

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN VIAL EN ALGUNOS
TRAMOS DE VIA PARA EL MANTENIMIENTO Y RECUPERACIÓN DE LA
MALLA VIAL EN CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA.**

Autores:

CARLOS MARIO CRUZ ARIAS

ELOY EDUARDO PALACIOS RAMÍREZ

ASESOR TEMÁTICO:

FERNANDO MAURICIO UPEGUI RIVILLAS.

ASESOR METODOLÓGICO:

KLARA BARRETO

ESPECIALIZACIÓN VIAS Y TRANSPORTE

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

2012

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	ii
LISTADO DE FIGURAS	iv
LISTADO DE TABLAS	v
INTRODUCCION	1
1. ANTEPROYECTO.....	2
1.1. JUSTIFICACION.....	2
1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. ANTECEDENTES	3
1.2.2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	3
1.2.3. ALCANCE.....	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
2. EVALUCION DE PAVIMENTOS	6
2.1. PAVIMENTO.....	6
2.1.1. CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS.....	6
2.1.2. SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS.....	8
2.1.3. CURVA DE COMPROTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS	10
2.2. DAÑOS DEL PAVIMENTO	11
2.2.1. CLASIFICACION DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO	12
2.2.2. IMPORTANCIA DE LA CLASE DE DAÑO	14
2.3. TIPOS DE EVALUACION DE PAVIMENTO	17
2.4. VIZIR	18
2.4.1. CLASIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS DAÑOS.	21
2.4.2. DETERMINACION DEL INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS).	22
2.4.3. JUICIO SOBRE LA CAPACIDAD DEL PAVIMENTO.....	23
3. SISTEMA DE GESTION VIAL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA.....	26
3.1. SELECCIÓN DE TRAMOS DE ESTUDIO.....	27
3.2. INVENTARIO DE LA RED VIAL.....	28
3.2.1. TRAMO 1 CALLE 80 ENTRE LA CRA 50 Y CRA 55.....	28
3.2.2. TRAMO 2 CALLE 80 ENTRE LA CRA 55 Y CRA 59.....	29

3.3.	INVENTARIO DE DETERIORO DEL PAVIMENTO	30
3.3.1.	PERSONAL Y HERRAMIENTAS.....	30
3.3.2.	METODOLOGÍA.....	32
3.3.3.	DAÑOS REPRESENTATIVOS EN LOS TRAMOS DE ESTUDIOS	34
3.4.	METODOLOGIA VIZIR.	36
3.4.1.	DETERMINACION DEL INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS).....	36
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
4.1.	CONCLUSIONES	45
4.2.	RECOMENDACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE LA MALLA VIAL.....	47
	BIBLIOGRAFÍA.....	50
	ANEXO 1 - FORMATO B1. REGISTRO DE CAMPO. INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFALTICO DE CARRETERA PARA EL TRAMO 1	51
	ANEXO 2 - FORMATO B1. REGISTRO DE CAMPO. INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFALTICO DE CARRETERA PARA EL TRAMO 2	52

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. SECCIÓN DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE.....	7
FIGURA 2. SECCIÓN DE UN PAVIMENTO RÍGIDO.....	7
FIGURA 3. SECCIÓN DE UN PAVIMENTO ARTICULADO.	8
FIGURA 4. CURVA DE COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS.	10
FIGURA 5 ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL IS.....	24
FIGURA 6. LOCALIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE ESTUDIO.....	28
FIGURA 7. HERRAMIENTAS PARA EL INVENTARIO DE DAÑOS.....	31
FIGURA 8. ABSCISA K0+020 DEL TRAMO 1.	32
FIGURA 9. FORMATO B1 REGISTRO DE CAMPO.	33
FIGURA 10. MEDICIÓN DEL DETERIORO.....	34
FIGURA 11. TIPOS DE DAÑOS MÁS FRECUENTES.	3540
FIGURA 12. PLANO EVALUACIÓN DEL DAÑO PARA EL TRAMO 1 Y TRAMO 2	44
FIGURA 13. HECTÓMETRO DE PAVIMENTO CON 237 METROS DE FISURAS	4454

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. ESCALA DE CALIFICACIÓN DE LA SERVICIABILIDAD SEGÚN AASHO.....	94
TABLA 2 CAUSAS Y SOLUCIONES A LOS DAÑOS MÁS FRECUENTES.....	20
TABLA 3 NIVELES DE GRAVEDAD DE LOS DETERIOROS DE TIPO A	24
TABLA 4 NIVELES DE GRAVEDAD DE LOS DETERIOROS DE TIPO B	205
TABLA 5 RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL VIZIR	238
TABLA 6 AGRUPACIÓN DEL IS EN CATEGORÍAS COMO VARIABLE CUALITATIVA (CONDICIÓN DEL PAVIMENTO SEGÚN EL INVENTARIO).....	372
TABLA 7. FORMATO B2 RESUMEN DE DETERIOROS TIPO A PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS PARA TRAMO 1.....	383
TABLA 8. FORMATO B2 RESUMEN DE DETERIOROS TIPO A PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS PARA TRAMO 2.....	384
TABLA 9.FORMATO B3 RESUMEN DE DETERIOROS TIPO B PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS PARA TRAMO 1.....	405
TABLA 10. FORMATO B3 RESUMEN DE DETERIOROS TIPO B PARA PAVIMENTOS ASFALTICOS PARA TRAMO 2.....	416
TABLA 11. RESUMEN CALCULO ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL IS PARA EL TRAMO 1.....	417
TABLA 12. RESUMEN CALCULO ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL IS PARA EL TRAMO 2.....	438
TABLA 13. RESULTADO ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL PARA EL TRAMO 1.	461
TABLA 14. RESULTADO ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL PARA EL TRAMO 2.....	461

INTRODUCCION

El municipio de La Estrella está localizado al sur del valle del aburra sobre la margen occidental del rio Medellín y es uno de los diez municipios que conforman el valle del aburrá. La Estrella tradicionalmente ha sido una zona de recreo y de producción agrícola y ganadera, que durante el paso de los años ha sufrido gran desarrollo gracias a la autopista sur lo cual ha generado la construcción de grandes centros poblados y de residencias campestres aumentado así la demanda de transporte y mejor movilidad en el municipio.

Con el progreso que ha tenido La Estrella en los últimos años se ha aumentado el parque automotor por lo cual se hace cada vez más importante tanto para la administración municipal como para sus habitantes preservar y mejorar la malla vial, es por esto que el presente trabajo pretende mostrar un método de cuantificación del deterioro superficial existente en algunas calles del municipio como un componente primordial para la futura implementación de un sistema de gestión de pavimentos que pueda ser aplicado a todo el municipio y así poder ejecutar políticas de intervención y mantenimiento adecuadas.

Mediante un sistema de gestión de pavimentos se puede proyectar a futuro el estado de un pavimento pero para esto se debe contar con una cuantificación y cualificación precisa de la condición actual para que dicha proyección sea confiable, es por esto que uno de sus primeros y más importantes componentes es conocer el estado de deterioro actual de la vía ya que esta información es la que determina que futuras investigaciones se deben realizar para obtener la información necesaria sobre el pavimento que se está evaluando.

Existen varias metodologías en el mundo para cuantificar el estado actual de un pavimento se ha decidido aplicar la metodología VIZIR debido a que ha tenido gran aceptación en países en vía de desarrollo en zonas tropicales y la cual hace parte de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS.

1. ANTEPROYECTO

1.1. JUSTIFICACION

En la actualidad para las grandes y pequeñas ciudades es importante ofrecer una malla vial de gran calidad, debido a la parte económica y el ahorro de tiempos y costos de operación de los vehículos los cuales traen beneficios al usuario final.

Se hace necesario crear una cultura en cuanto a mantenimiento y rehabilitación de las mallas viales de los municipios, porque dependiendo del tipo de mantenimiento, frecuencia y metodología empleada para esto se podrá ofrecer un mejor servicio, acorde a las necesidades de movilidad que presenta la población.

El nivel de tráfico del municipio de La Estrella está en aumento, se le suma que la mayoría de la superficie de rodadura de las vías urbanas se encuentra en deterioro, debido al escaso mantenimiento y/o rehabilitación que se les ha dado, el estado en que se encuentran afecta en gran medida la movilidad en estos sectores, causando inconformismo en los usuarios de estas vías lo cual lo han manifestado a la administración municipal.

Con este proyecto se desea contribuir con la optimización de los recursos en el municipio de La Estrella por medio de la evaluación del estado de deterioro actual de la vías en el casco urbano de este municipio mediante la identificación de las vías que según su estado actual y jerarquía requieran de una pronta intervención que evite o minimice un traumatismo en la movilidad del municipio.

1.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

1.2.1. ANTECEDENTES

La malla vial urbana ha sido objeto de mantenimiento y reparaciones en varias ocasiones, mediante la realización de parcheos y rehabilitación de las carpetas asfálticas, priorizadas estas intervenciones por solicitud de las comunidades, sin tener en cuenta otros factores como es el tráfico, y el mismo estado de las otras vías. Lo cual hace que se realicen intervenciones en algunas vías que serían menos prioritarias si se cruzaran variables como el tráfico, jerarquía de la vía, estado actual y comunidad atendida.

Los vehículos particulares han presentado un gran aumento y representan una cifra significativa para el parque automotor. El 15,62% de la población correspondiente al estrato 1, tiene 1 auto por cada 125 habitantes, el 34,67% referente al estrato 2, posee en promedio 1 auto cada 50 habitantes, el 48,99% referido al estrato 3, cuenta con 1 auto en promedio cada 17 habitantes, el 00,72% correspondiente al estrato 4, en promedio hay 1 auto cada 7 Habitantes, además en el sector del transporte público existe una oferta importante de vehículos propiedad de particulares y también del sistema de transporte METRO, los cuales cuentan con rutas asignadas. Lo cual hace que los problemas de transporte y movilidad hayan aumentado en los últimos años en gran parte conllevando a un deterioro más acelerado a las en las vías.¹

1.2.2. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Uno de los principales objetivo de las Administraciones Municipales, es optimizar la inversión de los recursos limitados que estos poseen, frente a las grandes necesidades de sus habitantes para mejorar la calidad de vida de estos, desde las

¹ Plan básico de ordenamiento territorial del municipio de la Estrella.,

líneas estratégicas de los Planes de Desarrollo Municipal que están en armonía con el PBOT del municipio.

El gran deterioro de la malla vía en el casco urbano del municipio de La Estrella, y los recursos limitados para inversión en la red vial municipal han despertado la necesidad de realizar un sistema de gestión vial, que permita la identificación y priorización de las vías que requieran de una pronta inversión para proporcionarle a los usuarios un mejor servicio frente a la movilidad del municipio y contribuir con el cumplimiento del Plan de Desarrollo Municipal

1.2.3. ALCANCE

El trabajo pretende ser un modelo a menor escala para la implementación de un sistema de gestión de pavimentos para el municipio de la estrella con el fin de mantener la malla vial del municipio en condiciones aceptable para circulación vehicular.

