

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
0587 – 03



MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES



REPÚBLICA DE COLOMBIA



MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS

OCTUBRE DE 2006
BOGOTÁ D.C.

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO
0587-03

MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

VOLUMEN 1 DE 1

CONTROL DEL DOCUMENTO		
ELABORADO POR: Grupo Técnico – Convenio 587 de 2003		
REVISADO POR: Ing. Gustavo Andrés Patiño López Coordinador Técnico Ing. Fidel Alonso Ovalles Camargo Subdirector General	FECHA: Octubre de 2006 Octubre de 2006	FIRMA: _____ _____
APROBADO POR: Ing. Francisco Alberto Gutiérrez Toledo Director General	FECHA: Octubre de 2006	FIRMA: _____
CONTROL DE COPIAS		
COPIA No	DESTINO	
1	Instituto Nacional de Vías - INVIAS	
2	Archivos Convenio UN – INVIAS	



REPÚBLICA DE COLOMBIA



MINISTERIO DE TRANSPORTE
INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN

1. DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES1

1.1	FISURAS	1
1.1.1	Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT)	1
1.1.2	Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT)	2
1.1.3	Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT).....	3
1.1.4	Fisuras en medialuna (FML)	4
1.1.5	Fisuras de borde (FBD).....	5
1.1.6	Fisuras en bloque (FB).....	5
1.1.7	Piel de cocodrilo (PC)	7
1.1.8	Fisuración por deslizamiento de capas (FDC).....	8
1.1.9	Fisuración incipiente (FIN).....	9
1.2	DEFORMACIONES	10
1.2.1	Ondulación (OND).....	10
1.2.2	Abultamiento (AB)	11
1.2.3	Hundimiento (HUN).....	12
1.2.4	Ahuellamiento (AHU)	13
1.3	PÉRDIDA DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA	14
1.3.1	Descascaramiento (DC).....	14
1.3.2	Baches (BCH)	14
1.3.3	Parche (PCH).....	15
1.4	DAÑOS SUPERFICIALES	17
1.4.1	Desgaste superficial (DSU).....	17
1.4.2	Pérdida de agregado (PA)	18
1.4.3	Pulimento del agregado (PU).....	19
1.4.4	Cabezas duras (CD)	19
1.4.5	Exudación (EX)	20
1.4.6	Surcos (SU).....	21
1.5	OTROS DAÑOS	21
1.5.1	Corrimiento vertical de la berma (CVB)	21
1.5.2	Separación de la berma (SB).....	22
1.5.3	Afloramiento de finos (AFI)	23
1.5.4	Afloramiento de agua (AFA)	24

2. PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS25

2.1	FORMATO DE INSPECCIÓN – PRIMERA PÁGINA.....	25
2.1.1	Parte 1 – Información General.....	25
2.1.2	Parte 2 – Deterioros.....	25
2.1.3	Parte 3 – Aclaraciones.....	30
2.1.4	Parte 4 – Geometría de la vía.....	30
2.1.5	Parte 5 – Comentarios.....	31
2.2	FORMATO DE INSPECCIÓN – SEGUNDA PÁGINA	31
2.2.1	Parte 1 – Tipos de Daño	31
2.2.2	Parte 2 – Comentarios	31
2.3	CAPTURA DE INFORMACIÓN EN EL FORMATO.....	31
2.3.1	Datos generales del corredor.....	31
2.3.2	Registro de daños, severidades y áreas.....	32
2.3.3	Aclaraciones y comentarios	34
3.	REPORTE DE DAÑOS.....	36
3.1	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	36
3.1.1	Daños en los carriles.....	36
3.1.2	Daños en bermas.....	43
3.2	REPORTE DE DAÑOS EN EL INFORME	43
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	44

