2	m	3	4		12	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Piel de cocodrilo (a)		m2	a	24.4	7.69	69	98	2
Exudación (b)		m2	b	1.08	0.34	1		
Fisuras Longit. y/o trans (b)		m	b	0.9	0.28	0		
Fisura de deslizamiento (m)		m2	m	12	3.78	28		
							m	3.85
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
69	28	1				98	2	69
28	2					30	1	30

HDV	69
PCI	31
CLASIFICACIÓN MALO	




Fisura de deslizamiento.



Piel de Cocodrilo.

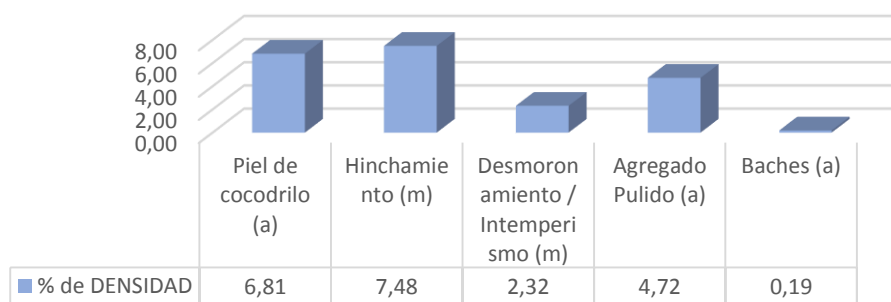


PCI. Tramo 11 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	13 + 575	Abscisa final:	13 + 618	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2					
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	a	3.3	1.1		3.63		
Piel de cocodrilo	m2	a	2.5	7.2		18		
Hinchamiento	m2	m	3.3	7.2		23.76		
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	m	4.9	1.5		7.35		
Agregado Pulido	m2	a	3	5		15		
Baches	3 Unidad	a	0.4	0.5		0.6		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo (a)	m2	a	21.63	6.81	57	125.5	4	
Hinchamiento (m)	m2	m	23.76	7.48	31			
Desmoronamiento / Intemperismo (m)	m2	m	7.35	2.32	10			
Agregado Pulido (a)	m2	a	15	4.72	0.5			
Baches (a)	Unidad	a	0.6	0.19	27			
						m	4.95	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
57	31	27	10	0.5	0	126	4	72
31	27	10	0.5			69	3	41
27	10	0.5	2			40	2	30
10	0.5	2	2			15	1	15

HDV	72
PCI	28
CLASIFICACIÓN	
MALO	

% de densidad de fallas




Hinchamiento.

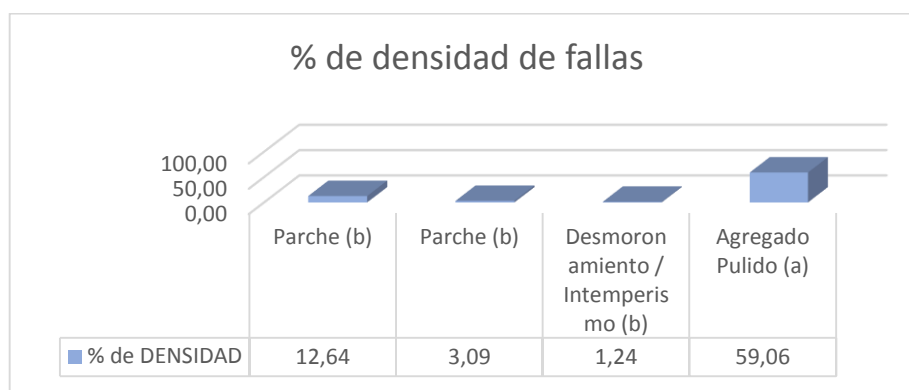


Baches- Agregado Pulido- Piel de Cocodrilo.

PCI. Tramo 12 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA								
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
Vía:		AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.								
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA		Área de						
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	14 + 930	Abscisa final:	14 + 973 317.475 m2					
TIPOS DE FALLAS										
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m							
2 Exudación	m2	11 Parche	m2							
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2							
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad							
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2							
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2							
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2							
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2							
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2							
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL				
Parche	m2	b	1.8	1.2		2.16				
Parche	m2	m	4.3	2		8.6				
Parche	m2	m	0.7	0.8		0.56				
Parche	m2	m	0.8	0.8		0.64				
Parche	m2	b	21.1	1.8		37.98				
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	0.43	7.5		3.225				
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	b	1.2	0.6		0.72				
Agregado Pulido	m2	a	25	7.5		187.5				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q			
Parche (b)	m2	b	40.14	12.64	3	43	4			
Parche (b)	m2	m	9.8	3.09	18					
Desmoronamiento / Intemperismo (b)	m2	b	3.945	1.24	9					
Agregado Pulido (a)	m2	a	187.5	59.06	13					
						m	8.53			
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
18	13	9	3					43	4	22
13	9	3	2					27	3	15
9	3	2	2					16	2	11
3	2	2	2					9	1	9

HDV	22
PCI	78
CLASIFICACIÓN MUY BUENO	




Parches.



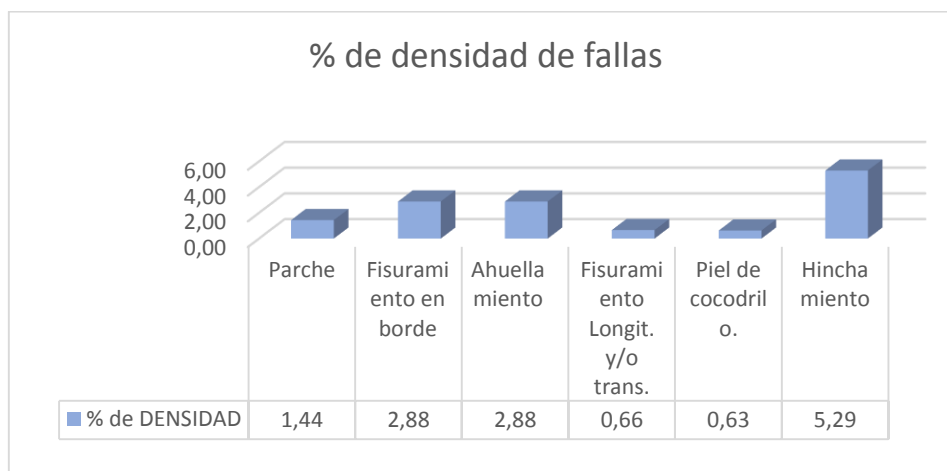
Parches- Agregado Pulido.



PCI. Tramo 13 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	16 + 285	Abscisa final:	16 + 328	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche		m2				
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido		m2				
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches		Unidad				
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril		m2				
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2				
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento		m2				
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento		m2				
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento		m2				
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo		m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Parche	m2	m	2.3	1.2		2.76		
Parche	m2	m	1	1		1		
Parche	m2	m	1	0.8		0.8		
Fisuramiento en borde	m2	m	30.5	0.3		9.15		
Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2	m	30.5	0.3		9.15		
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	m	7	0.3		2.1		
Piel de cocodrilo	m2	m	2	1		2		
Hinchamiento	m2	m	2.3	7.3		16.79		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Parche	m2	m	4.56	1.44	11	95	5	
Fisuramiento en borde	m2	m	9.15	2.88	9			
Ahuellamiento	m2	m	9.15	2.88	29			
Fisuramiento Longit. y/o trans.	m	m	2.1	0.66	1			
Piel de cocodrilo.	m2	m	2	0.63	18			
Hinchamiento	m2	m	16.79	5.29	27	m	7.52	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS								
CDT								
Q								
CDV								
29	27	18	11	9	1			
27	18	11	9	2				
18	11	9	2	2				
11	9	2	2	2				
9	2	2	2	2				
1								

HDV	50
PCI	50
CLASIFICACIÓN REGULAR	




Parches.

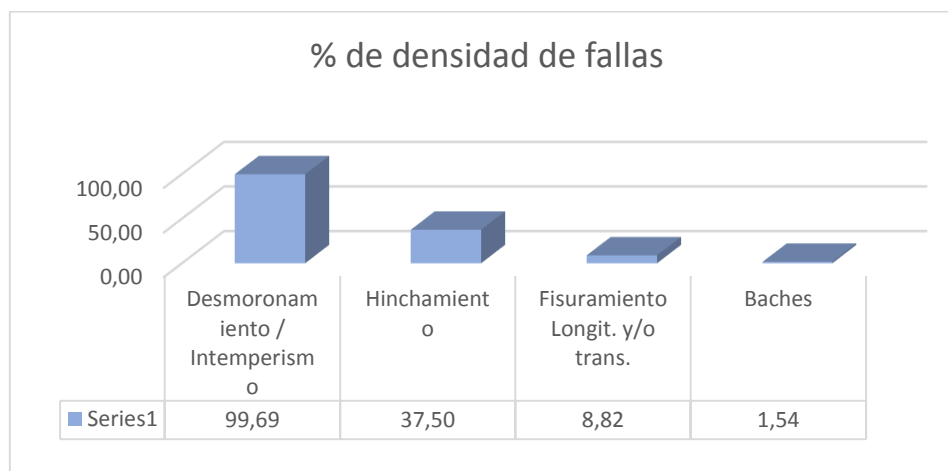


Fisura de Borde.