El desarrollo del trabajo será mediante el inventario manual e inspección visual de la superficie de pavimento flexible teniendo en cuenta los deterioros que se encuentren en los tramos seleccionados, registrándolos en los formatos que se emplea en la metodología del VIZIR, se seleccionaron dos tramos a ser evaluados los cuales son tramo 1: la calle 80 entre la cra 50 y cra 55 y tramo 2: la calle 80 entre cra 55 y cra 59, y poder identificar el tipo de tratamiento que requieren dichos tramos con el fin de restablecer su serviciabilidad.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Implementar el modelo del sistema de gestión vial para la calle 80 entre la carrera 50 y la carrera 59 del municipio de La Estrella mediante la metodología VIZIR.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ejecutar el inventario de la red vial y el inventario de los deterioros del pavimento para los tramos seleccionados sobre la calle 80 entre las carreras 50 y 59 del municipio de La Estrella.
- Evaluar la severidad de los daños que se encuentran en las vías urbanas del municipio de La Estrella, sobre la calle 80 entre las carreras 50 y 59.
- Valorar el estado superficial del pavimento, establecer la condición del pavimento de acuerdo a la metodología VIZIR y posibles recomendaciones a seguir para la intervención de la malla vial.

2. EVALUCION DE PAVIMENTOS

2.1. PAVIMENTO

“Un pavimento es una estructura vial formada por una o varias capas de materiales seleccionados, capaz de resistir las cargas impuestas por el tránsito y la acción del medio ambiente y de transmitir al suelo de apoyo esfuerzos y deformaciones tolerables por éste. Desde el punto de vista estructural, un pavimento transmite en forma adecuada las cargas hacia el terreno de fundación, es decir, sin rotura de los materiales o deformaciones exageradas para la estructura”².

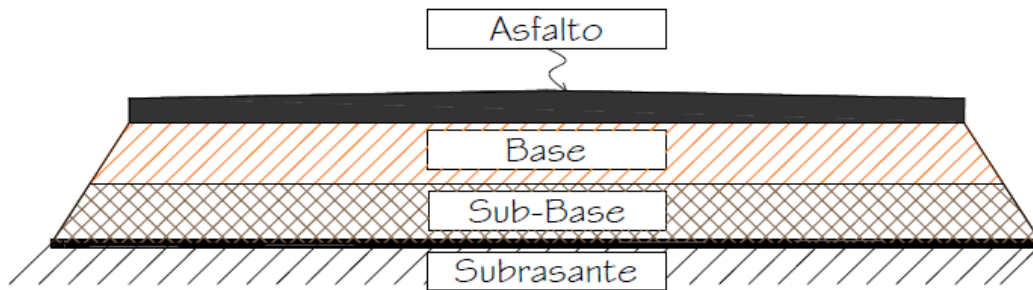
2.1.1. CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS

Es importante conocer la clasificación de los pavimentos, para poderlos distinguir entre ellos y lograr llevar a cabo un proceso de evaluación adecuado.

- **Pavimentos flexibles:** están formados por una carpeta asfáltica apoyada generalmente sobre capas granulares, generalmente subbase y base, se caracterizan por que admiten grandes deformaciones sin rotura bajo la aplicación de la carga, la cual trasmite los esfuerzos a la subrasante mediante un mecanismo de disipación de tensiones, las cuales disminuyen con la profundidad . En la figura 1 se presenta un corte de la sección típica de un pavimento flexible.

²Pavimentos. División de Investigación y Asesorías Universidad de Medellín., 1997

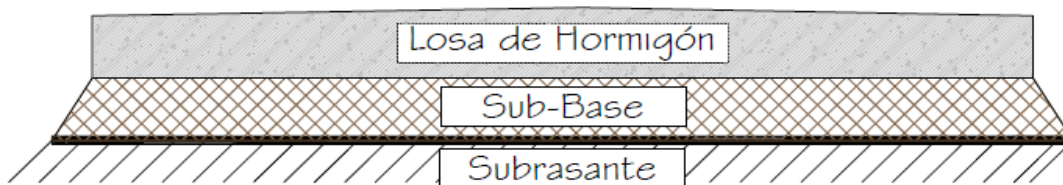
Figura 1. Sección de un pavimento flexible.



Fuente: Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja 2009. Página 4.

- **Pavimentos Rígidos:** son pavimentos en los cuales su capa superior está compuesta por una losa de cemento hidráulico, la cual se encuentra apoyada sobre una capa de material denominada base o sobre la subrasante una representación de este pavimento se observa en la figura 2. En este tipo de pavimentos se pueden distinguir algunos tipos que son: hormigón simple con juntas con o sin barras de transferencia de carga, hormigón reforzado con juntas y barras de traspaso de cargas y hormigón continuamente reforzado.

Figura 2. Sección de un pavimento rígido.

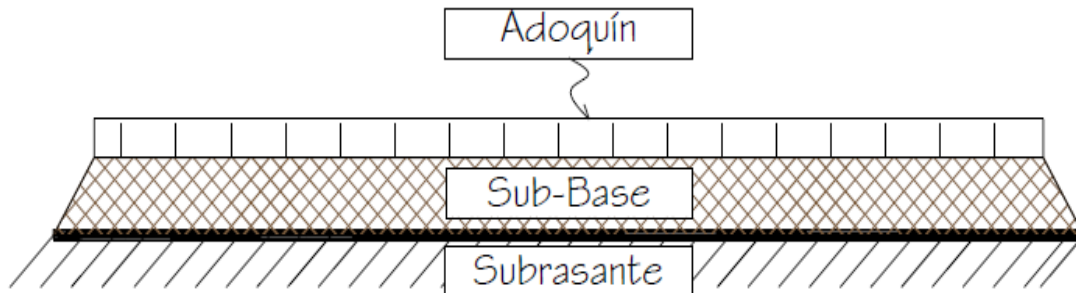


Fuente: Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja 2009. Página 4.

- **Pavimentos Articulados:** son pavimentos cuyas capas de rodadura se encuentran conformadas por bloques de concreto 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 como se observa en la figura 3.

Figura 3. Sección de un pavimento articulado.



Fuente: Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja 2009. Página 5.

2.1.2. SERVICIABILIDAD DE PAVIMENTOS

La serviciabilidad de los pavimentos, es la percepción que tienen los usuarios del nivel de servicio del pavimento. Es por ello que la opinión de ellos es la que debe ser medida para calificar la serviciabilidad.

La medición de la serviciabilidad de los pavimentos, también puede ser considerada como una evaluación de la superficie, pero hay que tener presente que esta no es una evaluación completa.

La serviciabilidad de los pavimentos ha sido representada 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, siendo 5 el valor para pavimentos con una superficie perfecta y 0 para un pavimento con una superficie en malas condiciones. En la tabla 1 se presenta la escala de calificación de la serviciabilidad según la AASHO:

Tabla 1. Escala de calificación de la serviciabilidad según AASHO.

CALIFICACION		DESCRIPCION
NUMERICA	VERBAL	
5.0 - 4.0	MUY BUENA	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en sus categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 - 3.0	BUENA	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los "Muy Buenos", entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como desconches y fisuras menores
3.0 - 2.0	REGULAR	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a la de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamiento. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 - 1.0	MALA	Los pavimentos en esta categoría 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 y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 - 0	MUY MALA	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75 % o más de la superficie

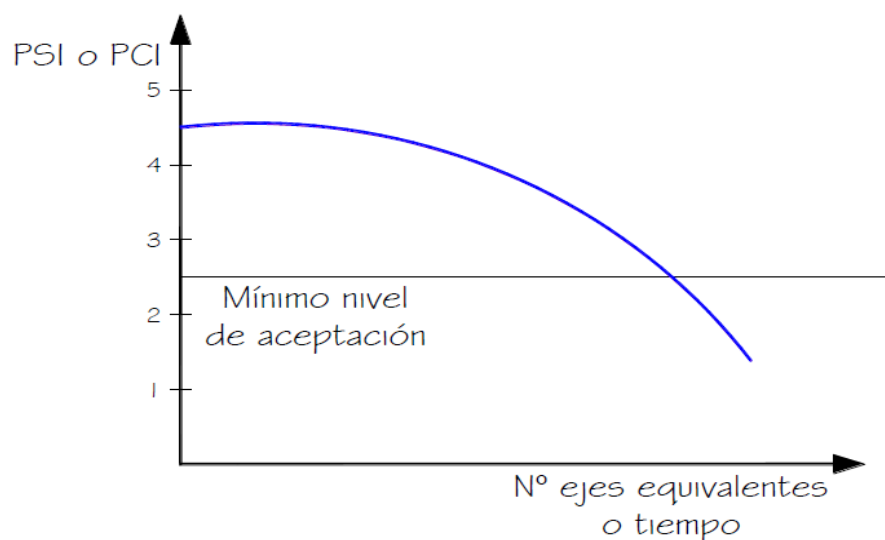
Fuente: Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja 2009. Página 6.

La tabla 1 da una descripción del comportamiento de los pavimentos de acuerdo a la calificación que le da ASSHO, cabe resaltar que para contar con un buen servicio es indispensable mantener las condiciones de serviciabilidad y que se deben administrar los recursos de tal forma que no se llegue a calificaciones inferiores a dos puntos, puesto que repotenciar un pavimento en tal mal estado resulta costoso y se requieren de mayores acciones para elevar su serviciabilidad.

2.1.3. CURVA DE COMPOTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS

La curva de comportamiento de los pavimentos es la representación de calidad del pavimento durante el tiempo, la cual se construye con ayuda del índice de serviciabilidad o el índice de condición de un pavimento versus el tiempo o el número de ejes equivalentes, esta grafica ilustra la degradación de un pavimento, consiguiendo de esta forma visualizar el tiempo en el cual el pavimento necesitara ser repotenciado o rehabilitado. En la figura 4 se muestra un ejemplo de la curva.

Figura 4. Curva de comportamiento de los pavimentos.



Fuente: Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja. Loja 2009. Página 8

La figura 4 muestra que el índice de serviciabilidad PSI, este decrece conforme la puesta en servicio de la vía, existe un mínimo nivel de serviciabilidad PSI en 2.5 esto indica que en este instante debe repotenciarse la vía para recuperar la serviciabilidad.

2.2. DAÑOS DEL PAVIMENTO

La incidencia de factores de diverso origen determina alteraciones o daños de la superficie de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con la que debe circular el tránsito vehicular presente como futuro (Montejo Fonseca , 1998). Las causas de los daños del pavimento son de distinto origen entre los cuales cabe destacar los siguientes:

- Elevado incremento de las cargas circulantes y de su frecuencia con respecto a las condiciones del diseño original.
- Deficiencias durante la construcción en la calidad de los materiales, deficiencias en los espesores colocados o procesos constructivos inadecuados particularmente en las densidades de las capas.
- Diseños deficientes, el empleo de métodos de diseño que resulten inadecuados en la actualidad, incorrecta valoración de los parámetros fundamentales en el diseño como las características de los materiales y el tránsito de diseño.
- Deficiente mantenimiento.
- Factores climáticos.

Los daños en los pavimentos también informan sobre su condición y las causas probables de las mismas. Para esto el inventario de daños es fundamental en el

proceso de evaluación de un pavimento. Existen múltiples catálogos de daños que presentan metodologías para el diagnóstico de la patología de pavimentos; algunos tienen sistemas de calificación cuantitativa del estado del pavimento permitiendo establecer índices. Al establecer los tipos de daños se pueden determinar las causas posibles y las soluciones para la condición de deterioro. Los daños se pueden jerarquizar de acuerdo con la prioridad de la reparación y con su efecto sobre la comodidad y seguridad para el usuario y sobre el estado del pavimento, lo cual permite planificar los recursos y las soluciones.