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida: m).....	1
Figura 2 Fisura transversal (FT, Unidad de medida: m)	1
Figura 3. Fisura longitudinal en junta de construcción (FCL, Unidad de medida: m).....	2
Figura 4. Fisura transversal en junta de construcción (FCT, Unidad de medida: m)	3
Figura 5. Fisuras por reflexión de juntas en placas de concreto (FJL o FJT, Unidad de medida: m) .	3
Figura 6. Fisura en medialuna (FML, Unidad de medida: m ²).....	4
Figura 7. Fisuras de borde (FBD, Unidad de medida: m).....	5
Figura 8. Fisuras en bloque (FB, Unidad de medida: m ²)	6
Figura 9. Piel de cocodrilo (PC, Unidad de medida: m ²)	7
Figura 10. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC, Unidad de medida: m ²).....	8
Figura 11. Fisuración incipiente (FIN, Unidad de medida: m ²)	9
Figura 12. Ondulación (OND, Unidad de medida: m ²).....	10
Figura 13. Abultamiento (AB, Unidad de medida: m ²).....	11
Figura 14. Hundimiento (HUN, Unidad de medida: m ²).....	12
Figura 15. Ahuellamiento (AHU, Unidad de medida: m ²).....	13
Figura 16. Descascaramiento (DC, Unidad de medida: m ²).....	14

Figura 17. Bache (BCH, Unidad de medida: m ²)	15
Figura 18. Parche (PCH, Unidad de medida: m ²)	16
Figura 19. Desgaste superficial (DSU, Unidad de medida: m ²)	17
Figura 20. Pérdida de agregado (PA, Unidad de medida: m ²)	18
Figura 21. Pulimento del agregado (PU, Unidad de medida: m ²)	19
Figura 22. Cabezas duras (CD, Unidad de medida: m ²)	19
Figura 23. Exudación (EX, Unidad de medida: m ²)	20
Figura 24. Surcos (SU, Unidad de medida: m ²)	21
Figura 25. Corrimiento vertical de la berma (CV, Unidad de medida: m)	22
Figura 26. Separación de la berma (SB, Unidad de medida: Longitud)	22
Figura 27. Afloramiento de finos (AFI, Unidad de medida: número de veces que se presenta)	23
Figura 28. Afloramiento de agua (AFA, Unidad de medida: m)	24
Figura 29. Primera página del formato para el levantamiento de pavimento flexible	26
Figura 30. Segunda página del formato para el levantamiento de pavimento flexible	27
Figura 31. Ejemplo de numeración de carriles para vías de una sola calzada	28
Figura 32. Ejemplo de numeración de carriles para vías con varias calzadas	29
Figura 33. Ejemplo para el reporte de la información sobre la vía	30
Figura 34. Detalle del registro de la información básica	31
Figura 35. Detalle del registro de la geometría de la vía	32
Figura 36. Detalle del registro del deterioro mostrado en la Fotografía 1	33
Figura 37. Detalle del registro de los daños ilustrados en las Fotografías 1 a 6	34
Figura 38. Ejemplo de las aclaraciones registradas en el formato	34
Figura 39. Ejemplo de comentarios reportados en el formato	34
Figura 40. Formato de ejemplo diligenciado	35
Figura 41. Ejemplo de formato de para el procesamiento de los datos	39
Figura 42. Hoja de cálculo para el procesamiento y análisis de los datos	40
Figura 43. Detalle de la gráfica de área afectada por tramos	41
Figura 44. Descripción de las gráficas por severidad de los daños encontrados	42

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	pág.
Fotografía 1. Fisura en medialuna, severidad alta	32
Fotografía 2. Descascaramiento, severidad media	32
Fotografía 3. Corrimiento vertical de la berma, severidad alta	32
Fotografía 4. Piel de cocodrilo, severidad media	32
Fotografía 5. Fisura de borde, severidad alta	33
Fotografía 6. Fisura longitudinal en junta de construcción, severidad alta	33

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Formato para el registro de los daños en campo
- Anexo B. Formatos de campo diligenciados utilizados como ejemplo

INTRODUCCIÓN

El presente manual es una recopilación bibliográfica y de la experiencia acumulada en el desarrollo del Convenio 587 de 2003, entre la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA y el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS INVIAS, con respecto a la inspección y al reporte de los daños que se pueden encontrar en los pavimentos flexibles. Junto a esta recopilación se presenta como anexo, el formato de captura de información en campo para la evaluación del estado de estas obras, así como una serie de formatos diligenciados que pueden ser tomados como ejemplo.

El manual consta de cuatro capítulos: En el capítulo uno se presenta una descripción de los daños más comunes encontrados en pavimentos flexibles, mostrando una breve definición de los mismos, las causas que los generan, la unidad de medición, así como sus severidades y evolución probable, cuando éstas últimas están definidas. También se incluyó para cada daño una fotografía y un esquema con el fin de ilustrar y orientar la definición de los daños en campo.