PCI. Tramo 14 Seleccionado.

 <div>UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867</div>		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluado por:	Diana Garcés V.		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA			Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:	17 + 640	Abscisa final:	17 + 683	317.475 m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espalda	m2	18 Hinchamiento	m2					
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Desmoronamiento / Intemperismo		m2	a	42.2	7.5	0.42	316.5	
Hinchamiento		m2	a	19.2	6.2		119.04	
Fisuramiento Longit. y/o trans.		m	a	40	0.7		28	
Baches		10 unidad	a	0.7	0.7		4.9	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Desmoronamiento / Intemperismo		m2	a	316.5	99.69	77	233	4
Hinchamiento		m2	a	119.04	37.50	100		
Fisuramiento Longit. y/o trans.		m	a	28	8.82	30		
Baches		Unidad	a	4.9	1.54	26		
							m	1.00
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
100	77	30	26			233	4	100

HDV	100
PCI	0
CLASIFICACIÓN FALLADO	




Hinchamiento- Fisuras.



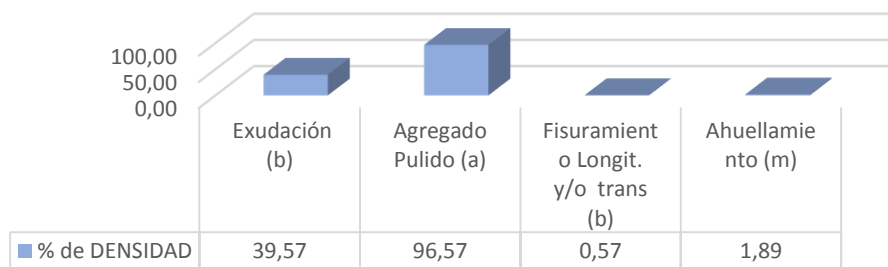
Baches- Desmoronamiento.

PCI. Tramo 15 Seleccionado.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
Vía:		AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluated por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de	
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	18 + 995	Abscisa final:	19 + 038	317.475	m2
TIPOS DE FALLAS							
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m		
2	Exudación	m2	11	Parche	m2		
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2		
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad		
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2		
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2		
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2		
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2		
9	Desnivel carril/espalda	m2	18	Hinchamiento	m2		
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2		
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Falla		Unidad	Severidad	LARGO	ANCHO	PROF.	TOTAL
Exudación		m2	b	2	0.2		0.4
Exudación		m2	b	3.3	0.4		1.32
Exudación		m2	b	30	2.1		63
Exudación		m3	b	20	2.1		42
Exudación		m2	b	9	2.1		18.9
Agregado Pulido		m2	a	42	7.3		306.6
Fisuramiento Longit. y/o trans.		m	b	6	0.3	0.02	1.8
Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2	m	40	0.15		6
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
Exudación (b)		m2	b	125.62	39.57	26	
Agregado Pulido (a)		m2	a	306.6	96.57	19	
Fisuramiento Longit. y/o trans (b)		m	b	1.8	0.57	5	
Ahuellamiento (m)		m2	m	6	1.89	25	
						m	7.80
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q
26	25	19	5	5	0	80	4
25	19	5	5	2		56	3
19	5	5	2	2		33	2
5	5	2	2	2		16	1

HDV	46
PCI	54
CLASIFICACIÓN	
REGULAR	

% de densidad de fallas



Exudación- Fisuras Longitudinales y Transversales.

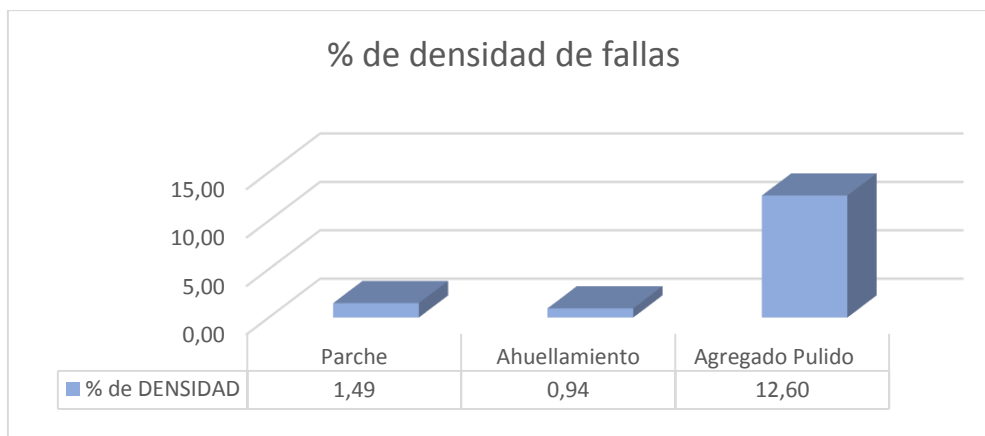


Agregado Pulido- Ahuellamiento.

PCI. Tramo 16 Seleccionado.

UNIVERSIDAD DE CUENCA		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
Vía:		AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.								
Evaluado por:		Diana Garcés V.				PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA		Área de		
Fecha:		13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:		20 + 350		Abscisa final:		
								20 + 393		
								317 m2		
TIPOS DE FALLAS										
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2	Exudación	m2	11	Parche	m2					
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2					
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad					
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2					
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2					
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2					
			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL			
Parche		m2	m	1.4	2.8		3.92			
Parche		m2	m	2	0.4		0.8			
Ahuellamiento		m2	b	12	0.25		3			
Agregado Pulido		m2	a	8	5		40			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
Parche		m2	m	4.72	1.49	14	28	3		
Ahuellamiento		m2	b	3	0.94	9				
Agregado Pulido		m2	a	40	12.60	5				
							m	8.90		
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
14	9	5						28	3	18
9	5	2						16	2	14
5	2	2						9	1	10

HDV	18
PCI	82
CLASIFICACIÓN	
MUY BUENO	




Ahuellamiento- Parche.



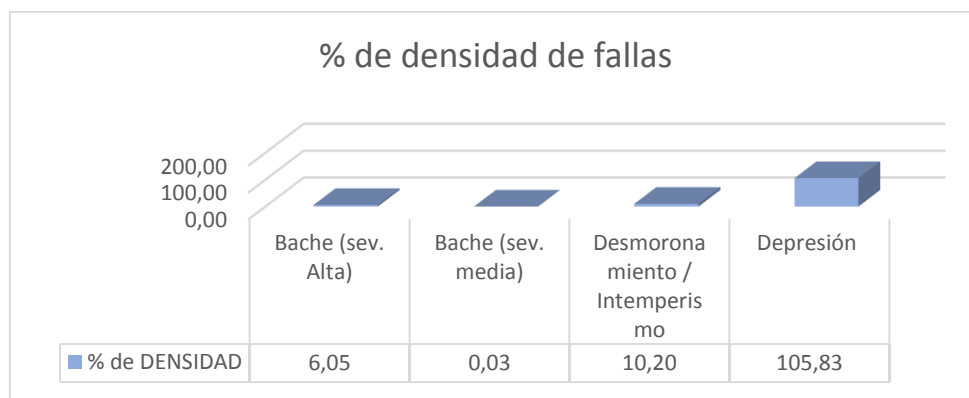
Agregado Pulido.

Anexo 7: Resultados Inspección en Campo y PCI para muestras adicionales.

PCI. Tramo 1 Adicional.

 <div>UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867</div>		UNIVERSIDAD DE CUENCA													
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)													
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.												
Evaluado por:		Diana Garcés V.		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTIC A			Área de tramo:								
Fecha:		13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:		0 + 225		Abscisa final:		0 + 265		320		m2	
TIPOS DE FALLAS															
1	Piel de cocodrilo	m2		10	Fisuras Longit. y/o trans.		m								
2	Exudación	m2		11	Parche		m2								
3	Fisuramiento en bloque	m2		12	Agregado Pulido		m2								
4	Desniveles Localizados	m2		13	Baches		Unidad								
5	Corrugación	m2		14	Cruce de ferrocarril		m2								
6	Depresión	m2		15	Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2								
7	Fisuramiento en borde	m2		16	Desplazamiento		m2								
8	Fisuramiento de reflexión	m2		17	Fisuramiento de Resbalamiento		m2								
9	Desnivel carril/espalda	m2		18	Hinchamiento		m2								
.				19	Desmoronamiento / Intemperismo		m2								
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES															
Falla			Unidad	Severidad	LARGO	ANCHO	PROF.	TOTAL							
				ad	m	m	m								
Depresión			m2	a	42.33	8	0.43	338.64							
Desmoronamiento / Intemperismo			m2	a	4	8		32							
Desmoronamiento / Intemperismo			m2	a	0.7	0.9		0.63							
Baches		2	Unidad	m	0.2	0.2	0.04	0.08							
Baches		4	Unidad	a	0.8	0.7	0.6	2.24							
Baches		40	Unidad	a	0.6	0.7	0.7	16.8							
Baches		1	Unidad	a	0.41	0.8	0.5	0.328							
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES															
Falla			Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad	VD	VDT	q						
				ad		%									
Bache (sev. Alta)			Unidad	a	19.37	6.05	98	214	4						
Bache (sev. media)			Unidad	m	0.08	0.03	0								
Desmoronamiento / Intemperismo			m2	a	32.63	10.20	41								
Depresión			m2	a	338.64	105.83	75								
								m	1.18						
CALCULO DEL PCI															
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV					
98	13.78							111.78	2	78					
13.78	2							15.78	1	11					

HDV	78
PCI	22
CLASIFICACIÓN	
MUY MALO	



Densidad de Fallas. Tramo 1 adicional.