Para realizar un buen inventario de daños se requiere un catálogo de daños que permita realizar una evaluación del estado del pavimento en forma repetible y reproducible. (Pinilla Valencia, 2007).

2.2.1. CLASIFICACION DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO

Los daños del pavimento son generados por el tránsito, el medio ambiente, la construcción o los materiales que afectan las características funcionales o estructurales del mismo. Se pueden presentar una causa o una combinación de ellas como origen del daño. La gran mayoría de los daños evolucionan en su nivel de severidad convirtiéndose en otros de mayor importancia para los usuarios o para la estabilidad estructural del pavimento.

La naturaleza del pavimento determina los tipos de daños que se presentan ligados a la estructura o a la funcionalidad. Se pueden realizar diferentes clasificaciones respecto a los daños según el parámetro u objetivo elegido.

- Una clasificación consiste en dividirlos en funcionales o estructurales. Los primeros son aquellos que afectan la seguridad o comodidad del usuario de la vía y los otros deterioran la capacidad estructural del pavimento.

- Según el origen, causa inicial o principal, se tienen los generados por repetición de las cargas vehiculares (tránsito) y otros producidos por factores ambientales, diseño, construcción o materiales.
- Según la forma o geometría del área deteriorada se pueden clasificar en fisuras o grietas (aisladas o interconectadas) y en deformaciones (transversales o longitudinales).
- Según la capa en la cual se localizan o se inician los daños se presentan daños superficiales, de interface capa granular – capa cementada, capas granulares o subrasante.

Las fallas o daños se identifican por la apariencia o aspecto del área deteriorada, buscando que el término usado genere una imagen fácilmente identificable. En algunos casos se abusa de términos cuyo significado es de aplicación local lo cual dificulta el uso de la información de un inventario de daños. Para obtener una información transportable lo mejor es utilizar un catálogo de daños de amplia difusión, el cual incluya la descripción de cada daño acompañada de fotografías y establezca niveles de severidad y forma de medirlos. Un buen catálogo de daños debe contener un sistema de calificación del estado del pavimento en función del tipo, severidad y magnitud en forma objetiva y no sólo descriptiva o subjetiva (Pinilla Valencia, 2007). En la mayoría de los catálogos de daños las áreas deterioradas se agrupan en las siguientes clases de acuerdo con el tipo de pavimento:

- Flexibles. Grietas o fisuras, deformaciones longitudinales o transversales, huecos, parches y deficiencias de textura superficial.
- Rígidos. Agrietamientos, desniveles, daños de junta y deficiencias de textura superficial.

Para las actividades de gestión de pavimentos es muy importante establecer la extensión y severidad de los daños existentes para determinar las estrategias o medidas correctivas que eliminen la causa o causas que generaron la situación y formular una solución duradera y económica.

El desarrollo e implementación de los sistemas de gestión de pavimentos en los últimos 20 años ha tenido un sustancial crecimiento, en especial un gran progreso en las áreas de identificación e inventario de daños. En general, hay concordancia en la nomenclatura de los daños utilizada en los manuales para los daños más importantes y las diferencias principales se presentan para los daños particulares que corresponden o describen circunstancias propias de un sistema de pavimento en ambientes y tránsitos especiales. Sin embargo, se debe evitar mezclar información de diferentes manuales en los inventarios porque se puede generar información inadecuada para algunos daños y su severidad.

2.2.2. IMPORTANCIA DE LA CLASE DE DAÑO

Como los daños afectan al usuario y a la estructura del pavimento se pueden jerarquizar por su importancia respecto a la prioridad de su reparación (usuario) y su información respecto a la condición estructural del pavimento.

- Prioridad de la reparación: Huecos, desprendimiento / desintegración, piel de cocodrilo, grietas parabólicas, grietas en bloque, grietas de borde, grietas de reflexión de junta, grietas transversales, grietas longitudinales, desnivel carril - berma, parche, depresión, ondulación, desplazamiento, ahuellamiento, exudación y pulimento de agregados.
- Condición estructural del pavimento: Piel de cocodrilo, ahuellamiento, huecos, parches, grietas en bloque, grietas longitudinales y otros.

Cabe notar que aunque el ahullamiento es uno de los criterios que resalta en los método de diseño de pavimentos no es uno de los tipos de daño que mas afecte al usuario y por ende se encuentra en los últimos lugares en la lista de prioridad de reparación, esto asegura más el concepto de serviciabilidad con respecto a la comodidad del usuario.

En la tabla 2 se pueden ver las causas más comunes y las soluciones más frecuentes a diversos tipos de daños.

Tabla 2 Causas y soluciones a los daños más frecuentes.

CLASE DE DAÑO	CAUSAS POSIBLES	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
Desprendimientos	<ul style="list-style-type: none"> • Bajo contenido de asfalto. • Excesivos vacíos de aire en la mezcla. • Endurecimiento del asfalto. • Susceptibilidad al agua (stripping). • Características de los agregados. • Dureza y durabilidad de los agregados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Emulsión diluida (pobre) o sello "negro" rejuvenecedor. • Riego de sello con agregados. • Lechada asfáltica (slurry seal). • Sobrecarpeta delgada.
Exudación	<ul style="list-style-type: none"> • Alto contenido de asfalto. • Densificación excesiva de la mezcla por el tránsito. • Bajo contenido de vacíos de aire en la mezcla. • Susceptibilidad térmica del asfalto (asfalto blando en altas temperaturas). • Aplicación en exceso de "sello negro" o de rejuvenecedores. • Susceptibilidad al agua de las capas subyacentes estabilizadas con asfalto, unida a la migración de asfalto a la superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarpeta de gradación abierta. • Riego de sello (Bien diseñado, con buen control de calidad durante la construcción). • Fresado en frío con o sin riego de sello o sobrecarpeta delgada. • Escarificación en caliente con riego de sello o sobrecarpeta delgada. • Calentamiento superficial y cilindrado con aplicación de agregado grueso.
Grietas Transversales	<ul style="list-style-type: none"> • Endurecimiento del cemento asfáltico. • Rigidez (stiffness) de la mezcla. • Cambios volumétricos en la base y/o la sub-base. • Propiedades inusuales de la subrasante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sello de grietas. • Riego de sello. • Sobrecarpeta con tratamiento especial para el sello de las grietas y minimizar la reflexión de las mismas. • Aplicación de película de asfalto- caucho con sello con agregados o sobrecarpeta delgada. • Escarificación en caliente con sobrecarpeta delgada.
Rugosidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de daños físicos (agrietamiento, ahullamiento, corrugaciones, parches, huecos, etc.). • Cambios volumétricos en los terraplenes o en las subrasantes. • Construcción no uniforme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrecarpeta. • Reciclado en frío con o sin sobrecarpeta. • Escarificación en caliente con sobrecarpeta especial para áreas con corrugaciones). • Reciclado(planta central o in situ).

CLASE DE DAÑO	CAUSAS POSIBLES	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
Grietas Piel de Cocodrilo	<ul style="list-style-type: none"> Deficiencia estructural. Excesivos vacíos de aire en la mezcla asfáltica. Propiedades del cemento asfáltico. Desprendimiento del asfalto de los agregados. Deficiencias de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> Riego de sello. Sustitución (excavación y reemplazo en toda la profundidad con mezcla asfáltica en las áreas falladas). Sobrecarpeta con espesor variable con o sin tratamiento para control de reflexión de grietas. Reciclado. Reconstrucción.
Grietas Longitudinales	<p>Asociadas a cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deficiencia Estructural. Vacíos excesivos en la mezcla asfáltica. Propiedades del cemento asfáltico. Desprendimiento del asfalto de los agregados. Deficiencia de construcción. <p>No asociadas a las cargas:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cambios volumétricos potenciales de los suelos de la subrasante. Estabilidad de los taludes. Asentamientos de los terraplenes o de los materiales in situ como consecuencia del incremento de las cargas. Segregación debida al equipo de compactación. Mala construcción de la junta. Otras deficiencias constructivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Sello de grietas. Riego de sello (aplicado a las áreas con grietas). Sustitución (excavación y reemplazo de las áreas dañadas). Sobrecarpeta delgada con tratamiento especial para sellar y minimizar la reflexión de grietas. Aplicación película de asfalto caucho con sello con agregados o sobrecarpeta delgada. Escarificación en caliente y sobrecarpeta delgada.
Ahuellamiento	<ul style="list-style-type: none"> Deficiencia estructural. Diseño de la mezcla asfáltica. Propiedades del cemento asfáltico. Estabilidad de las capas asfálticas. Compactación de las capas. 	<ul style="list-style-type: none"> Fresado en frío incluyendo perfilado, con o sin sobrecarpeta. Escarificación en caliente con tratamiento superficial o sobrecarpeta delgada. Sustitución (corrugaciones en áreas localizadas).

Fuente: "Los daños y los índices de condiciones" Luís Carlos Vásquez Varela, 2002.

En gestión de pavimentos es importante asociar el tipo de daño a la causa que lo produce la tabla 2 sirve como guía general para identificar las causas más comunes que producen los daños, para cada caso deberá hacerse un análisis de la situación para determinar las causas reales que produjeron los daños y que alternativas existen para rectificar estos.

2.3. TIPOS DE EVALUACION DE PAVIMENTO

Existen diversos métodos de evaluación de pavimentos, que son aplicables a calles y carreteras, algunos con mayor difusión y reconocimiento alrededor del mundo son:

- **VIZIR** Es un índice que representa la degradación superficial de un pavimento, representando una condición global que permitirá tomar algunas medidas de mantenimiento y rehabilitación. Este índice ha sido desarrollado por el Laboratoire Central des Ponts et Chaussées – France o por sus siglas en inglés LCPC. El sistema VIZIR, es un sistema de simple comprensión y aplicación que establece una distinción clara entre las fallas estructurales y las fallas funcionales y que ha sido adoptado en países en vía de desarrollo y en especial en zonas tropicales.
- **FHWA/OH99/004** este índice presenta una alta claridad conceptual y es de sencilla aplicación, pondera los factores dando mayor énfasis a ciertos deterioros que son muy abundantes o importantes en regiones donde hay estaciones muy marcadas pero no en áreas tropicales.
- **ASTM D 6433-99** también conocido como Present Condition Index, o por sus siglas PCI. Este índice sirve para representar las degradaciones superficiales que se presentan en los pavimentos flexibles y de hormigón. Es altamente popular debido a que se la adoptado mundialmente por algunas entidades encargadas de realizar la cuantificación de los deterioros en la superficie de pavimentos.

En el presente trabajo se utilizara la metodología VIZIR puesto que es de fácil implementación y de amplia utilización a nivel nacional adecuada para ser ejecutada por las oficinas de infraestructura de los municipios además de hacer

parte de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS.

2.4. VIZIR




Es un sistema de fácil aplicación, que establece una distinción clara entre fallas estructurales y funcionales. El método clasifica los deterioros de los pavimentos asfálticos en dos grandes categorías, A y B, cuya identificación y niveles de gravedad se presentan en las tablas.

Las degradaciones del Tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento. Se trata de degradaciones debidas a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada. Estos daños comprenden las deformaciones y los agrietamientos ligados a la fatiga del pavimento.