En el capítulo dos se presenta un formato propuesto para el registro de los daños durante la inspección visual del pavimento, cuyo diligenciamiento se describe de manera didáctica y ordenada para facilitar el trabajo de las personas encargadas de esta labor.

En el capítulo tres se explica la forma en que deben presentarse los datos capturados en los formatos de campo dentro de un informe de daños, el cual contiene, entre otros, el reporte del área total afectada, el área total ocupada por cada daño, los sectores de vía más afectados, entre otros.

Finalmente en el capítulo cuatro se presenta la bibliografía que sirvió como base para la elaboración del presente manual.

OBJETIVOS

El presente documento pretende ser una guía para la inspección de pavimentos flexibles, dirigido a aquellas personas con formación profesional en ingeniería, que de acuerdo con su relación contractual con el Instituto Nacional de Vías, tengan como función la revisión del estado de las obras ejecutadas mediante Contratos de Obra celebrados con la entidad.

El manual contiene una serie de herramientas prácticas que pueden ser empleadas por los ingenieros, a fin de obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección visual, que permita identificar el tipo, la magnitud y severidad de los mismos, así como su localización y los sectores de vía más afectados, de acuerdo con la intervención realizada por cada contrato.

1. DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE DAÑOS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

Los daños que presenta una estructura de pavimento flexible pueden ser clasificados en cuatro categorías:

- Fisuras
- Deformaciones
- Pérdida de capas estructurales
- Daños superficiales
- Otros daños

Dentro de cada categoría existen diferentes deterioros que se originan por diversos factores, algunos de los cuales se han establecido mediante la revisión bibliográfica, y otros mediante evaluación de campo y ensayos de laboratorio. A continuación se presenta la definición de cada uno de estos deterioros, sus severidades (clasificadas en Baja, Media y Alta), la forma de medir el daño y las unidades de medida, sus posibles causas y la evolución probable, todo ello acompañado de un registro fotográfico que permite al lector tener una idea más clara de los daños que se pueden encontrar durante una inspección visual típica. La abreviatura con la cual se registrará cada tipo de daño en el formato de campo aparece entre paréntesis.

1.1 FISURAS

1.1.1 Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT). Corresponden a discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicio de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado. La localización de las fisuras dentro del carril puede ser un buen indicativo de la causa que las generó, ya que aquellas que se encuentran en zonas sujetas a carga pueden estar relacionadas con problemas de fatiga de toda la estructura o de alguna de sus partes.

Figura 1. Fisura longitudinal (FL, Unidad de medida: m)

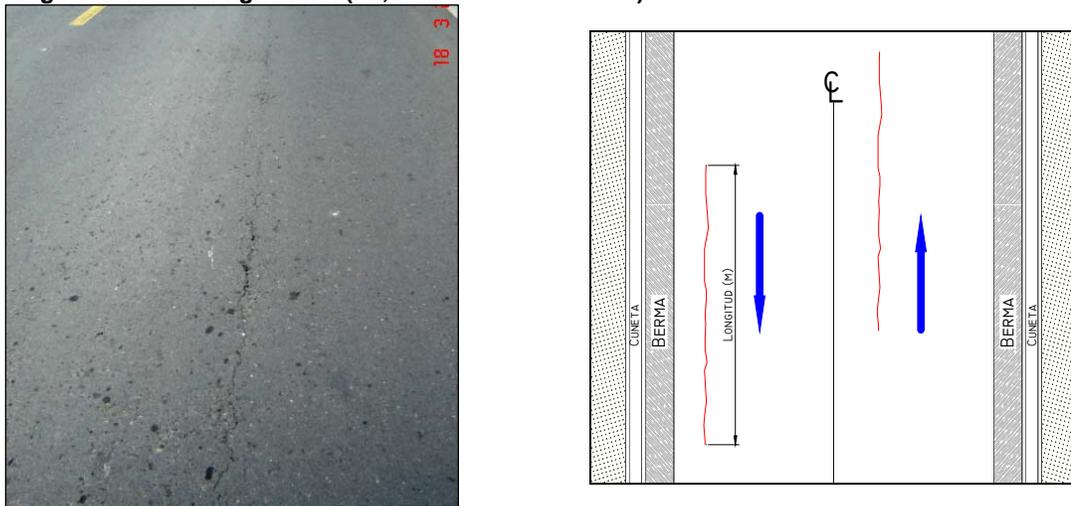
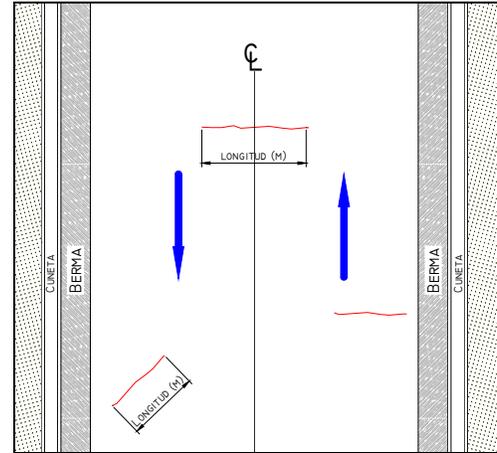