Desmoronamiento/ intemperismo.

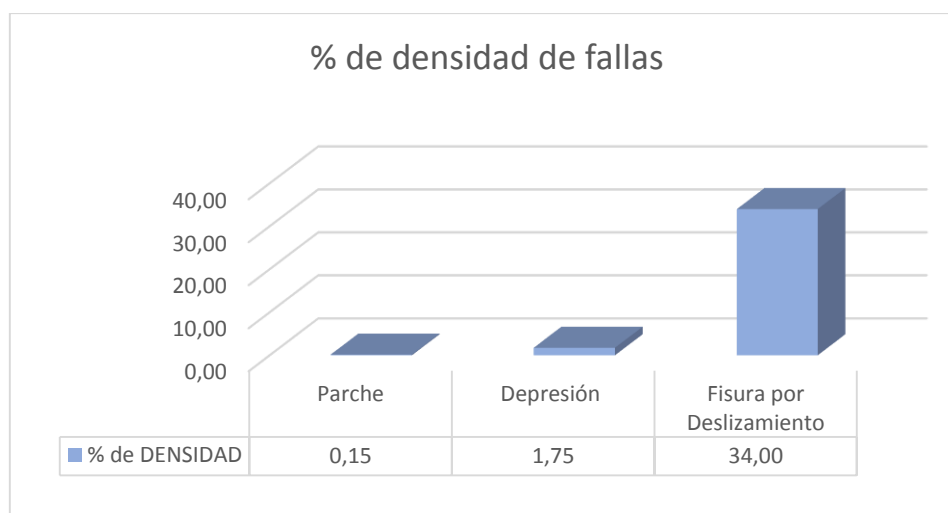


Baches.

PCI. Tramo 2 Adicional.

UNIVERSIDAD DE CUENCA		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
Vía:		AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.								
Evaluado por:		Diana Garcés V.				PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTIC A		Área de		
Fecha:		13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:		3 + 115		Abscisa final:		
						3 + 155		320 m2		
TIPOS DE FALLAS										
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2	Exudación	m2	11	Parche	m2					
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2					
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad					
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2					
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2					
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2					
			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL			
Parche		2 m2	b	0.7	0.7		0.49			
Depresión		m2	a	7	0.8	0.05	5.6			
Fisura por Deslizamiento		m2	m	32	3.4	0.2	108.8			
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q		
Parche		m2	b	0.49	0.15	0	74	2		
Depresión		m2	a	5.6	1.75	19				
Fisura por Deslizamiento		m2	m	108.8	34.00	55				
							m	5.13		
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
55	19							74	2	54
19	2							21	1	21

HDV	54
PCI	46
CLASIFICACIÓN	
MALO	




Fisuramiento por Deslizamiento.



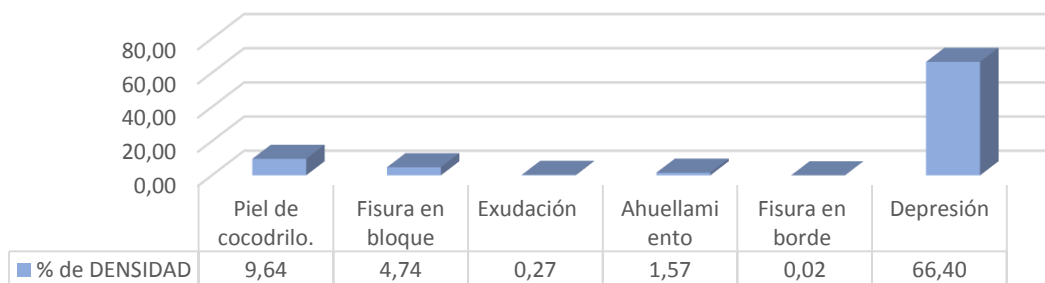
Fisuramiento por Deslizamiento.

PCI. Tramo 3 Adicional.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	8 + 720	Abscisa final:	8 + 763	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche		m2				
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido		m2				
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches		Unidad				
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril		m2				
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2				
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento		m2				
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento		m2				
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento		m2				
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo		m2				
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Piel de cocodrilo	m2	a	11.6	1.4		16.24		
Piel de cocodrilo	m2	a	7.5	1.2		9		
Piel de cocodrilo	m2	a	6.7	0.8		5.36		
Fisura en bloque	m2	b	7	2.15		15.05		
Exudación	m2	b	0.85	1		0.85		
Ahuellamiento	m2	m	5	1		5		
Fisuras en borde	m2	a	0.5	0.15		0.075		
Depresión	m2	a	34	6.2		210.8		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Piel de cocodrilo.	m2	a	30.6	9.64	61	163	4	
Fisura en bloque	m2	b	15.05	4.74	10			
Exudación	m2	b	0.85	0.27	2			
Ahuellamiento	m2	m	5	1.57	20			
Fisura en borde	m2	a	0.075	0.02	0			
Depresión	m2	a	210.8	66.40	70			
						m	3.76	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
70	61	20	8			159	4	87
61	20	8	2			91	3	58
20	8	2	2			32	2	23
8	2	2	2			14	1	14

HDV	87
PCI	13
CLASIFICACIÓN MUY MALO	

% de densidad de fallas




Depresión.

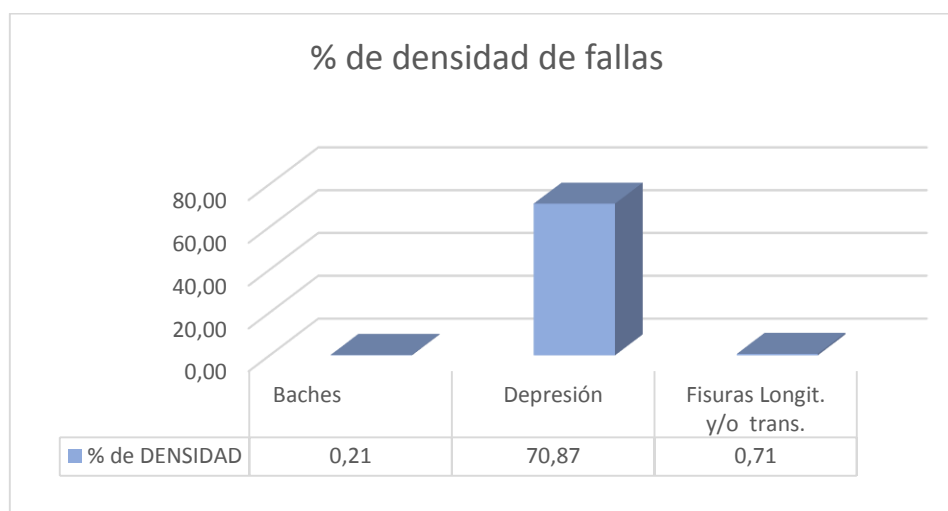


Piel de Cocodrilo.

PCI. Tramo 4 Adicional.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
Evaluado por:		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.						
Fecha:		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:		Abscisa final:		317.475 m2		
		9 + 250		9 + 293				
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m			
2	Exudación	m2	11	Parche	m2			
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2			
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad			
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2			
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2			
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2			
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2			
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2			
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2			
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Baches	Unidad	a	0.8	0.5		0.4		
Baches	Unidad	a	0.7	0.4		0.28		
Depresión	m2	a	30	7.5	0.25	225		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	a	7.5	0.3		2.25		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Baches	Unidad	a	0.68	0.21	0	77	2	
Depresión	m2	a	225	70.87	71			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	a	2.25	0.71	6			
						m	3.66	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
71	6					77	2	50
6	2					8	1	8

HDV	50
PCI	50
CLASIFICACIÓN REGULAR	




Fisura Longitudinal.

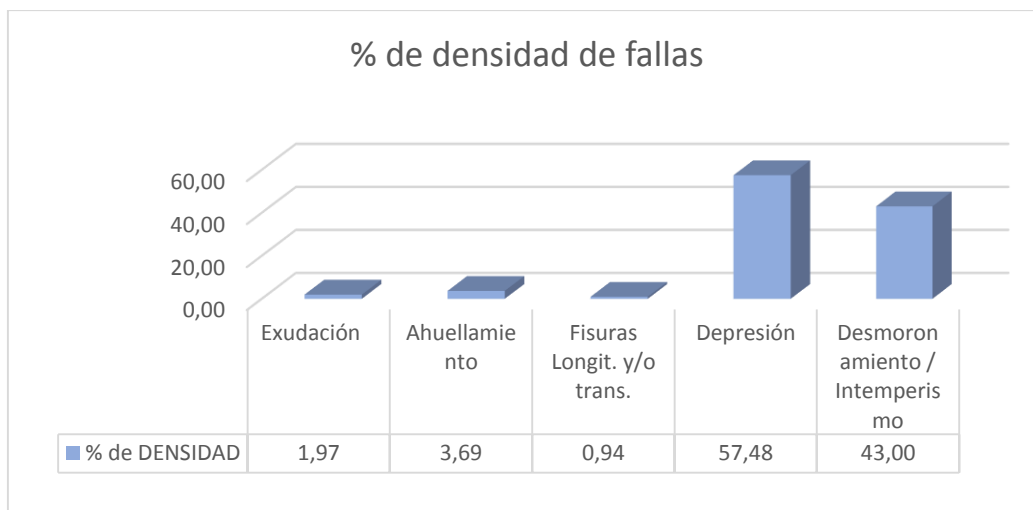


Depresión- Piel de Cocodrilo.