Las degradaciones del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas y condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia.




En las tablas 3 y 4 se pueden observar los deterioros de tipo A y B, además presentan una descripción de los daños que sirve para identificarlos en campo para los tres niveles de gravedad que maneja la metodología VIZIR.

Tabla 3 Niveles de gravedad de los deterioros de tipo A

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

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Instituto Nacional de Vías. INVIAS. Bogotá. 2002. página 79

Tabla 4 Niveles de gravedad de los deterioros de tipo B

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD					
	1		2		3	
						
Grieta longitudinal de junta de construcción	Fina y única		<ul style="list-style-type: none"> Ancha (10 mm o más) sin desprendimiento o Fina ramificada 		Ancha con desprendimientos o ramificada	
Grietas de contracción térmica	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas con desprendimientos	
Grietas parabólicas	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Grietas de borde	Fisuras finas		Anchas sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos	
Abultamientos	F < 20 mm		20 mm ≤ F ≤ 40 mm		F > 40 mm	
Ojos de pescado* (por cada 100 metros)	cantidad	< 5	5 a 10	< 5	> 10	5 a 10
	Díametro (mm)	≤ 300	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: <ul style="list-style-type: none"> Perdida de película de ligante Perdida de agregados 	Perdidas aisladas		Perdidas continuas		Perdidas generalizadas y muy marcadas	
Descascaramiento	Prof.(mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25	
	Área (m ²)	≤ 0.8	> 0.8	≤ 0.8	> 0.8	
Pulimento agregados	No se definen niveles de gravedad					
Exudación	Puntual		Continua sobre la banda de rodamiento		Continua y muy marcada	
Afloramientos: <ul style="list-style-type: none"> de mortero de agua 	Localizados y apenas perceptibles		Intensos		Muy intensos	
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración		La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o más		Erosión extrema que conduce a la desaparición del revestimiento asfáltico	
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel de 10 a 50 mm		Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm	
Erosión de las bermas	Erosión incipiente		Erosión pronunciada		La erosión pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios	

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Instituto Nacional de Vías. INVIAS. Bogotá. 2002. página 80

2.4.1. CLASIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS DAÑOS.

Los daños del tipo A caracterizan una condición estructural del pavimento, sea que ella esté ligada a las condiciones de las diversas capas y el suelo de subrasante o simplemente a las capas asfálticas. Se trata de daños debido a insuficiencia en la capacidad estructural de la calzada cuyo remedio suele requerir el conocimiento de otros criterios de valoración (ensayos de resistencia, deflexiones, etc.). Estos daños comprenden las deformaciones y los agrietamientos ligados a la fatiga del pavimento.

Los daños del tipo B, en su mayoría de tipo funcional, dan lugar a reparaciones que generalmente no están ligadas a la capacidad estructural de la calzada. Su origen se encuentra más bien en deficiencias constructivas y condiciones locales particulares que el tránsito ayuda a poner en evidencia. Entre los daños del tipo B se pueden citar los agrietamientos motivados por asuntos distintos a la fatiga, los ojos de pescado, los desprendimientos y los afloramientos.

Los daños se presentan en el esquema itinerario por medio de rectángulos cuyo fondo (blanco, gris o negro) indica el nivel de gravedad, en tanto que los lados de ellos determinan el comienzo y el fin de cada una de las zonas en las cuales se divide el proyecto para este tipo de evaluación. Para los estudios destinados al diseño de obras de mantenimiento y rehabilitación del pavimento, cada zona de análisis deberá tener una longitud de 100 metros. En el caso de carreteras de doble calzada, se efectuarán evaluaciones independientes para cada calzada.

En el interior del rectángulo se coloca un número que expresa la extensión que ocupa el daño dentro de la zona evaluada. Salvo que en los Cuadros No.1 y 2 del formato se indique lo contrario, la extensión corresponde al porcentaje de la longitud de la zona evaluada que se encuentra afectada por el daño respectivo.

2.4.2. DETERMINACION DEL INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS).

El primer paso en la determinación de este índice global (denominado Índice de Deterioro Superficial, "Is") consiste en el cálculo del índice de fisuración (If), el cual depende de la gravedad y la extensión de las fisuraciones y agrietamientos de tipo estructural en cada zona evaluada. Debido a que en las tablas 3 y 4 se consideran de manera independiente dos tipos de fisuraciones, se deberá tomar como representativo de la zona el mayor de los dos índices calculados.

En seguida, se calcula un índice de deformación (Id), el cual también depende de la gravedad y extensión de las deformaciones de origen estructural.

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

Efectuada esta corrección, cuando corresponda, se obtiene el "Índice de Deterioro Superficial, (Is)", el cual califica la calzada en la longitud escogida para el cálculo. El valor del Is varía entre 1 y 7 de acuerdo a la tabla 5 que es la que efectúa la calificación del estado del pavimento y su cálculo se realiza de la manera como se muestra en la figura 5. No se debe perder de vista, sin embargo, que la Valoración de las fallas del tipo A no constituye un criterio suficiente para definir las acciones que requiere la calzada para su rehabilitación.

Tabla 5 Rangos de calificación del VIZIR

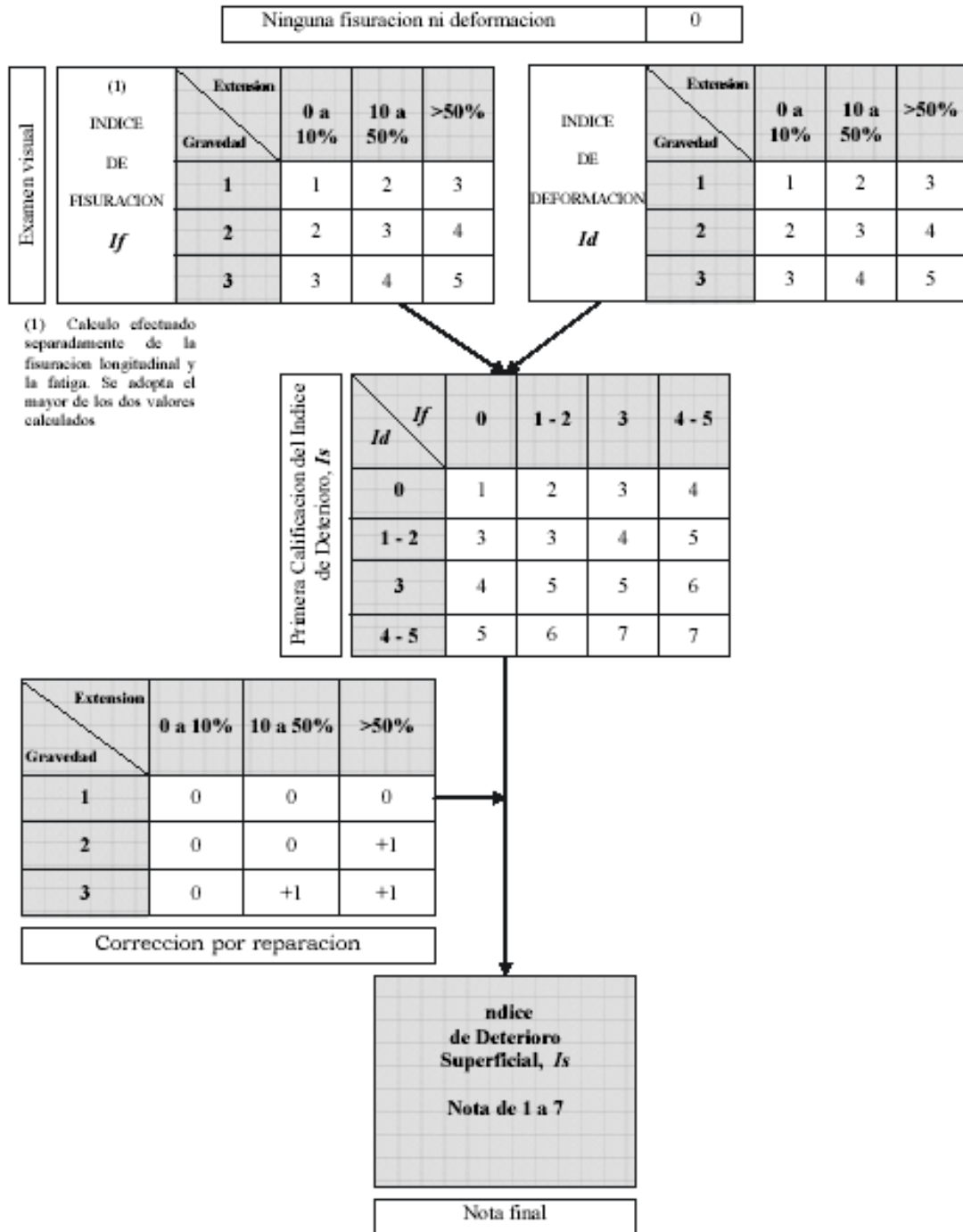
RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL VIZIR	
RANGO	CALIFICACIÓN
1 y 2	Bueno
3 y 4	Regular
5, 6 y 7	Deficiente

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Instituto Nacional de Vías. INVIAS. Bogotá. 2002.

2.4.3. JUICIO SOBRE LA CAPACIDAD DEL PAVIMENTO

El establecimiento del juicio sobre la capacidad estructural y funcional del Pavimento implica la subdivisión del proyecto en unidades definitivas de análisis, es decir, en sectores que pueden ser considerados homogéneos teniendo en cuenta el conjunto de variables sometidas a evaluación, tanto aquellas que permitieron la definición de unidades preliminares de análisis, como las referentes al pronóstico del tránsito y las determinadas como resultado de la evaluación destinada al establecimiento de la condición del pavimento (Índice de Deterioro Superficial, “Is”).

Figura 5 Índice de deterioro superficial IS



Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Instituto Nacional de Vías. INVIAS. Bogotá. 2002. página 77

Esta metodología permite por medio de la inspección visual la identificación, cualificación y cuantificación de los daños sea funcionales y/o estructurales de una vía, mediante el cálculo del índice de deterioro superficial dando un sustento técnico que permita tomar decisión frente a priorización y tipo de intervención en las vías a rehabilitar, proporcionando una herramienta fácil de implementar conjugada con su bajo costo de aplicación, convirtiéndose en una muy buena opción para los Municipio en los cuales los recursos económicos son limitados, y requieren de eficiencia en sus proceso para determinar cómo invertirlos.

Debido a que esta es una metodología que depende netamente del juicio de la personas quienes realizan la inspección visual se debe realizar una alta capacitación al personal a cargo de las mismas sobre los criterios de identificación de los deterioros, su medida, además de un acompañamiento por personal con conocimiento en el área de pavimentos para así poder garantizar que la toma de datos sea lo más fidedigna y sea congruente con la situación actual del pavimento.

3. SISTEMA DE GESTION VIAL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA

La gestión de pavimentos son todas las actividades involucradas en la planeación, diseño, construcción, evaluación y mantenimiento de pavimentos de una red vial. Por lo tanto radica de gran importancia para las entidades gubernamentales encargadas del manejo de las carreteras conocer su aplicación ya que la gestión de pavimentos tiene como fin asistir a los operadores de carreteras en la toma de decisiones desde el punto de vista técnico y económico para así distinguir las mejores alternativas para conservar las redes viales a corto, mediano y largo plazo, también es de su ámbito la formulación de programas de mantenimiento rutinario y periódico.