Figura 2 Fisura transversal (FT, Unidad de medida: m)



Causas:

Las causas más comunes a ambos tipos de fisuras, son:

- Rigidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler¹, o al envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a 30°).
- Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes.

Otra causa para la conformación de Fisuras Longitudinales es:

- Fatiga de la estructura, usualmente se presenta en las huellas del tránsito.

Otras causas para la conformación de Fisuras Transversales son:

- Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante.
- Riego de liga insuficiente o ausencia total.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura.

Severidades:

- Baja: Abertura de la fisura menor que 1 mm, cerrada o con sello en buen estado.
- Media: Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden existir algunas fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos y pueden presentar desportillamientos leves; existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ellas.
- Alta: Abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos, puede causar movimientos bruscos a los vehículos.

¹ Filler: material de origen mineral, no arcilloso, que pasa tamiz No. 200.

Unidad de medición: Se miden en metros (m). Es posible determinar el área de afectación por este deterioro en metros cuadrados (m^2) multiplicando la longitud total de fisuras por un ancho de referencia establecido en 0,6 m, esto para los fines del análisis del área total afectada (ver Capítulo 3).

Cuando en una misma fisura existan diferentes severidades, de ser posible se reportará la longitud correspondiente a cada severidad, de lo contrario se reportará la longitud total de la fisura con el mayor nivel de severidad presente.

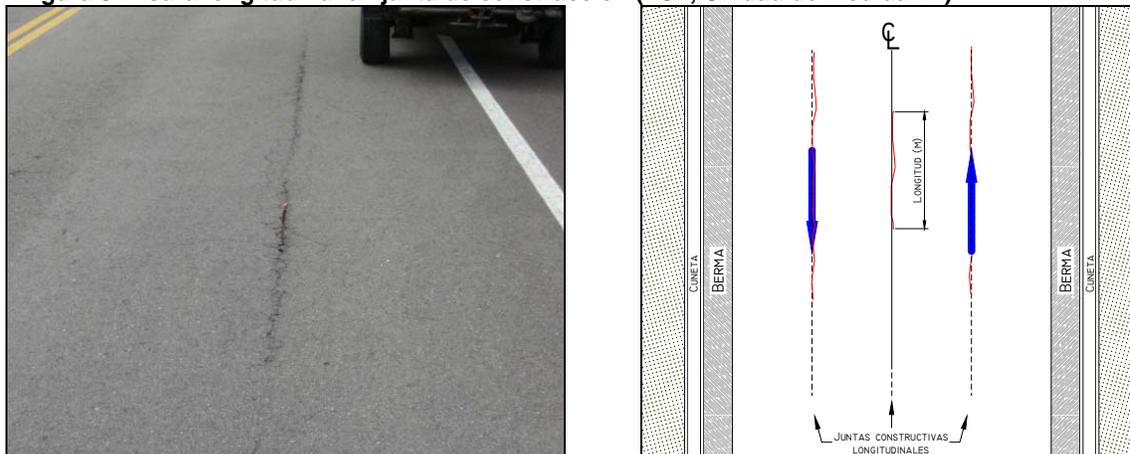
Cuando existan varias fisuras muy cercanas, se reportará el área total afectada en metros cuadrados (m^2), de ser posible por severidad, de lo contrario, asignando a toda el área la mayor severidad encontrada.

Las fisuras diagonales se clasifican dentro de la categoría de fisuras transversales.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, desintegración, descascaramientos, asentamientos longitudinales o transversales (por el ingreso del agua), fisuras en bloque.