PCI. Tramo 5 Adicional.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	12 + 770	Abscisa final:	12 + 813	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1 Piel de cocodrilo	m2	10 Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2 Exudación	m2	11 Parche	m2					
3 Fisuramiento en bloque	m2	12 Agregado Pulido	m2					
4 Desniveles Localizados	m2	13 Baches	Unidad					
5 Corrugación	m2	14 Cruce de ferrocarril	m2					
6 Depresión	m2	15 Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7 Fisuramiento en borde	m2	16 Desplazamiento	m2					
8 Fisuramiento de reflexión	m2	17 Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9 Desnivel carril/espaldón	m2	18 Hinchamiento	m2					
.		19 Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL		
Exudación	m2	b	2.8	0.35		0.98		
Exudación	m2	b	9.6	0.55		5.28		
Ahuellamiento	m2	a	18	0.4		7.2		
Ahuellamiento	m2	a	15	0.3		4.5		
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	10	0.3	0.05	3		
Depresión	m2	a	25	7.3	0.3	182.5		
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	a	18.7	7.3		136.51		
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
Exudación	m2	b	6.26	1.97	5	173	4	
Ahuellamiento	m2	a	11.7	3.69	43			
Fisuras Longit. y/o trans.	m	b	3	0.94	2			
Depresión	m2	a	182.5	57.48	56			
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	a	136.51	43.00	67			
						m	4.03	
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
67	56	43	5	2		173	4	92
56	43	5	2	2		108	3	69
43	5	2	2	2		54	2	41
5	2	2	2	2		13	1	13

HDV	92
PCI	8
CLASIFICACIÓN FALLADO	




Depresión- Piel de Cocodrilo.

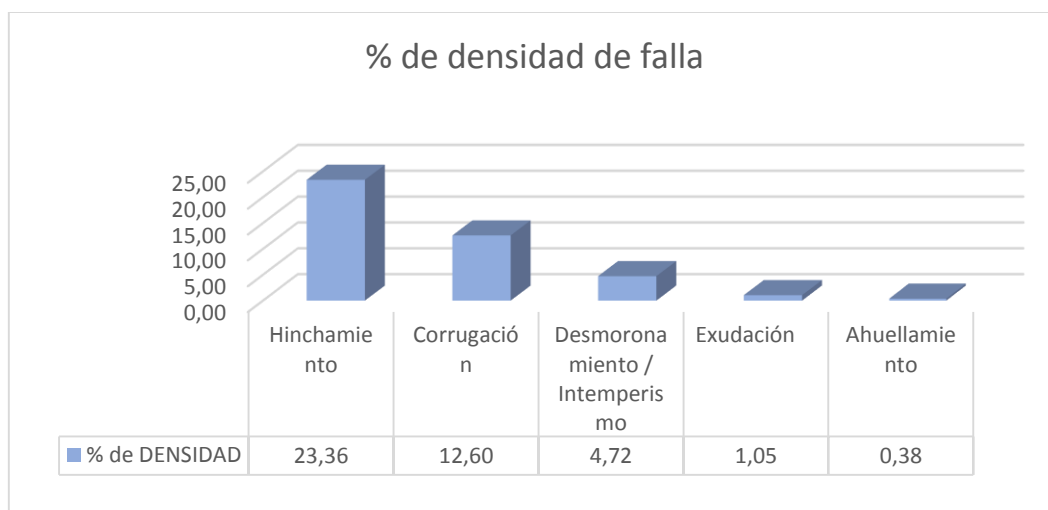


Exudación- Fisuras longitudinales- Intemperismo.

PCI. Tramo 6 Adicional.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA					
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)					
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.				
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de	
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	14 + 400	Abscisa final:	14 + 443	317.475	m2
TIPOS DE FALLAS							
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m		
2	Exudación	m2	11	Parche	m2		
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2		
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad		
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2		
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2		
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2		
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2		
9	Desnivel carril/espalda	m2	18	Hinchamiento	m2		
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2		
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
Falla		Unidad	Severidad	LARGO	ANCHO	PROF.	TOTAL
			ad	m	m	m	
Hinchamiento		m2	a	10.3	7.2	0.38	74.16
Corrugación		m2	m	10	4		40
Desmoronamiento / Intemperismo		m2	m	6	2.5		15
Exudación		m2	b	11.1	0.3		3.33
Ahuellamiento		m2	a	6	0.2		1.2
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
			ad				q
Hinchamiento		m2	a	74.16	23.36	65	129
Corrugación		m2	m	40	12.60	32	
Desmoronamiento / Intemperismo		m2	m	15	4.72	12	
Exudación		m2	b	3.33	1.05	4	
Ahuellamiento		m2	a	1.2	0.38	16	
							m
							4.21
CALCULO DEL PCI							
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q
65	32	16	12	4		129	5
32	16	12	4	2		66	4
16	12	4	2	2		36	3
12	4	2	2	2		22	2
4	2	2	2	2		12	1
							CDV
							67
							37
							21
							15
							12

HDV	67
PCI	33
CLASIFICACIÓN	
MALO	




Hinchamiento- Intemperismo.

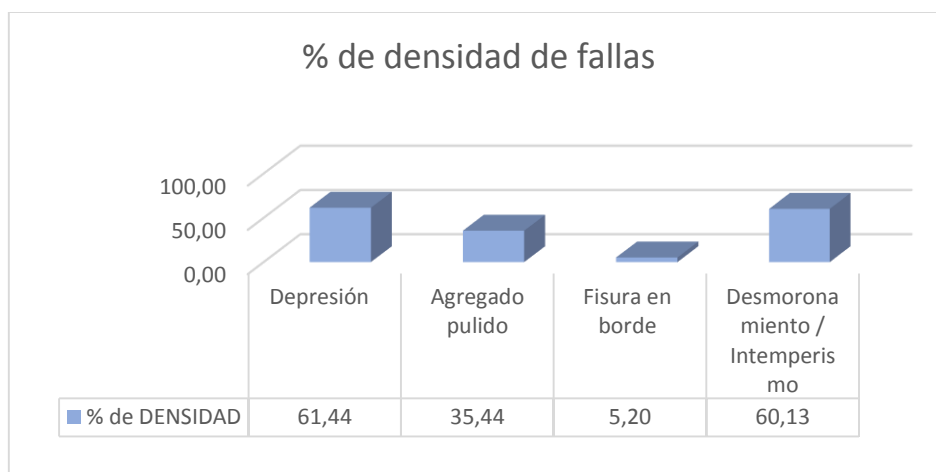


Ahuellamiento- Intemperismo.

PCI. Tramo 7 Adicional.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA								
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)								
Vía:		AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.								
Evaluado por:		Diana Garcés V.				Área de				
Fecha:		13 de Enero del 2017		Abscisa inicial:		18 + 140				
		Abscisa final:		18 + 183		317.475 m2				
TIPOS DE FALLAS										
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m					
2	Exudación	m2	11	Parche	m2					
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido	m2					
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches	Unidad					
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril	m2					
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)	m2					
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento	m2					
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento	m2					
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento	m2					
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo	m2					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL				
Depresión	m2	a	23.5	8.3	0.95	195.05				
Agregado pulido	m2	a	15	7.5		112.5				
Fisura en borde	m2	a	25	0.3		7.5				
Fisura en borde	m2	a	30	0.3		9				
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	a	23	8.3		190.9				
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES										
Falla	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q			
Depresión	m2	a	195.05	61.44	72	169	4			
Agregado pulido	m2	a	112.5	35.44	9					
Fisura en borde	m2	a	16.5	5.20	17					
Desmoronamiento / Intemperismo	m2	a	190.9	60.13	71					
						m	3.57			
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
72	71	17	9					169	4	90
71	17	9	2					99	3	60
17	9	2	2					30	2	22
9	2	2	2					15	1	15

HDV	90
PCI	10
CLASIFICACIÓN FALLADO	




Depresión- Agregado Pulido.