Es de tener en cuenta que la gestión de pavimentos no es única, ni existe una sola metodología de aplicación para esta, por lo contrario la gestión de pavimentos es diversa y depende de muchos factores como el tipo de red, la complejidad del sistema, las tecnologías disponibles, los recursos económicos y el grado de detalle ya que el sistema de gestión de pavimentos puede involucrar un sin número de variables como tránsito, capacidad estructural, señalización vertical y horizontal, flujo peatonal, drenajes, espacio público, entre otros.

Debido a las condiciones actuales del municipio de la estrella se selecciono un sistema de gestión de pavimentos acorde al municipio, teniendo en cuenta la complejidad de la red vial y los recursos disponibles como personal idóneo, acceso a tecnologías y recursos económicos. El sistema de gestión de pavimentos del municipio de la estrella está compuesto por:

- Sistema de referencia. Se refiere a un método único y estable para la identificación y referencia espacial de los tramos que constituyen la red vial, para esto el municipio tiene georeferenciado todas las vías del municipio por medio de coordenadas geográficas y cuenta con un plano maestro de la red vial.

- Inventario de la red vial, hace referencia a la clasificación funcional, longitud, número de carriles, ancho de carriles, pendiente y tipo de estructura de pavimento.
- Inventario de deterioro del pavimento, se realiza mediante la inspección visual de los tramos de carretera que componen la red vial, asentando la información de acuerdo a las instrucciones de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS.
- Herramientas de análisis, se utilizó la metodología VIZIR descrita en el numeral 2.4 la cual involucra la información tomada en el inventario de deterioro de pavimento y determina una calificación para el estado actual de la vía de acuerdo a su condición estructural y funcional para así poder tener un análisis de la situación actual de la vía para la toma de decisiones.

Es de notar que esta metodología para la gestión de pavimentos para el municipio de la estrella determina la condición de la vía para un momento único, por lo tanto deberá realizarse esta metodología de forma continua a través del tiempo para así poder evaluar la condición de la vía durante un periodo prolongado y tener un mayor espectro en la toma de decisiones y poder ver su progreso a través del tiempo.

3.1. SELECCIÓN DE TRAMOS DE ESTUDIO.

De acuerdo a la red vial del municipio y el alcance de este proyecto, de toda la malla vial se seleccionó la calle 80 para ser parte de este estudio, debido a las condiciones tráfico, flujo vehicular e importancia que tiene ya que esta es la vía principal para el acceso al municipio, la vía fue sectorizada en dos tramos debido a las condiciones y características que estos presentan, los cuales son tramo 1 que está comprendido entre la cra 50 y cra 55, y el tramo 2 comprendido entre cra 55 y

cra 59. La figura 6 muestra la distribución de los tramos de estudio sobre la malla vial del municipio de La Estrella.

Figura 6. Localización de los tramos de estudio.



Fuente: Google (2012). Foto de satélite del municipio de la Estrella. Consulta: 12 agosto 2012, <http://earth.google.com>.

3.2. INVENTARIO DE LA RED VIAL

De los tramos seleccionados de la malla vial del municipio de la Estrella, se toma la información de mayor relevancia como tipo de vía, funcionalidad, características geométricas las cuales sirven para tener una perspectiva clara del sector que se analiza.

3.2.1. TRAMO 1 CALLE 80 ENTRE LA CRA 50 Y CRA 55

Las principales características del tramo 1 se enumeran a continuación:

Condiciones Generales:

La dinámica de este sector se encuentra influenciada por el acceso a fábricas e industrias y los distintos moteles que se encuentran al costado de la vía.

Características geométricas:

Esta vía se compone por una calzada de dos (2) carriles; el ancho de calzada varía entre 6.5m y 7m. La pendiente del tramo es media y varía entre 7% y el 12%.

Estructura de pavimento

El tipo de estructura de pavimento es flexible comprendido por subbase granular espesor 0.3m, base espesor 0.2m y carpeta de rodadura de 0.15 m.

Condiciones de drenaje

Para el manejo del drenaje superficial la vía cuenta con sumideros laterales debido a la pendiente de la vía el agua fluye con normalidad hacia los sumideros.

3.2.2. TRAMO 2 CALLE 80 ENTRE LA CRA 55 Y CRA 59

Las principales características del tramo 1 se enumeran a continuación:

Condiciones Generales:

Es un sector residencial alto flujo de transporte público con restricciones geométricas como la pendiente.

Características geométricas:

Esta vía se compone por una calzada de dos (2) carriles; el ancho de calzada de 7m. Presenta andenes ambos costados, La pendiente del tramo es fuerte y varía entre 18% y el 45%.

Estructura de pavimento

El tipo de estructura de pavimento es flexible comprendido por subbase granular espesor 0.3m, base espesor 0.25m y carpeta de rodadura de 0.1m.

Condiciones de drenaje

Para el manejo del drenaje superficial la vía cuenta con sumideros laterales debido a la gran pendiente de la vía el agua arrastra sedimentos y basura hacia los sumideros condición por la cual se le debe realizar mayor mantenimiento a las obras de drenaje.

3.3. INVENTARIO DE DETERIORO DEL PAVIMENTO

El fin del inventario de pavimentos es recolectar la información de campo, de forma sistemática y organizada, para así poder evaluar la condición del pavimento en un determinado tiempo.

3.3.1. PERSONAL Y HERRAMIENTAS

Como se establece en la guía de rehabilitación de pavimento del instituto nacional de vía, se procedió a realizar la recolección de información de campo para lo cual se conto con una cuadrilla conformada por:

- 2 ingenieros civiles encargados de la toma de información.
- 1 auxiliar encargado del registro fotográfico.

Y la utilización de las siguientes herramientas que se encuentran en la figura 7:

Figura 7. Herramientas para el inventario de daños.

	
Odómetro	Flexometro y cinta métrica
	
Pare siga	Codal de 3 metros como nivel
	
Pintura color rojo	Cámara Fotográfica
	
Chaleco refractivos	Conos

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. METODOLOGÍA

Para la realización del inventario de deterioros del pavimento se realizaron las siguientes actividades.

- La identificación de los tramos en estudios (tramo 1 y tramo 2) en campo.
- Se procedió a la marcación del abscisado en campo de los tramos, con incremento de 10m, en secciones de 100m, en la figura 8 se muestra como se realizo este procedimiento.

Figura 8. Abscisa K0+020 del tramo 1.



Fuente: Elaboración propia.

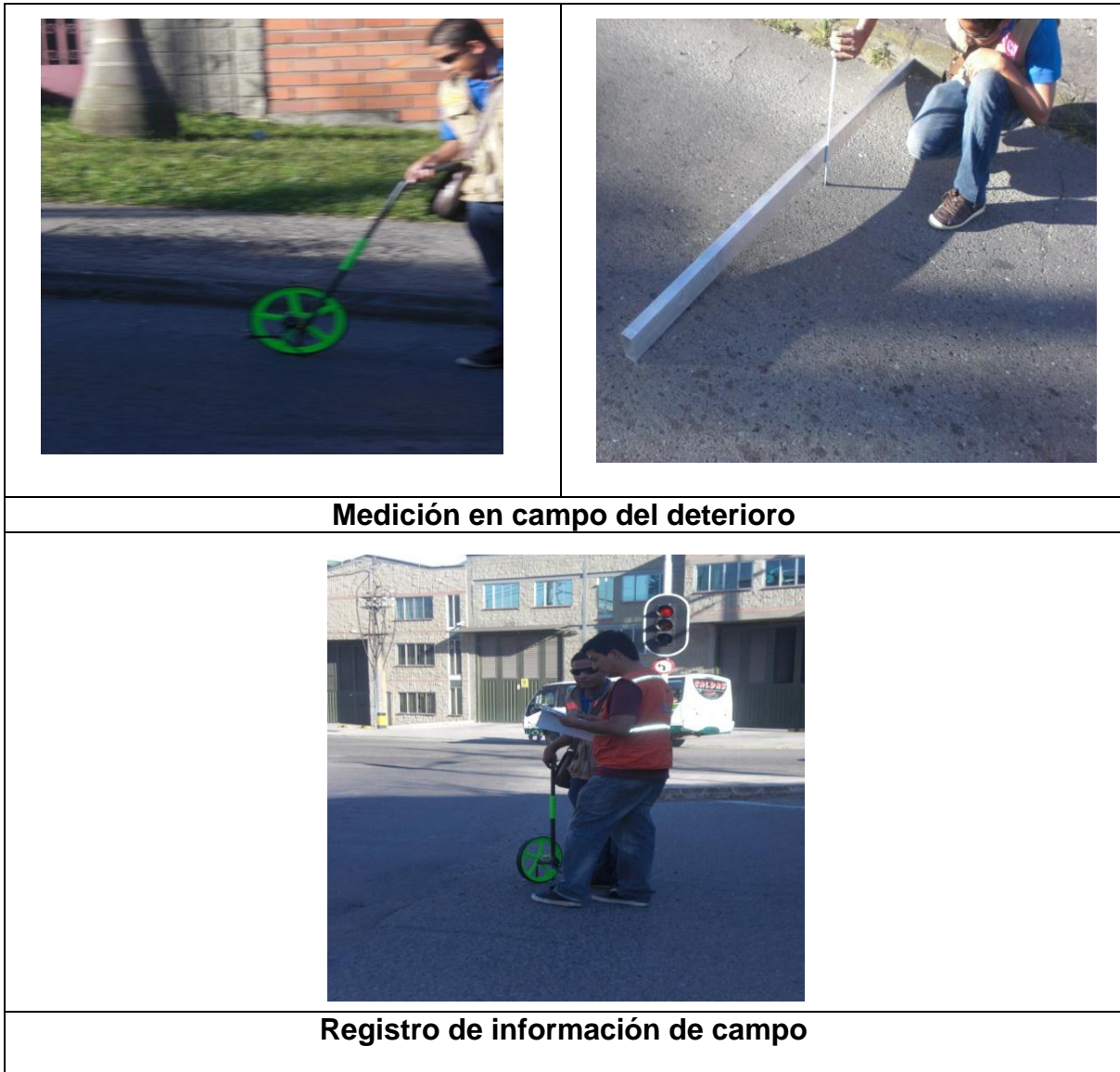
- Posteriormente se procedió a realizar la inspección visual en las fracciones de 10m de cada una de las secciones de 100m, con el fin de identificar que tipos de deterioro funcional o estructural, su magnitud y severidad, y se registraban en el formato B1. Una muestra de formato B1 se presenta en la figura 9.
- Para dicha inspección visual, la cuadrilla tenía funciones específicas, uno de los ingenieros realizaba la medición en campo, mientras el otro registraba en el formato y el auxiliar llevaba el registro fotográfico de cada fracción de 10m. La figura 10 muestra el procedimiento para realizar la inspección visual y medir el deterioro de la vía.

Figura 9. Formato B1 Registro de campo.