1.1.2 Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT). Corresponden a fisuras longitudinales o transversales generadas por la mala ejecución de las juntas de construcción de la carpeta asfáltica o de las juntas en zonas de ampliación. Se localizan generalmente en el eje de la vía, coincidiendo con el ancho de los carriles, zonas de ensanche y en zonas de unión entre dos etapas de colocación de pavimento asfáltico.

Figura 3. Fisura longitudinal en junta de construcción (FCL, Unidad de medida: m)



Causas:

- Carencia de ligante en las paredes de la junta.
- Deficiencia en el corte vertical de las franjas construidas con anterioridad.
- Deficiencias de compactación en la zona de la junta.
- Unión entre materiales de diferente rigidez.

Figura 4. Fisura transversal en junta de construcción (FCT, Unidad de medida: m)



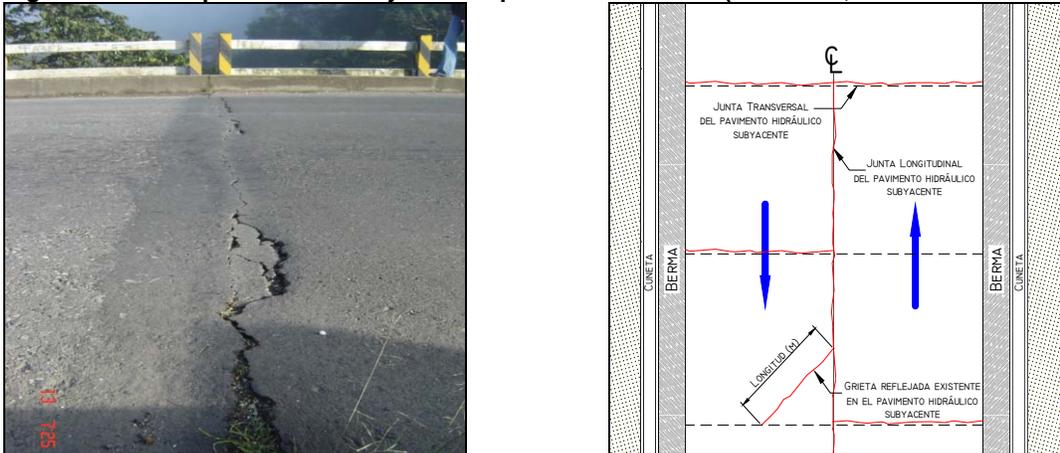
Severidades y Unidad de medición: Aplican los mismos criterios mencionados para fisuras longitudinales y transversales.

Evolución probable: Pérdida de agregado, descascaramientos, asentamientos longitudinales o transversales, piel de cocodrilo, desportillamientos.

1.1.3 Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT).

Este tipo de daño se presenta cuando existe una capa de concreto asfáltico sobre placas de concreto rígido; tales fisuras aparecen por la proyección en superficie de las juntas de dichas placas, en cuyo caso presentan un patrón regular, o también cuando existen grietas en las placas de concreto rígido que se han reflejado hasta aparecer en la superficie presentando un patrón irregular.

Figura 5. Fisuras por reflexión de juntas en placas de concreto (FJL o FJT, Unidad de medida: m)