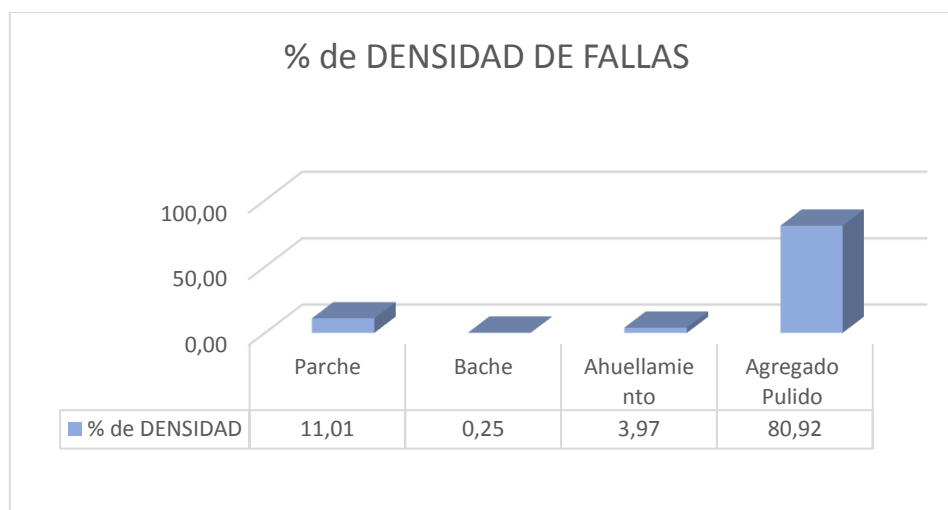


Fisuras - Intemperismo.

PCI. Tramo 8 Adicional.

 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1867		UNIVERSIDAD DE CUENCA						
		EVALUACIÓN DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI)						
		Vía:	AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.					
Evaluado por:	Diana Garcés V.	PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA				Área de		
Fecha:	13 de Enero del 2017	Abscisa inicial:	19 + 950	Abscisa final:	19 + 993	317.475	m2	
TIPOS DE FALLAS								
1	Piel de cocodrilo	m2	10	Fisuras Longit. y/o trans.	m			
2	Exudación	m2	11	Parche		m2		
3	Fisuramiento en bloque	m2	12	Agregado Pulido		m2		
4	Desniveles Localizados	m2	13	Baches		Unidad		
5	Corrugación	m2	14	Cruce de ferrocarril		m2		
6	Depresión	m2	15	Surco en Huella (Ahuellamiento)		m2		
7	Fisuramiento en borde	m2	16	Desplazamiento		m2		
8	Fisuramiento de reflexión	m2	17	Fisuramiento de Resbalamiento		m2		
9	Desnivel carril/espaldón	m2	18	Hinchamiento		m2		
.			19	Desmoronamiento / Intemperismo		m2		
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES								
Falla		Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL	
Agregado pulido		m2	a	36.7	7		256.9	
Parche		m2	a	1.4	0.8		1.12	
Parche		m2	a	1.5	0.3		0.45	
Parche		m2	a	2.7	0.6		1.62	
Parche		m2	a	12.7	2.5		31.75	
Bache		2	Unidad	m	0.8	0.5	0.8	
Ahuellamiento		m2	b	42	0.3		12.6	
VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
Falla		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
Parche		m2	a	34.94	11.01	72	154	4
Bache		Unidad	a	0.8	0.25	31		
Ahuellamiento		m2	m	12.6	3.97	33		
Agregado Pulido		m2	a	256.9	80.92	18		
							m	3.57
CALCULO DEL PCI								
VALORES DEDUCIDOS						CDT	Q	CDV
72	33	31	18			154	4	84
33	31	18	2			84	3	54
31	18	2	2			53	2	39
18	2	2	2			24	1	29

HDV	84
PCI	16
CLASIFICACIÓN	
MUY MALO	




Parces- Baches- Agregado Pulido.




Ahuellamiento.




Anexo 8: Conteos volumétricos de tráfico.

		UNIVERSIDAD DE CUENCA																		
 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1887		CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO.																		
		Via: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.																		
Fecha:		01 de Abril del 2017		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA																
Sentido de Tráfico		Azogues - Cojitambo								Cojitambo - Azogues										
Hora		Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP	Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP	
		Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Camiones				
7:00:00	7:05:00		8	2				10		0,88		12	1				13		0,80	
7:05:00	7:10:00		10		2			12			1	11					12			
7:10:00	7:15:00		7					7	29		1	14	1				16	41		
7:15:00	7:20:00		5	2				7	26			6					6	34		
7:20:00	7:25:00		6					6	20		1	8	1	1			11	33		
7:25:00	7:30:00		9					9	22			12	1				13	30		
7:30:00	7:35:00		5	2	1			8	23			10					10	34		
7:35:00	7:40:00	1	7		1			9	26			13					13	36		
7:40:00	7:45:00		10		1			11	28			10	2				12	35		
7:45:00	7:50:00		8	2				10	30		1	11					12	37		
7:50:00	7:55:00		9					9	30		5	1				6	30			
7:55:00	8:00:00		7	1				8	27		7					7	25			
8:00:00	8:05:00		6	1	1			8	25	0,91	1	5	1				7	20	0,79	
8:05:00	8:10:00		10					10	26			7						7		21
8:10:00	8:15:00		12	1				13	31			7	1				8	22		
8:15:00	8:20:00		12	1				13	36		1	6					7	22		
8:20:00	8:25:00		11					11	37			12	2				14	29		
8:25:00	8:30:00		11		1			12	36			5	1				6	27		
8:30:00	8:35:00		7	1				8	31			7					7	27		
8:35:00	8:40:00	1	11	1				13	33			9		1			10	23		
8:40:00	8:45:00		11					11	32			11	2				13	30		
8:45:00	8:50:00		10	2				12	36			8		1			9	32		
8:50:00	8:55:00		10					10	33		6		1			7	29			
8:55:00	9:00:00	1	12	1				14	36		5	1				6	22			
9:00:00	9:05:00		9					9	33	0,86		7					7	20	0,84	
9:05:00	9:10:00		11	1				12	35			7	1				8	21		
9:10:00	9:15:00	1	10	1				12	33		1	6					7	22		
9:15:00	9:20:00		6					6	30			12	2				14	29		
9:20:00	9:25:00		10		1			11	29			5	1				6	27		
9:25:00	9:30:00		15	1				16	33			7					7	27		
9:30:00	9:35:00		10	1				11	38			9		1			10	23		
9:35:00	9:40:00		12					12	39			11	2				13	30		
9:40:00	9:45:00		10	2				12	35			8		1			9	32		
9:45:00	9:50:00		10					10	34			6		1			7	29		
9:50:00	9:55:00	1	12					13	35		5	1				6	22			
9:55:00	10:00:00		8	2				10	33		12	1				13	26			
10:00:00	10:05:00		18		2			20	43	0,80	1	11					12	31	0,84	
10:05:00	10:10:00		7					7	37		1	14	1				16	41		
10:10:00	10:15:00		5	2				7	34			6					6	34		
10:15:00	10:20:00		4					4	18		1	8	1				10	32		
10:20:00	10:25:00		13					13	24			12	1				13	29		
10:25:00	10:30:00		5	2	1			8	25			10					10	33		
10:30:00	10:35:00	1	10		1			12	33			13					13	36		
10:35:00	10:40:00		15		1			16	36			10	2				12	35		
10:40:00	10:45:00		8	2				10	38		1	11					12	37		
10:45:00	10:50:00		9					9	35			5	1				6	30		
10:50:00	10:55:00		7	1				8	27		7					7	25			
10:55:00	11:00:00		6	1	1			8	25	1	5	1				7	20			




 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>		UNIVERSIDAD DE CUENCA																	
		CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO.																	
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.																	
Fecha:		01 de Abril del 2017		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTICA															
Sentido de Tráfico		Azogues - Cojitambo								Cojitambo - Azogues									
Hora		Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP	Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP
		Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Camiones			
11:00:00	11:05:00		9					9	25	0,89		7				7	21	0,80	
11:05:00	11:10:00		12	1				13	30			7	1				8		22
11:10:00	11:15:00		12	1				13	35		1	6					7		22
11:15:00	11:20:00		6					6	32			12	2				14		29
11:20:00	11:25:00		11			1		12	31			5	1				6		27
11:25:00	11:30:00		7	1				8	26			7					7		27
11:30:00	11:35:00	1	11	1				13	33			9		1			10		23
11:35:00	11:40:00		12					12	33			11	2				13		30
11:40:00	11:45:00		10	2				12	37			8		1			9		32
11:45:00	11:50:00		10					10	34			6		1			7		29
11:50:00	11:55:00	1	12	1				14	36		5	1				6	22		
11:55:00	12:00:00		7	1	1			9	33	1	7	1				9	22		
12:00:00	12:05:00	1	15		1			17	40	0,85		7	1	1		9	24	0,76	
12:05:00	12:10:00		9	1				10	36			6		1			7		25
12:10:00	12:15:00		10	1	1			12	39			7					7		23
12:15:00	12:20:00		13		1			14	36		1	6	1				8		22
12:20:00	12:25:00		7		1			8	34			8	1				9		24
12:25:00	12:30:00		18	2				20	42			4					4		21
12:30:00	12:35:00		18					18	46			19	1				20		33
12:35:00	12:40:00		9	1	1			11	49			4	2				6		30
12:40:00	12:45:00		16	1	1			18	47			11		1			12		38
12:45:00	12:50:00		15					15	44			7					7		25
12:50:00	12:55:00		11	1				12	45		12	1				13	32		
12:55:00	13:00:00		10	1				11	38		12	1	1			14	34		
13:00:00	13:05:00	1	11					12	35	0,81		7	1			8	35	0,87	
13:05:00	13:10:00		12					12	35			9		1			10		32
13:10:00	13:15:00	1	10	2				13	37			7					7		25
13:15:00	13:20:00		10					10	35			9	2	1			12		29
13:20:00	13:25:00		20					20	43			12	1				13		32
13:25:00	13:30:00		16	2				18	48			11					11		36
13:30:00	13:35:00		15					15	53			9	1	1			11		35
13:35:00	13:40:00		14					14	47			10	1				11		33
13:40:00	13:45:00		8	1				9	38			12					12		34
13:45:00	13:50:00		15	1	1			17	40			14					14		37
13:50:00	13:55:00	1	16		2			19	45		11					11	37		
13:55:00	14:00:00		11	1	1			13	49		5	3	1			9	34		
14:00:00	14:05:00		11	1				12	44	0,83		13				13	33	0,80	
14:05:00	14:10:00	1	11					12	37			13		1			14		36
14:10:00	14:15:00	1	10	2				13	37		1	10	1				12		39
14:15:00	14:20:00		13		1			14	39		1	4	1				6		32
14:20:00	14:25:00		12	1				13	40			6	1				7		25
14:25:00	14:30:00		10	1				11	38			9					9		22
14:30:00	14:35:00		11					11	35			4	1				5		21
14:35:00	14:40:00		13		3			16	38			10	2	1			13		27
14:40:00	14:45:00		19	1				20	47		1	11					12		30
14:45:00	14:50:00		10	1				11	47			12					12		37
14:50:00	14:55:00		9	1				10	41		10	1				11	35		
14:55:00	15:00:00		12	1				13	34		16	2				18	41		