FORMULARIO B1. REGISTRO DE CAMPO. INVENTARIO DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFALTICO DE CARRETERA													
Nombre de la carretera:			Proyecto:										
Codigo de la Carretera:			PR:	al	PR:	Fecha(dd/mm/aa):				Levantado por :			
Nivel de gravedad			Tipo de via				Tipo de Seccion					Hoja	de
Longitud (m), Area (m2), Y/o Profundidad(mm)			Ancho de calzada (m)				Berma:		SI	NO	x		
(Descascaramiento Ahuellamiento)			Numero de Carriles		Carril Auscultado		Existencia de Arboles			SI	NO		
PR, Abscisa (m)			K0+700	K0+710	K0+720	K0+730	K0+740	K0+750	K0+760	K0+768			
Deterioro Tipo A Condiciones estructural	Ahuellamiento. AH												
	Depresiones o hundimientos longitudinal. DL												
	Depresiones o hundimientos transversal. DT												
	Fisuras longitudinales FL												
	Fisura piel de cocodrilo. FPC												
	Bacheo t parcheos. B												
Deterioro Tipo B Condiciones Funcionales	Fisura longitudinal junta de construccion FLJ												
	Fisura transversal junta de construccion FTJ												
	Fisura de construccion termica FCT												
	Fisura parabolicas FP												
	Fisura de Borde FB												
	Ojo de Pescado. O												
	Desplazamiento o abultamiento o ahuellamiento de mezcla DM												
	Perdida dela pelicula de ligante PL												
	Perdida de agregado PA												
	Descascaramiento D												
	Pulimientto de agregados PU												
	Exudacion . EX												
	Afloramiento de mortero AM												
	Afloramiento de agua AA												
	Desintegracion de bordes de pavimento DB												
	Escalonamiento entre calzada y Berman ECB												
	Erosion de las bermas EB												
Segregacion S.													
Observaciones:													

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras

Figura 10. Medición del deterioro.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. DAÑOS REPRESENTATIVOS EN LOS TRAMOS DE ESTUDIOS

Durante la inspección visual hecha en el inventario de deterioros de los tramos los daños más frecuentes en la estructura de pavimento son el ahullamiento, piel de cocodrilo, pulimiento de agregados, pérdida de película del ligante, ojos de pescados, corrimiento de mezcla y parcheos. En la figura 11 se muestra un ejemplo de los daños más frecuentes encontrados en el tramo 1 y tramo 2.

Figura 11. Tipos de daños más frecuentes.



Fuente: elaboración propia.

3.4. METODOLOGIA VIZIR.

Una vez obtenida la información del inventario de la red vial y del inventario de deterioros superficiales, se utiliza la metodología VIZIR para dar una calificación a la condición actual del pavimento con la cual se puede hacer un juicio sobre el estado de la vía y si está en condiciones para prestar un servicio cómodo y seguro o si es adecuado pensar en una intervención de la vía para recuperar las condiciones de servicio.

3.4.1. DETERMINACION DEL INDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL (IS).

De acuerdo con el procedimiento de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras del INVIAS se realizaron los siguientes pasos para la determinación del índice de deterioro superficial Is para así conocer el estado actual en el que se encuentra la estructura de pavimento para cada uno de los tramos:

- Se diligencio los formatos de estandarización siguientes: (i) Formato B.2: Resumen deterioros del tipo "A" en pavimentos asfálticos para carreteras; (ii) Formato B.3: Resumen deterioros del tipo "B" en pavimentos asfálticos para carreteras. En las tablas 7, 8, 9 y 10 se muestran los formatos B2 y B3 para los tramo 1 y tramo 2.
- Mediante el formato B.4: Cálculo del Is por secciones de 100 metros. Se calcula los índices de deterioro superficial "Is".

Para el cálculo del Índice de Deterioro Superficial "Is", sólo se tienen en cuenta los deterioros del tipo A, y su valoración está definida de forma cuantitativa por un número que puede presentar valores que varían entre 1 y 7.

En los campos correspondientes al cálculo del Índice de Fisuración (If) se debe registrar de forma individual, para los deterioros FLF y FPC, la extensión que corresponde a la longitud en metros comprometida con el deterioro; el nivel de gravedad, definido como un número entero con valores de 1, 2 o 3 y el Índice de

Fisuración (campos If(1) e If(2)). En el campo Índice de Fisuración “If” se debe registrar el mayor de los índices If(1) e If(2) calculados.

En los campos correspondientes al cálculo del Índice de Deformación (Id) se debe registrar, para los deterioros AH, DL y DT, la extensión que corresponde a la longitud, en metros, comprometida con el deterioro, el nivel de gravedad, definido como un número entero con valores de 1, 2 o 3 y el Índice de Deformación “Id”.

En el campo *Índice de Deterioro Superficial Inicial Is*, se debe registrar el valor obtenido en el primer cálculo realizado de este índice, a partir de la combinación del If y del Id. Posteriormente, y si es del caso, se procederá a determinar el valor de la corrección, en función de la extensión y de la gravedad de los parcheos y bacheos en la sección.

En el campo *Índice de Deterioro Superficial Final Is*, se debe registrar el valor obtenido al sumar el índice de deterioro superficial inicial y el valor por corrección si éste existe; de lo contrario, el valor del Is final, será igual al calculado para el Is inicial.

La columna final, denominada “*categoría*”, corresponde a una variable cualitativa que permite calificar la condición superficial del pavimento, a partir de los valores del Índice de Deterioro Superficial Final Is, transformados en tres categorías, como se presenta en la Tabla 6, existen tres categorías y cada categoría tiene su descripción, un rango de valores del índice de deterioro superficial y un color para su representación de forma grafica. En las tablas 11 y 12 se encuentra el cálculo del índice de deterioro superficial para los tramo 1 y 2.

Tabla 6 Agrupación del Is en categorías como variable cualitativa (Condición del pavimento según el inventario).


CATEGORIA	Is	
Condición Buena	1 – 2	
Condición Marginal	3 – 4	
Condición Deficiente	5 – 6 – 7	

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras

Tabla 7.
Formato B2
resumen de
deterioros
A para
pavimentos
asfálticos
tramo 1

Fuente:
Elaborado a
del formato B2
guía
metodológica
diseño de obras
rehabilitación de
pavimentos
asfálticos de
carreteras.

Tabla 8.
Formato B2
resumen de
deterioros
A para
pavimentos
asfálticos
tramo 2



FORMATO B2 RESUMEN DE DETERIOROS DEL TIPO 'A' EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CARRETERAS
POR SECCIÓN 100 m

Nombre de la carretera: **TRAMO 1: CALLE 80 ENTRE LA CRA 50 Y CRA 55** Proyecto: **SISTEMA DE GESTIÓN VAL DE LA HALLA VAL DEL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA**

Código de la carretera: _____ Elaboró: **E.E.P. RYC.M.C.A** Fecha (dd/mm/aa): **24 10 2012**

PR: **K0+000** al PR **K0+360** Aprobó: _____ Fecha (dd/mm/aa): **24 10 2012** Hoja: **1** de: **1**

PR	DE	Longitud de Muestreo (m)	Ancho de calzada (m)	Abullamiento y otras deformaciones estructurales				Fisuras longitudinales por fatiga			Fisuras piel de cocodrilo			Baches y parches		Nivel de Gravedad Representativo Gr	
				AH	DL	DT	Long (m)	Deterioro %	Gravedad	FLF	Deterioro %	Gravedad	FPC	Deterioro %	Gravedad		B
			Long (m)	Long (m)	Long (m)			Long (m)			Long (m)			Long (m)			
0+000	0+0100	100	16.00	81.00	0.00	0.00	81.00	81.00	2.00	2.00	72.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
0+0100	0+0200	100	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
0+0200	0+0300	100	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.80	1.00	4.10	1.00	1.00	1	
0+0300	0+0360	60	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.00	1.00	23.33	1.00	0.00	0.00	1
AE: Abullamiento DL: Depresiones o hundimientos longitudinales DT: Depresiones o hundimientos transversales FLF: Fisuras longitudinales por fatiga FPC: Fisuras piel de cocodrilo B: Baches y parches																	
Nivel de Gravedad Representativo (Gr): Si Gr < 1.5 se toma 1 Si 1.5 ≤ Gr < 2.5 se toma 2 Si Gr ≥ 2.5 se toma 3																	

FORM 2 - FEB 08

tipo


para

partir de la para el de

tipo

para

**FORMATO B.2 RESUMEN DETERIOROS DEL TIPO 'A' EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA CARRETERAS
POR SECCIÓN 100 m**



Nombre de la carretera: **TRAMO 2 CALLE 80 ENTRE CRA 55 Y CRA 59** Proyectar: **SISTEMA DE GESTIÓN VAL DE LA MALLA VAL DEL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA**

Código de la carretera: _____ Elaborar: **EEP.RYCMCA** Fecha(d)/mm/aa(j): _____

PR: **00+000** al PR **00+768** Aprobó: _____ Hoja: **1** de: **1**

PR	Longitud de Muestreo (m)	Ancho de calzada (m)	Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales						Fisuras longitudinales por fatiga			Fisuras piel de cocodrilo			Bacheos y parcheos		Nivel de Gravedad Representativo Gr
			AH Long (m)	DL Long (m)	DT Long (m)	Deterioro %	Gravedad	FLF Long (m)	Deterioro %	Gravedad	PPC Long (m)	Deterioro %	Gravedad	B Long (m)	Deterioro %	Gravedad	
0+000	100	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	28.00	28.00	1.00	7.00	7.00	1.00	1	
0+0100	100	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.30	2.30	2.00	2	
0+0200	100	11.00	90.00	4.00	0.00	94.00	94.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.87	46.87	1.00	1	
0+0300	100	11.50	60.00	0.00	0.00	60.00	60.00	1.00	0.00	2.50	2.50	2.00	80.60	80.60	1.00	1	
0+0400	100	11.00	50.00	0.00	0.00	50.00	50.00	1.00	0.00	15.05	15.05	2.00	93.20	93.20	1.00	1	
0+0500	100	9.50	0.00	1.30	0.00	1.30	1.30	1.00	0.00	18.11	18.11	2.00	100.00	100.00	1.00	1	
0+0600	100	7.50	30.00	3.20	0.00	33.20	33.20	2.00	20.00	19.11	19.11	2.00	100.00	100.00	1.00	1	
0+0700	68	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.41	2.94	2.94	1.00	0.00	0.00	0.00	1	

AB: Ahuellamiento **DL:** Depresiones o hundimientos longitudinales **DT:** Depresiones o hundimientos transversales
FLF: Fisuras longitudinales por fatiga **PPC:** Fisuras piel de cocodrilo **B:** Bacheos y parcheos

Nivel de Gravedad Representativo (Gr): Si Gr < 1.5 se toma 1
 Si 1.5 ≤ Gr < 2.5 se toma 2 Si Gr ≥ 2.5 se toma 3

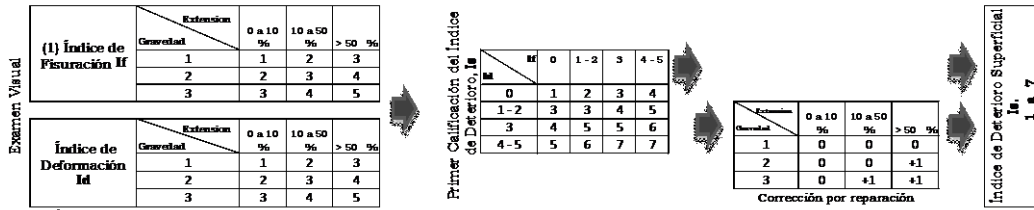
FORMATO B.4 RESUMEN CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL Is

POR SECCIÓN 100 m

Nombre de la carretera: **TRAMO 1: CALLE 80 ENTRE LA CRA 50 Y CRA 55** Proyecto: **SISTEMA DE GESTIÓN VIAL DE LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA**

Código de la carretera: _____ Elaboró: **E.E.P.R.Y.C.M.C.A** Fecha (dd/mm/aaaa): **24 10 2012**

PR: **K0+000** al PR **K0+360** Aprobó: _____ Fecha (dd/mm/aaaa): _____ Hoja: _____ de: _____



(1) Cálculo efectuado independientemente de la fisuración longitudinal y la fatiga. Se adoptan el mayor de los dos valores calculados.