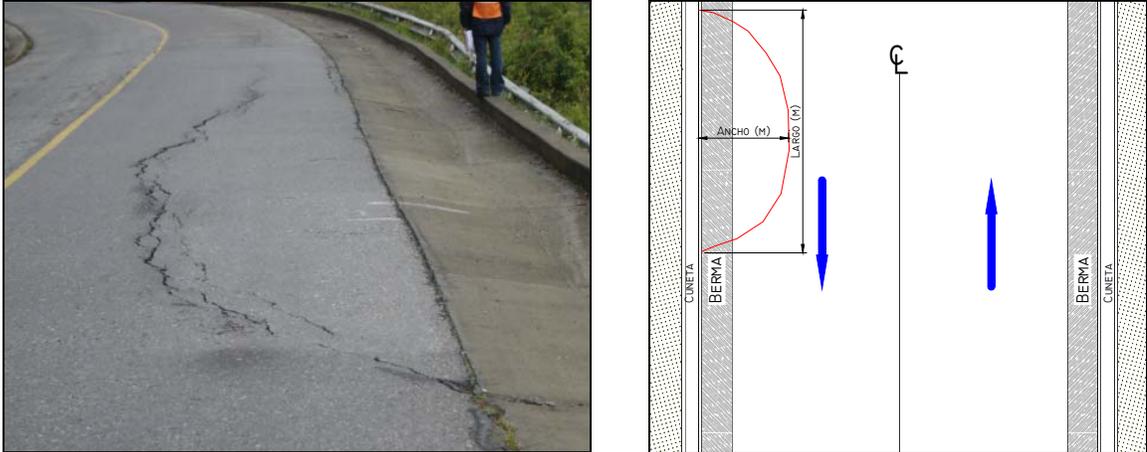
Causas: Son generadas por los movimientos de las juntas entre las placas de concreto rígido o de los bloques formados por las grietas existentes en éste, debido a los cambios de temperatura y de humedad. Generalmente no se atribuyen a las cargas de tránsito, aunque éstas pueden provocar fisuración en las zonas aledañas incrementando la severidad del daño.

Severidades y Unidad de medición: Aplican los mismos criterios que para fisuras longitudinales y transversales.

Evolución probable: Fisuras en bloque, descascaramientos, baches.

1.1.4 Fisuras en medialuna (FML). Son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banca por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos.

Figura 6. Fisura en medialuna (FML, Unidad de medida: m²)



Causas:

En general, este tipo de fisuras se producen por inestabilidad de la banca o por efectos locales de desecación, aunque entre otras causas se pueden mencionar las siguientes:

- Falla lateral del talud en zonas de terraplén.
- Falla del talud en zonas de corte a media ladera.
- Ausencia o falla de obras de contención de la banca.
- Desecación producida por la presencia de árboles muy cerca al borde de la vía.
- Consolidación de los rellenos que acompañan las obras de contención.

Severidades: Aplica el criterio establecido para fisuras longitudinales y transversales.

Unidad de medición: Se debe registrar el área que abarca la media luna en metros cuadrados (m²), correspondiente a la longitud de vía afectada multiplicada por el ancho de afectación de la fisura, asignando el grado de severidad correspondiente. Si en la zona también se presenta un hundimiento es necesario reportar su flecha máxima y anotar en las aclaraciones (ver formato para el registro de daños, Capítulo 2) que está relacionado con la fisura en medialuna.

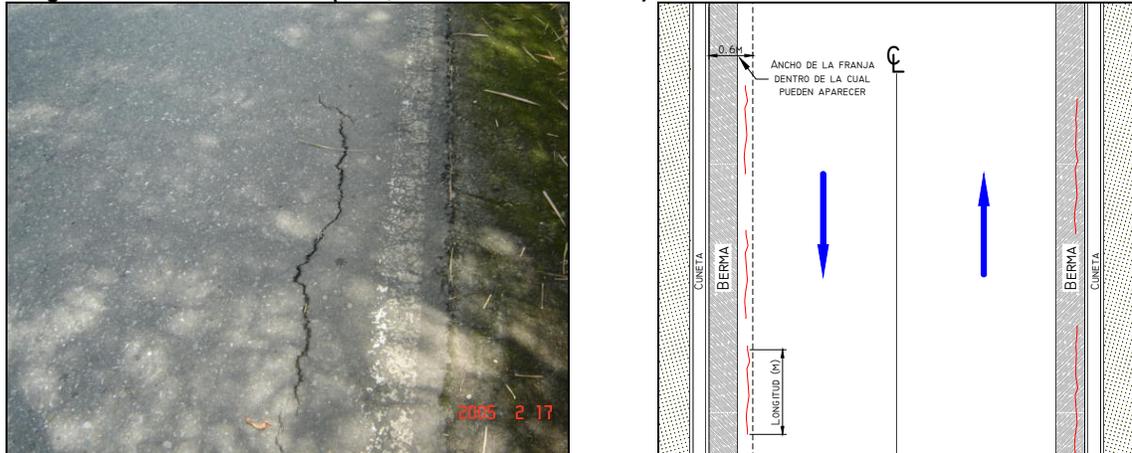
También se debe registrar si la fisura afecta la berma o la cuneta. Para el análisis del área afectada solo se incluyen en el cálculo los daños en el pavimento (ver capítulo 3).