 UNIVERSIDAD DE CUENCA <small>desde 1867</small>		UNIVERSIDAD DE CUENCA																	
		CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO.																	
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.																	
Fecha:		01 de Abril del 2017		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTIC A															
Sentido de Tráfico		Azogues - Cojitambo								Cojitambo - Azogues									
Hora		Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP	Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP
		Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Camiones			
15:00:00	15:05:00		11	1				12	35	0,86		15				15	44	0,78	
15:05:00	15:10:00	1	8					9	34			6					6		39
15:10:00	15:15:00		10	1				11	32			11	1				12		33
15:15:00	15:20:00		10					10	30			5	1				6		24
15:20:00	15:25:00		10	1				11	32			11					11		29
15:25:00	15:30:00		13	1				14	35			5					5		22
15:30:00	15:35:00		12		1			13	38			11					11		27
15:35:00	15:40:00		10					10	37			1	9	2			12		28
15:40:00	15:45:00		13	2				15	38				15				15		38
15:45:00	15:50:00		12					12	37				12				12		39
15:50:00	15:55:00		16					16	43			1	6				7		34
15:55:00	16:00:00		14	1				15	43				9	1			10		29
16:00:00	16:05:00	1	11	1	1			14	45	0,89		8	1			9	26	0,83	
16:05:00	16:10:00		1					1	30			8		1			9		28
16:10:00	16:15:00	1	9	2				12	27			7					7		25
16:15:00	16:20:00		9					9	22			8	2	1			11		27
16:20:00	16:25:00		10					10	31			11	1				12		30
16:25:00	16:30:00		12	2				14	33			10					10		33
16:30:00	16:35:00		7					7	31			9		1			10		32
16:35:00	16:40:00		12					12	33			10	2				12		32
16:40:00	16:45:00		8	2				10	29			12					12		34
16:45:00	16:50:00		10		1			11	33			14					14		38
16:50:00	16:55:00	1	10					11	32			11	1				12		38
16:55:00	17:00:00		11	1	1			13	35			6	1	1			8		34
17:00:00	17:05:00		11	1				12	36	0,92		9				9	29	0,83	
17:05:00	17:10:00	1	10					11	36			10		1			11		28
17:10:00	17:15:00	1	10	2				13	36		1	10					11		31
17:15:00	17:20:00		9		1			10	34		1	6	1				8		30
17:20:00	17:25:00		9					9	32			6	1				7		26
17:25:00	17:30:00		10	2				12	31			9					9		24
17:30:00	17:35:00		11					11	32			5	1				6		22
17:35:00	17:40:00		11		1			12	35			10	2	1			13		28
17:40:00	17:45:00		9	1				10	33		1	11					12		31
17:45:00	17:50:00		10	1				11	33			12					12		37
17:50:00	17:55:00		9					9	30			10	1				11		35
17:55:00	18:00:00		11	1				12	32			12	2				14		37
18:00:00	18:05:00		10	1				11	32	0,89		9				9	34	0,87	
18:05:00	18:10:00	1	8					9	32			9		1			10		33
18:10:00	18:15:00		10	2				12	32			11	1				12		31
18:15:00	18:20:00		10		1			11	32			10	1				11		33
18:20:00	18:25:00		8					8	31			11	1				12		35
18:25:00	18:30:00		12	1				13	32			8					8		31
18:30:00	18:35:00		12	1	1			14	35			7		1			8		28
18:35:00	18:40:00		10					10	37		1	9	1				11		27
18:40:00	18:45:00		9	2				11	35			10		1			11		30
18:45:00	18:50:00		12					12	33			10					10		32
18:50:00	18:55:00		10		1			11	34		1	8	1				10		31
18:55:00	19:00:00		9	1				10	33			9	1				10		30
Totales		21	1.502	96	39	-	-			0,80	25	1.291	91	29	-	-		0,76	



 UNIVERSIDAD DE CUENCA desde 1887		UNIVERSIDAD DE CUENCA																			
		CONTEO DE TRÁFICO VOLUMETRICO.																			
		Vía: AZOGUES - COJITAMBO - DELEG - LA RAYA.																			
Fecha:		12 de Abril del 2017		PAVIMENTO FLEXIBLE. CARPETA ASFÁLTIC A																	
Sentido de Tráfico		Azogues - Cojitambo																			
Hora		Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP	Livianos		Pesados				TOTAL	Tráfico. (15 min)	FHP		
		Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas				Bicicletas y Motos	Autos y Busetas	Buses	Camiones	Camiones	Volquetas					
10:00:00	10:05:00		6		1			7		0,90	1	5				1	7		0,93		
10:05:00	10:10:00		5	1				6			1	4	2				7				
10:10:00	10:15:00		4	1				5	18				4		1		5	19			
10:15:00	10:20:00		4	1	1		1	7	18		1	5					6	18			
10:20:00	10:25:00		7					7	19				7	2	1		10	21			
10:25:00	10:30:00		5	2	1			8	22				5				5	21			
10:30:00	10:35:00	1	5					6	21				5		1		6	21			
10:35:00	10:40:00		6	1	1			8	22				4	2			6	17			
10:40:00	10:45:00		5	1				6	20		1	6					7	19			
10:45:00	10:50:00		6					6	20				4				4	17			
10:50:00	10:55:00		3		1	1		5	17			4	1	1	1	7	18				
10:55:00	11:00:00		5	2	1			8	19	1	4	1	2			8	19				
11:00:00	11:05:00		6	1				7	20	0,88		6				6	21	0,83			
11:05:00	11:10:00		5	1				6	21				6	2			8		22		
11:10:00	11:15:00		8	1		1	1	11	24		1	5		1			7		21		
11:15:00	11:20:00		5		2			7	24				6		1		7		22		
11:20:00	11:25:00		6		1			7	25				5	1	1		7		21		
11:25:00	11:30:00		4	2				6	20				4	1			5		19		
11:30:00	11:35:00	1	6	1				8	21				4				4		16		
11:35:00	11:40:00		5		1			6	20				5	2	1		8		17		
11:40:00	11:45:00		4	2				6	20				6		1	1	8		20		
11:45:00	11:50:00		4		1			5	17				7		1	1	9		25		
11:50:00	11:55:00	1	7	1				9	20			5	2			7	24				
11:55:00	12:00:00		8	1	1			10	24	1	5		1			7	23				
12:00:00	12:05:00	1	7		1			9	28	0,89		6		1		1	8	22	0,89		
12:05:00	12:10:00		9	1				10	29				5	2			7	22			
12:10:00	12:15:00		10	1		1		12	31				6		1		7	22			
12:15:00	12:20:00		8		2			10	32		1	7	1				9	23			
12:20:00	12:25:00		7		1			8	30				5	1		1	7	23			
12:25:00	12:30:00		7	2				9	27				4				4	20			
12:30:00	12:35:00		8					8	25				9	1			10	21			
12:35:00	12:40:00		9	1	1			11	28				6	1			7	21			
12:40:00	12:45:00		6	1	1			8	27		1	8			1		10	27			
12:45:00	12:50:00		9					9	28				7				7	24			
12:50:00	12:55:00		10	1				11	28			8	1	1		10	27				
12:55:00	13:00:00		6	1	2			9	29			8	1	1		10	27				
13:00:00	13:05:00	1	7					8	28	0,83		8	1			9	29	0,80			
13:05:00	13:10:00		10			1		11	28				9				9		28		
13:10:00	13:15:00	1	6	2				9	28				7	1			8		26		
13:15:00	13:20:00		8					8	28				6	1			7		24		
13:20:00	13:25:00		12					12	29				5	1			6		21		
13:25:00	13:30:00	2	12	2				16	36				5				5		18		
13:30:00	13:35:00	1	10					11	39				6	1			7		18		
13:35:00	13:40:00		11		1			12	39				10	1			11		23		
13:40:00	13:45:00		8	1				9	32				12				12		30		
13:45:00	13:50:00		10	1				11	32				10				10		33		
13:50:00	13:55:00	1	11					12	32			10	1			11	33				
13:55:00	14:00:00		9	1		1		11	34			8	1	1		10	31				
Totales		10	339	34	21	5	2	411	39	0,83	9	296	32	18	4	3	362	33	0,80		

Anexo 9: Ensayos de suelos sector Quimandel.



DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE C.B.R.

PROYECTO: Estudios Vía a Cojitambo sector Quimandel

FECHA: 13-ene-2017

MUESTRA: 1

ENSAYÓ: O.Pesántez

PROFUNDIDAD: 0.50 m a 1.30 m.

		Altura caída del martillo = 18 plgs.		Numero de capas = 5	
		Molde № 4	Molde № 5	Molde № 6	
Diámetro =	0.152 m	5.984 plgs.	0.152 m	5.984 plgs.	0.15 m
Altura =	0.1160 m	4.567 plgs.	0.1140 m	4.488 plgs.	0.1120 m
Volumen =	0.002105 m³		0.002087 m³		0.002050 m³
Molde	№	4	5	6	
Golpes	№	56	25	10	

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	11.024	12.187	12.034	
Peso de molde	Kg	7.234	8.515	8.672	
Peso suelo húmedo	Kg	3.790	3.672	3.362	
Peso suelo seco	Kg	3.335	3.225	2.978	
Densidad húmeda	Kg/m³	1800	1759	1640	
Densidad Seca	Kg/m³	1584	1545	1453	
HUMEDAD	Tarro №	9	12	3	6
	Peso húmedo + recipiente	gr	91.03	91.97	92.03
	Peso seco + recipiente	gr	82.72	83.04	83.05
	Peso de agua	gr	8.31	8.93	8.98
	Peso de recipiente	gr	19.77	19.70	19.77
	Peso seco	gr	62.95	63.34	63.28
	Contenido de agua	%	13.20	14.10	14.19
Promedio	%	13.65	13.86	13.54	13.06

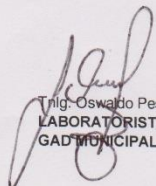
LECTURAS DE HINCHAMIENTO

Inicial		0.000	0.000	0.000
24 Horas		1.306	1.357	1.403
48 Horas		1.359	1.388	1.476
72 Horas		1.406	1.456	1.504
96 Horas		1.422	1.489	1.512
Expansión	%	30.79	32.44	34.11

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	11.583	12.855	12.861	
Peso de molde	Kg	7.234	8.515	8.672	
Peso suelo húmedo	Kg	4.349	4.340	4.189	
Peso suelo seco	Kg	3.053	2.967	2.845	
Densidad húmeda	Kg/m³	2066	2062	1990	
Densidad Seca.	Kg/m³	1450	1422	1388	
HUMEDAD	Tarro №	10	17	32	7
	Peso húmedo + recipiente	gr	50.42	41.00	44.29
	Peso seco + recipiente	gr	38.76	32.09	33.87
	Peso de agua	gr	11.66	8.91	10.42
	Peso de recipiente	gr	11.17	11.20	11.26
	Peso seco	gr	27.59	20.89	22.61
	Contenido de agua	%	42.26	42.65	46.09
Promedio	%	42.46	46.28	46.48	47.50

Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D1883-94 - AASHTO T 193-93


Ing. Oswaldo Pesántez L.
LABORATORISTA SUELOS Y ASFALTOS
GAD MUNICIPAL AZOGUES

ENSAYO DE C.B.R.

PROYECTO: Estudios Vía a Cojitambo sector Quimandel

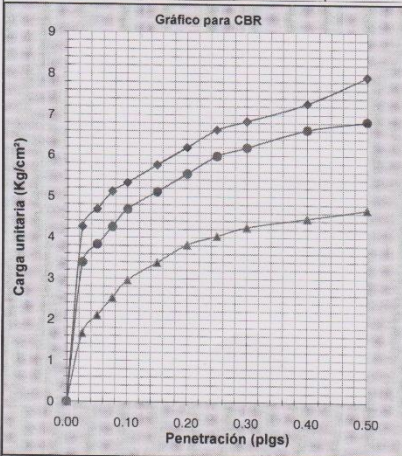
FECHA: 17-ene-2017

MUESTRA: 1

ENSAYÓ: O. Pesántez

PROFUNDIDAD: 0.50 m a 1.30 m.

Molde No	4	5	6	4	5	6
Nº Golpes por capa	56	25	10	56	25	10
Penetración (mm)	Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
0.0	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	190	151	86.27	68.77	33.78
1.27	0.05	209	171	95.01	77.52	42.53
1.91	0.075	228	190	103.76	86.27	51.28
2.54	0.10	238	209	108.13	95.01	60.02
3.81	0.15	257	228	116.88	103.76	68.77
5.08	0.20	276	248	125.63	112.51	77.52
6.35	0.25	296	267	134.38	121.26	81.89
7.62	0.30	305	276	138.75	125.63	86.27
10.2	0.40	324	296	147.50	134.38	90.64
12.7	0.50	353	305	160.62	138.75	95.01
Penetración (mm)	Carga Unitaria en Lb/plg2			Carga Unitaria en Kg/cm2		
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	0.025	60.41	48.16	4.26	3.39	1.67
1.27	0.05	66.54	54.28	4.69	3.82	2.10
1.91	0.075	72.66	60.41	5.12	4.26	2.53
2.54	0.10	75.72	66.54	5.34	4.69	2.96
3.81	0.15	81.85	72.66	5.77	5.12	3.39
5.08	0.20	87.98	78.79	6.20	5.55	3.82
6.35	0.25	94.10	84.91	6.63	5.98	4.04
7.62	0.30	97.16	87.98	6.85	6.20	4.26
10.2	0.40	103.29	94.10	7.28	6.63	4.47
12.7	0.50	112.48	97.16	7.92	6.85	4.69



C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm2)	5.34
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R. (%)	7.57
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm2)	4.69
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R. (%)	6.65
Nº Golpes	10
Carga Unitaria (Kg/cm2)	2.96
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm2)	70.45
C.B.R. (%)	4.20

Observaciones:
Normas de Referencia:
ASTM D1883-94
AASHTO T 193-93

[Signature]
Mig. Oswaldo Pesántez L.
LABORATORISTA SUELOS Y ASFALTOS
GAD MUNICIPAL AZOGUES

AZOGUES
Alcaldía de puertas abiertas

DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO DE C.B.R.
RESUMEN

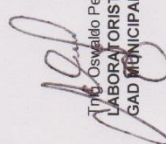
FECHA: 18-ene-2017
ENSAYO: O. Pesántez

PROYECTO: Estudios Vía a Cojiambo sector Quimandel
MUESTRA: 1
PROFUNDIDAD: 0.50 m a 1.30 m.

Nº Golpes	Densidad Kg/m ³	Carga Unitaria Kg/cm ²		Carga Unitaria Patrón Kg/cm ²		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1584	5.34	6.20	70.45	105.68	7.57	5.87	30.79
25	1545	4.69	5.55	70.45	105.68	6.65	5.25	32.44
10	1453	2.96	3.62	70.45	105.68	4.20	3.62	34.11

RESULTADOS	
Densidad seca Máxima	= 1675 Kg/m ³
95% de Densidad seca Máxima	= 1592 Kg/m ³
Humedad óptima	= 13.37 %
CBR al 100% para 0.10"	= 7.6 %
CBR al 95% para 0.10"	= 6.7 %
Expansión	= 32.44 %

Observaciones: Normas de Referencia: AASHTO T 193-93 ; ASTM D 1883-94


Tino Osvaldo Pesántez L.
LABORATORISTA SUELOS Y ASFALTOS
GAD MUNICIPAL AZOGUES

Anexo 10: Cuadro INAMHI. Región Paute- Cuenca.