PR	Cálculo del Índice de Fisuración (If)							Cálculo del Índice de Deformación (Id)			Índice de Deterioro Superficial Inicial IS	Corrección y Cálculo Índice de Deterioro Superficial			Categoría		
	Fisuras longitudinales por fatiga (FLF)			Fisuras piel de cocodrilo (FPC)				Ahuecamiento y otras deformaciones estructurales (AH, DL, DT)				Bacheos y parcheos		Índice de Deterioro Superficial Final IS			
	Extensión % de longitud	Gravedad	If(1)	Extensión % de longitud	Gravedad	If(2)	Extensión % de longitud	Gravedad	Id	Extensión % de longitud		Gravedad	Corrección				
0+0000	0+0100	11.0	2	3.00	72.0	2	4	4	81.0	2	4	7	0.0	0	0	7	Deficiente
0+0100	0+0200	0.0	0	0.00	53.2	2	4	4	0.0	0	0	4	0.0	0	0	4	Marginal
0+0200	0+0300	0.0	0	0.00	27.8	1	2	2	0.0	0	0	2	4.1	1	0	2	Buena
0+0300	0+0360	0.0	0	0.00	14.0	1	2	2	0.0	0	0	0	0.0	0	0	2	Buena

FLF: Fisuras longitudinales por fatiga **FPC:** Fisuras piel de cocodrilo **AH:** Ahuecamiento **DL:** Depresiones o hundimientos longitudinales
DT: Depresiones o hundimientos transversales **B:** Bacheos y parcheos

FORM 2 - FEB 08

Fuente: Elaborado a partir del formato B4 de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras.

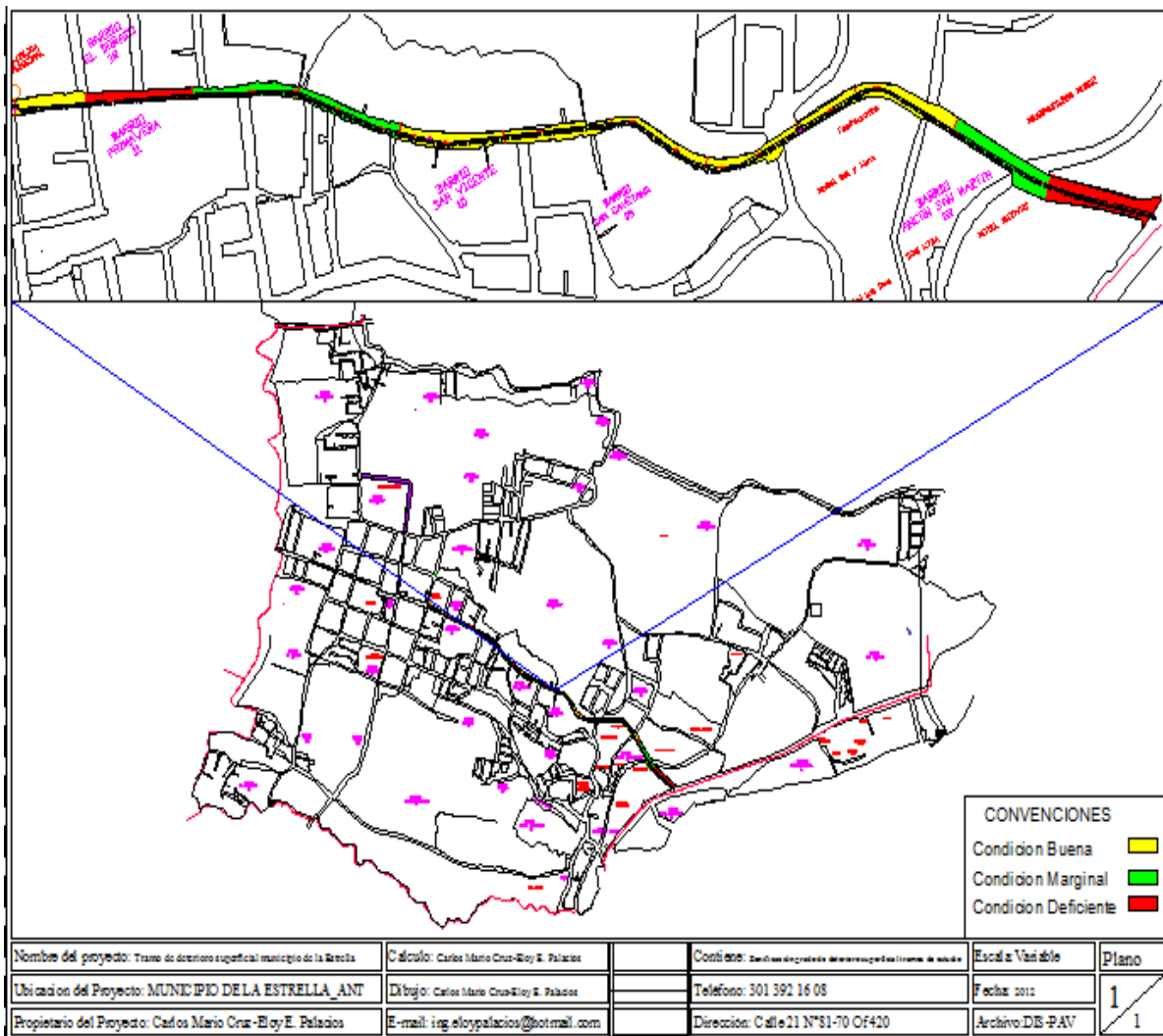
Tabla 12. Resumen calculo índice de deterioro superficial Is para el tramo 2.

FORMATO B.4 RESUMEN CÁLCULO DEL ÍNDICE DE DETERIORO SUPERFICIAL Is																																																																														
POR SECCIÓN 100 m																																																																														
Nombre de la carretera: TRAMO 2: CALLE 80 ENTRE CRA 55 Y CRA 59 Proyecto: SISTEMA DE GESTIÓN VIAL DE LA MALLA VIAL DEL MUNICIPIO DE LA ESTRELLA																																																																														
Código de la carretera: Elaboró: E.E.P.R.Y.C.M.C.A Fecha (dd/mm/aaaa): 31 10 12																																																																														
PR: K0+000 al PR K0+768 Aprobó: Fecha (dd/mm/aaaa): Hoja: de:																																																																														
Examen Visual		<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Gravedad</th> <th colspan="3">Extensión</th> </tr> <tr> <th>0 a 10 %</th> <th>10 a 50 %</th> <th>> 50 %</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>			Gravedad	Extensión			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %	1	1	2	3	2	2	3	4	3	3	4	5	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Id</th> <th>0</th> <th>1-2</th> <th>3</th> <th>4-6</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>4-5</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> </table>			Id	0	1-2	3	4-6	0	1	2	3	1-2	3	3	4	5	3	4	5	5	6	4-5	5	6	7	7	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Gravedad</th> <th colspan="3">Extensión</th> </tr> <tr> <th>0 a 10 %</th> <th>10 a 50 %</th> <th>> 50 %</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>+1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>+1</td> <td>+1</td> </tr> </table>			Gravedad	Extensión			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %	1	0	0	0	2	0	0	+1	3	0	+1	+1	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Índice de Deterioro Superficial</th> </tr> <tr> <td>1 a 7</td> <td></td> </tr> </table>		Índice de Deterioro Superficial		1 a 7	
		Gravedad	Extensión																																																																											
0 a 10 %	10 a 50 %		> 50 %																																																																											
1	1	2	3																																																																											
2	2	3	4																																																																											
3	3	4	5																																																																											
Id	0	1-2	3	4-6																																																																										
	0	1	2	3																																																																										
1-2	3	3	4	5																																																																										
3	4	5	5	6																																																																										
4-5	5	6	7	7																																																																										
Gravedad	Extensión																																																																													
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %																																																																											
1	0	0	0																																																																											
2	0	0	+1																																																																											
3	0	+1	+1																																																																											
Índice de Deterioro Superficial																																																																														
1 a 7																																																																														
		<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Gravedad</th> <th colspan="3">Extensión</th> </tr> <tr> <th>0 a 10 %</th> <th>10 a 50 %</th> <th>> 50 %</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>			Gravedad	Extensión			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %	1	1	2	3	2	2	3	4	3	3	4	5	<table border="1"> <tr> <th rowspan="2">Gravedad</th> <th colspan="3">Extensión</th> </tr> <tr> <th>0 a 10 %</th> <th>10 a 50 %</th> <th>> 50 %</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> </tr> </table>			Gravedad	Extensión			0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %	1	1	2	3	2	2	3	4	3	3	4	5	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Índice de Deterioro Superficial</th> </tr> <tr> <td>1 a 7</td> <td></td> </tr> </table>		Índice de Deterioro Superficial		1 a 7																												
Gravedad	Extensión																																																																													
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %																																																																											
1	1	2	3																																																																											
2	2	3	4																																																																											
3	3	4	5																																																																											
Gravedad	Extensión																																																																													
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %																																																																											
1	1	2	3																																																																											
2	2	3	4																																																																											
3	3	4	5																																																																											
Índice de Deterioro Superficial																																																																														
1 a 7																																																																														
<p>(1) Cálculo efectuado representando de la fisuración longitudinal y la fatiga. Se redondean al mayor de los dos valores calculados.</p>																																																																														
PR	Cálculo del Índice de Fisuración (If)							Cálculo del Índice de Deformación (Id)			Índice de Deterioro Superficial Inicial Is	Corrección y Cálculo Índice de Deterioro Superficial			Categoria																																																															
	Fisuras longitudinales por fatiga (FLF)				Fisuras piel de cocodrilo (FPC)			Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales (AH, DL, DT)				Bacheos y parcheos		Índice de Deterioro Superficial Final Is																																																																
	DE	HASTA	Extensión % de longitud	Gravedad	If(1)	Extensión % de longitud	Gravedad	If(2)	Extensión % de longitud	Gravedad		Id	Extensión % de longitud			Gravedad	Corrección																																																													
0+0000	0+0100	0.0	0	0.00	28.0	1	2	2	0.0	0	0	2	0.0	0	0	2	Buena																																																													
0+0100	0+0200	0.0	0	0.00	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	2.3	3	0	0	Buena																																																													
0+0200	0+0300	0.0	0	0.00	0.0	0	0	0	0.0	0	0	0	46.9	1	0	1	Buena																																																													
0+0300	0+0400	0.0	0	0.00	2.5	2	2	2	60.0	1	1	2	80.6	1	0	2	Buena																																																													
0+0400	0+0500	0.0	0	0.00	15.1	2	3	3	50.0	1	2	4	93.2	1	0	4	Marginal																																																													
0+0500	0+0600	0.0	0	0.00	18.1	2	3	3	1.3	1	1	4	100.0	1	0	4	Marginal																																																													
0+0600	0+0700	20.0	1	2.00	19.1	2	3	5	33.2	2	3	6	100.0	1	0	6	Deficiente																																																													
0+0700	0+0768	20.0	1	2.00	0.0	0	0	2	0.0	0	0	2	0.0	0	0	2	Buena																																																													
<p>FLF: Fisuras longitudinales por fatiga FPC: Fisuras piel de cocodrilo AH: Ahuellamiento DL: Depresiones o hundimientos longitudinales DT: Depresiones o hundimientos transversales B: Bacheos y parcheos</p>																																																																														

Fuente: Elaborado a partir del formato B4 de la guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras.