58 Anuario Meteorológico Nº 52-2012

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

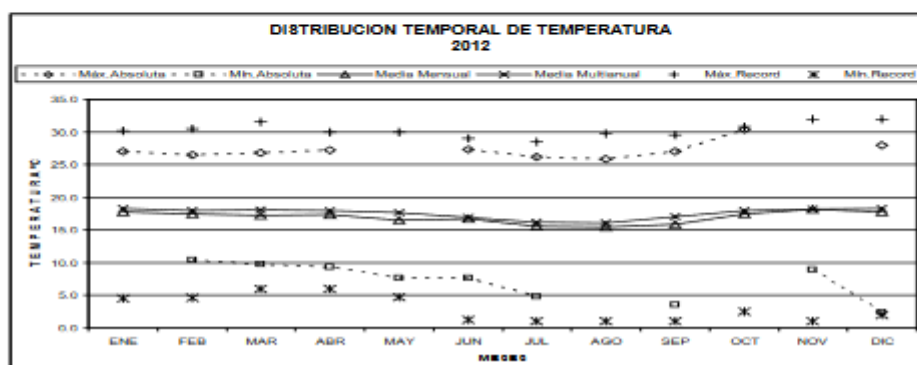
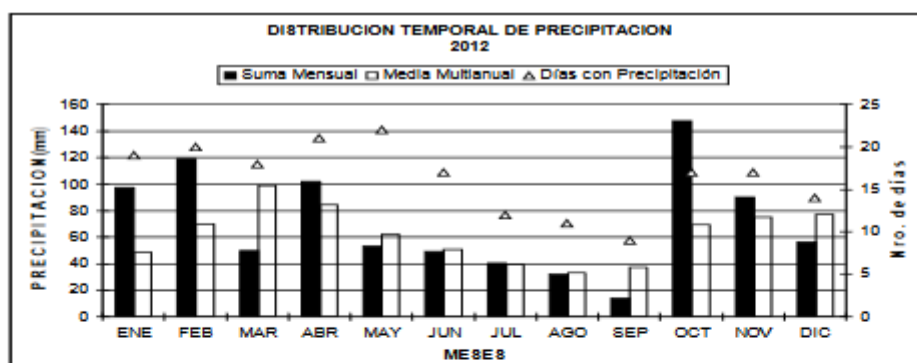
M0138

PAUTE

INAMHI

MES	HELIOPANA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCÍO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACIÓN (mm)		Número de días con precipitación			
		ABSOLUTAS		MEDIAS				Máxima día		Mínima día				Suma Mensual	Máxima en 24hrs. día				
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mensual								
ENERO		27.0	12	24.9	12.5	17.8					83	14.7	16.8	97.6	20.5	5	19		
FEBRERO		26.5	13	10.4	21	24.3	12.7	17.4			85	14.7	16.9	118.9	23.4	18	20		
MARZO		26.8	24	9.8	7	23.7	12.5	17.2			86	14.6	16.7	49.8	17.1	19	18		
ABRIL		27.2	11	9.4	4	24.4	12.6	17.3			90	15.4	17.7	102.0	18.0	22	21		
MAYO		7.7	24	22.8	11.8	16.5			100	12	53	23	87	14.1	16.2	53.3	8.7	28	22
JUNIO		27.3	17	7.7	11	23.3	11.4	16.7			86	14.1	16.3	49.4	10.5	23	17		
JULIO		26.2	12	4.8	24	22.7	9.8	15.8	100	1	48	21	85	13.0	15.2	40.8	8.5	17	12
AGOSTO		25.9	3			22.8	8.3	15.4			79	11.3	13.7	32.2	7.8	28	11		
SEPTIEMBRE		27.0	20	3.6	17	23.2	9.2	15.9	100	4	49	17	79	11.9	14.1	14.2	6.0	8	9
OCTUBRE		30.4	3			25.4	11.8	17.4			81	13.8	15.8	147.8	72.7	11	17		
NOVIEMBRE			8.9	1		25.5	12.3	18.2	100	8	48	22	80	14.4	16.4	90.1	24.1	10	17
DICIEMBRE		28.0	3	2.4	7	25.3	9.5	17.8	99	26	47	15	78	13.5	15.7	56.5	15.2	21	14
VALOR ANUAL						24.0	11.2	16.9			83	13.8	16.0	852.4	72.7				

MES	EVAPORACIÓN (mm)		NUBOSIDAD MEDIA (Octas)	VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												CALMA %	V.Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	V.Mayor Observada (m/s)				
	Suma Mensual	Máxima en 24hrs. día		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	N	NE	E	SE								
ENERO			6	1.7	8	2.4	42	1.2	13	1.3	8	2.0	1	0.0	0	0.0	3.0	1	28	93	4.0	NE	
FEBRERO			6	1.3	3	2.1	38	1.4	20	2.1	12	0.0	0	1.0	1	0.0	2.5	2	24	87	4.0	NE	
MARZO			6	0.0	0	2.8	48	2.3	9	2.2	11	0.0	0	3.5	2	0.0	1.7	3	29	93	4.0	NE	
ABRIL			5	1.0	1	2.1	39	1.9	11	1.9	11	0.0	0	2.0	1	0.0	3.0	2	34	90	4.0	SE	
MAYO			5	1.8	4	2.3	44	1.8	14	2.0	3	0.0	0	2.5	2	0.0	2.8	4	28	93	4.0	NE	
JUNIO			5	1.0	1	2.2	43	1.2	14	1.8	6	0.0	0	0.0	0	0.0	2.5	2	33	90	4.0	NW	
JULIO			6	1.3	7	2.2	32	1.0	4	1.7	3	1.0	1	0.0	0	0.0	3.5	2	51	93	4.0	NE	
AGOSTO			5																				
SEPTIEMBRE			6	1.3	3	2.9	38	1.2	11	2.0	1	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	47	90	5.0	NE
OCTUBRE			6																				
NOVIEMBRE			6	1.0	6	3.3	26	1.4	6	3.0	3	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	60	90	4.0	SE
DICIEMBRE			6	1.0	1	2.2	34	0.0	0	2.5	2	0.0	0	1.8	4	0.0	2.5	4	54	93	4.0	NE	
VALOR ANUAL			6																				



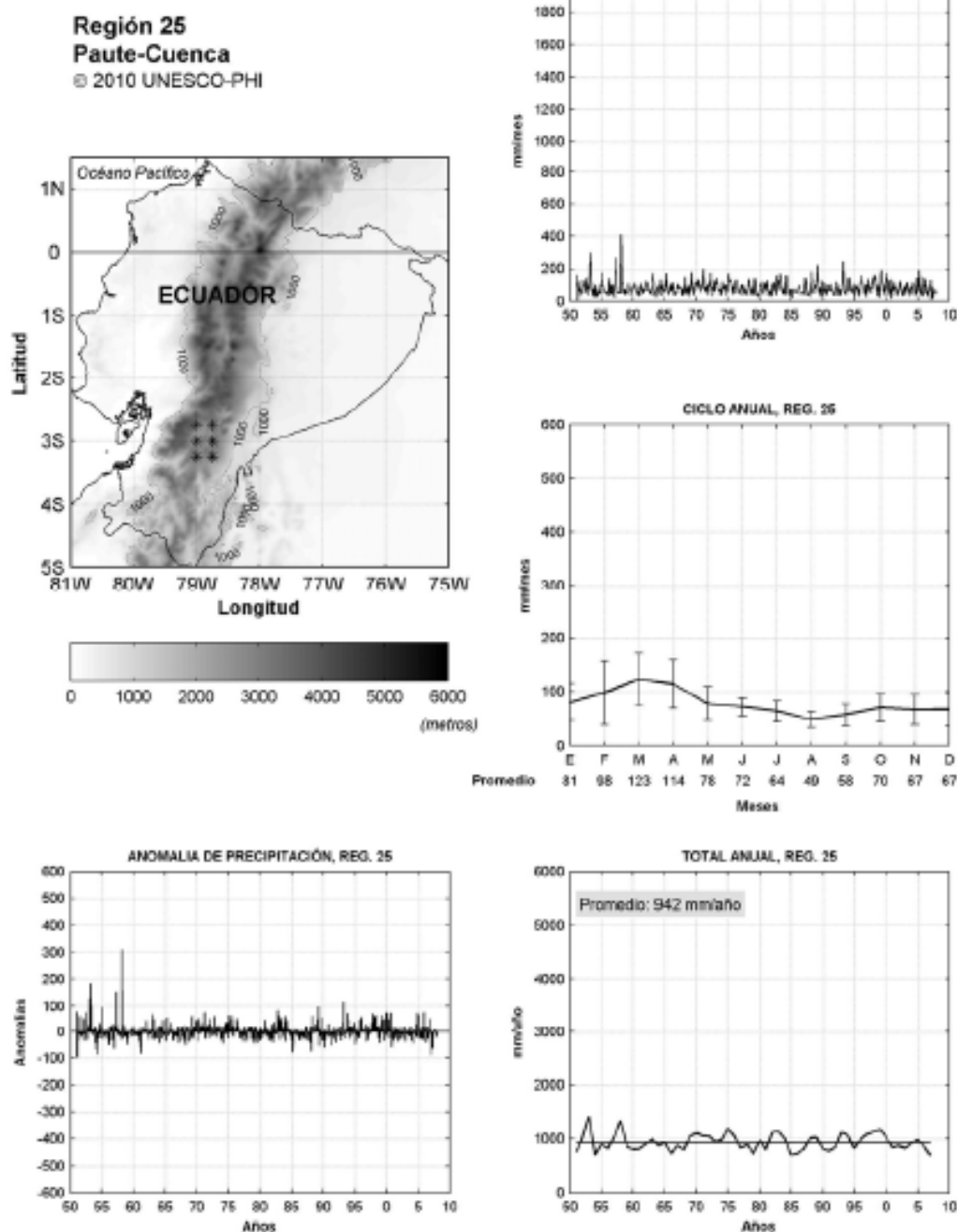


Figura C25. Región 25 (Paute-Cuenca): Ubicación de los puntos de grilla correspondientes a la región indicada, la cual es marcada con símbolos de asteriscos. Registro mensual de la precipitación (período 1951-2007), ciclo anual (reportado con una barra de error igual a una desviación estándar), total anual y anomalía mensual de precipitación.