En cuanto al formato B4, el cual esta relacionando en este trabajo en las tablas 11, 12, nos presenta de una forma explícita, la secuencia para el cálculo del índice de deterioro superficial, y la asignación del correspondiente estado de deterioro de cada segmento de medidas (100m) para cada uno de los tramos 1 y 2.

Figura 12. Plano evaluación del daño para el tramo 1 y tramo 2



Fuente: elaborado a partir del plano maestro de la red vial del municipio de la Estrella.

En la figura 12 se encuentra el plano con los distintos tramos que fueron evaluados por medio de la metodología VIZIR, cada sección de 100 m cuenta con un color que identifica la condición en la que se encuentra el pavimento para este momento, con esta información ya las personas encargadas de la administración de la malla vial del municipio pueden priorizar y agilizar la toma de decisiones y efectuar acciones que mantengan en buen estado la malla vial.

Dado lo anterior podemos establecer que tanto el tramo 1 como el tramo 2 presentan condiciones aceptables de servicio exceptuando por algunas secciones en las cuales sus índices de deterioro superficiales son marginales o deficientes, para lo cual requieren de una intervención para mejorar la calidad del servicio.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La importancia de la implementación de un sistema de gestión vial, permite la optimización de los recursos, dado que proporciona una herramienta que brinda la posibilidad de identificación desde un sustento técnico para la toma de decisión de las zonas que requieren de una determinada intervención, sea preventiva o correctiva. Garantizando que siempre se intervengan los tramos prioritarios (Condición Deficiente o Marginal), por lo tanto elimina el sistema que actualmente se utiliza para establecer cuáles son las vías que se priorizan para intervenir que está sujeto a una posición subjetiva llámese presión social y/o política.
- Los sistemas de gestión de pavimentos traen consigo muchos beneficios para las poblaciones que los adoptan como: un verdadero programa de planeación para la administración e inversión de los recursos, conocimiento real del estado de la infraestructura vial y de las necesidades que se tienen para garantizar un servicio adecuado en el tiempo, conocimiento de la evolución del deterioro de la infraestructura más concreto de la estructura de pavimento, previendo su estado con o sin la aplicación de intervenciones.
- La inspección visual forma una de las partes más importantes en la gestión de pavimentos cuando no se cuenta con otro recurso para la toma de información, por esto debe hacerse una amplia divulgación al personal a cargo de esta para que la información con la que se alimenta el modelo refleje con gran similitud el estado de las vías y los resultados sean acordes a la realidad.

- En el municipio de La Estrella de acuerdo a los datos tomados y a la metodología empleada se obtuvieron los siguientes resultados: para la calle 80 entre cra 50 y cra 55 tramo 1 desde el k0+000 al k0+360 el índice de deterioro superficial “Is” es mostrado en la tabla 13, para la calle 80 entre cra 55 y cr 59 tramo 2 desde el k0+000 al k0+780 el índice de deterioro superficial “Is” mostrado en la tabla 14.

Tabla 13. Resultado índice de deterioro superficial para el tramo 1.

PR		Índice de Deterioro Superficial Final Is	Categoría
DE	HASTA		
0+0000	0+0100	7	Deficiente
0+0100	0+0200	4	Marginal
0+0200	0+0300	2	Buena
0+0300	0+0360	2	Buena

Fuente: elaboración propia.

Tabla 14. Resultado índice de deterioro superficial para el tramo 2.

PR		Índice de Deterioro Superficial Final Is	Categoría
DE	HASTA		
0+0000	0+0100	2	Buena
0+0100	0+0200	0	Buena
0+0200	0+0300	1	Buena
0+0300	0+0400	2	Buena
0+0400	0+0500	4	Marginal
0+0500	0+0600	4	Marginal
0+0600	0+0700	6	Deficiente
0+0700	0+0768	2	Buena

Fuente: elaboración propia.

- Relacionando los tipos de deterioros encontrados para el tramo 1 como el tramo 2, se identifica que el deterioro predominante es la piel de cocodrilo, lo cual nos conlleva a aseverar que gran parte de estos tramos ya fueron

sometidos a las repeticiones de carga de diseño (transito de diseño), en pocas palabras el pavimento ya cumplió su vida útil, y deberá ser intervenido para recuperar las condiciones de servicio.

- En cuanto a las vías evaluadas, es importante que en un periodo de 6 a 12 meses se vuelva a realizar una nueva evaluación con el fin de conseguir realizar la curva del comportamiento de estos pavimentos después de un periodo de tiempo y así realizar la gestión de pavimentos.

4.2. RECOMENDACIÓN PARA LA INTERVENCIÓN DE LA MALLA VIAL.

Básicamente se manejan dos recomendaciones para la intervención de los tramos evaluados conforme el diagnostico de la situación actual en la que se encuentra la malla vial y está determinada por el indice de deterioro superficial "Is".

- Para los las secciones con condiciones superficiales marginales, se recomienda la reconstrucción completa de la sección, es decir se deberá realizar la demolición de carpeta asfáltica, excavación y remplazo del material granular existente (bases y subbase), impermeabilización e instalación de carpeta asfáltica.
- Para las condiciones de secciones que presenten una categoría buena o margina, se recomienda la intervención para rehabilitar esa sección conforme el tipo de daño que presente.

PARCHEO Y BACHEO

Este tratamiento previo consiste en la intervención de áreas localizadas del pavimento para corregir defectos relacionados con un deterioro estructural o problemas de humedad, de materiales o de construcción. La intervención puede

abarcar sólo las capas asfálticas (parcheo) o comprender también las granulares o estabilizadas hasta lograr un apoyo firme (bacheo), dependiendo de la naturaleza del deterioro.

Dentro de las especificaciones del Instituto Nacional de Vías [ref. 4.1.1], las excavaciones para parcheo y bacheo están consideradas en el Artículo 465, en tanto que las operaciones para el relleno de las excavaciones se describen en los Artículos referentes a los materiales que se deban emplear en ellas, de acuerdo con la profundidad excavada.

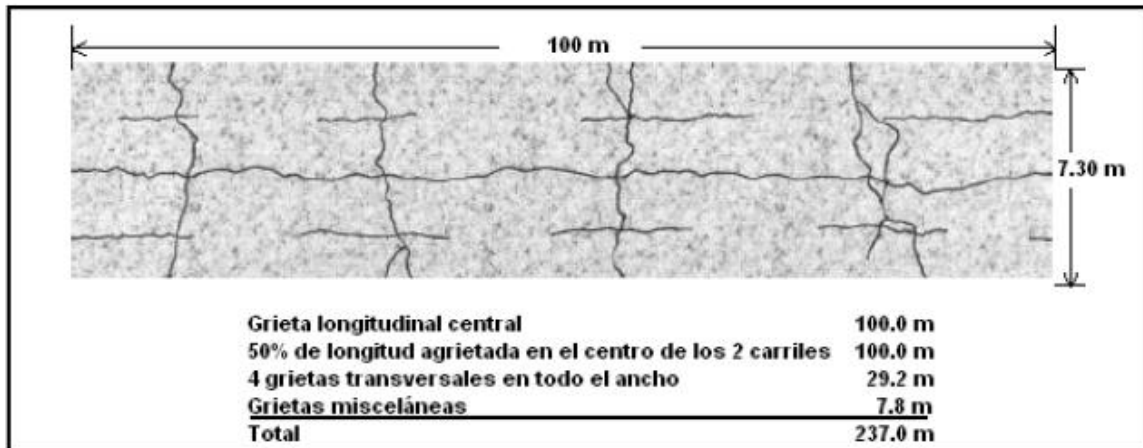
Sello de fisuras

El sello de fisuras consiste en la eventual conformación de las fisuras, su limpieza y la aplicación de un producto bituminoso sellante, en frío o en caliente, cuyas características y cantidades dependen de la abertura de ellas. El Artículo 466 de las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVÍAS, referente al sello de fisuras de pavimentos asfálticos, recomienda su aplicación solamente en aquéllas cuya abertura sea mayor de 6 milímetros. Además, sólo contempla el sello con productos de aplicación en caliente, razón por la cual el empleo de otro producto exige la elaboración de una especificación particular.

Este tratamiento es idóneo para sellar fisuras de tipo longitudinal y transversal, pero no para patrones interconectados como los del tipo piel de cocodrilo. Tampoco resulta idóneo en pavimentos semirrígidos, si en las capas no eliminadas permanecen fisuras de retracción o reflexión, caso en el cual resulta más procedente el uso de algún sistema de prevención del reflejo de grietas para minimizar el efecto perjudicial de dicha reflexión en el pavimento rehabilitado.

Existe una regla empírica, según la cual el sello puede resultar técnica y económicamente aceptable si la longitud de grietas por sellar no excede de 300 metros por hectómetro de calzada (ver ejemplo de la Figura 13). Si ella es superada, suele resultar más conveniente el uso de otras opciones de tratamiento, como parte de la estrategia de rehabilitación.

Figura 13. Hectómetro de pavimento con 237 metros de fisuras



Fuente: Guía Metodología Para El Diseño De Obras De Rehabilitación De Pavimento Asfáltico De Carreteras 2008

BIBLIOGRAFÍA

- Garcés Cárdenas, C. M., & Garro Cossio, O. M. (1997). PAVIMENTOS. división de Investigación y Asesorías Universidad de Medellin.
- Ministerio de Transportes,, I. GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS.
- Montejo Fonseca , A. (1998). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS PARA CARRETERAS. Santafé de Bogotá : Universidad Católica de Colombia ediciones y publicaciones.
- Ministerio de Transportes, Instituto Nacional de Vías, METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN Y CALIFICACIÓN DEL ESTADO DE LA RED VIAL. Subdirección de Apoyo Técnico Enero 2006.
- Pinilla Valencia, J. (2007). AUSCULTACIÓN, CALIFICACIÓN DEL ESTADO SUPERFICIAL Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA CARRETERA SECTOR PUENTE DE LA LIBERTAD – MALTERIA DESDE EL K0+000 HASTA EL K6+000.
- Armijos Salinas, Christian. (2009). EVALUACION SUPERFICIAL DE ALGUNAS CALLES DE LA CIUDAD DE LOJA.
- Plan Básico de Ordenamiento territorial del municipio de la Estrella.

**ANEXO 1 - FORMATO B1. REGISTRO DE CAMPO. INVENTARIO DE
DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFALTICO DE CARRETERA PARA EL
TRAMO 1**

**ANEXO 2 - FORMATO B1. REGISTRO DE CAMPO. INVENTARIO DE
DETERIOROS EN PAVIMENTOS ASFALTICO DE CARRETERA PARA EL
TRAMO 2**