Evolución probable: Ampliación del proceso (aumento del área afectada), aumento del hundimiento, pérdida de la banca.

1.1.5 Fisuras de borde (FBD). Corresponden a fisuras con tendencia longitudinal a semicircular localizadas cerca del borde de la calzada, se presentan principalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel entre la berma y la calzada.

Generalmente se localizan dentro de una franja paralela al borde, con ancho de hasta $0,6 \text{ m}^2$.

Figura 7. Fisuras de borde (FBD, Unidad de medida: m)



Causas: La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de berma insuficientes o sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa generalmente se encuentran a distancias entre 0,3 m a 0,6 m del borde de la calzada.

Severidades y unidad de medición: Aplican los mismos criterios que para fisuras longitudinales y transversales.

Evolución probable: Desprendimiento del borde o descascaramiento.

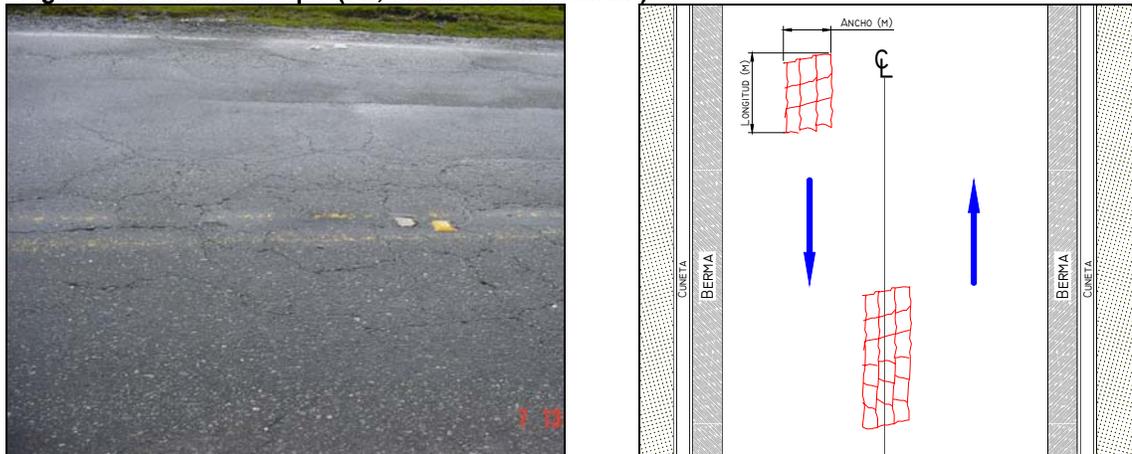
1.1.6 Fisuras en bloque (FB). Cuando se presenta este tipo de daño la superficie del asfalto es dividida en bloques de forma aproximadamente rectangular. Los bloques tienen lado promedio mayor que $0,30 \text{ m}^3$.

Este deterioro difiere de la piel de cocodrilo en que esta última aparece en áreas sometidas a carga, mientras que los bloques aparecen usualmente en áreas no cargadas. Sin embargo, es usual encontrar fisuras en bloque que han evolucionado en piel de cocodrilo por acción del tránsito. Por otra parte, la piel de cocodrilo generalmente está formada por bloques con más lados y ángulos agudos.

² U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program. Publication No. FHWA – RD -03 - 031. June 2003.

³ CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. En Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras. Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN), Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). Guatemala: 2000. v.3.

Figura 8. Fisuras en bloque (FB, Unidad de medida: m²)



Causas:

- La fisuración en bloque es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo cual se traduce en ciclos de esfuerzo - deformación sobre la mezcla. La presencia de este tipo de fisuras indica que el asfalto se ha endurecido significativamente, lo cual sucede debido al envejecimiento de la mezcla o al uso de un tipo de asfalto inadecuado para las condiciones climáticas de la zona.
- Reflejo de grietas de contracción provenientes de materiales estabilizados utilizados como base.
- Combinación del cambio volumétrico del agregado fino de la mezcla asfáltica con el uso de un asfalto de baja penetración.

Severidades:

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

Unidad de medición: Se registra el área de superficie de pavimento afectada en metros cuadrados (m²). Puede existir un área en la que se presenten diferentes severidades, caso en el que se registra el área correspondiente a cada una, de ser posible, o de lo contrario se registra toda el área afectada y se asigna el mayor grado de severidad.

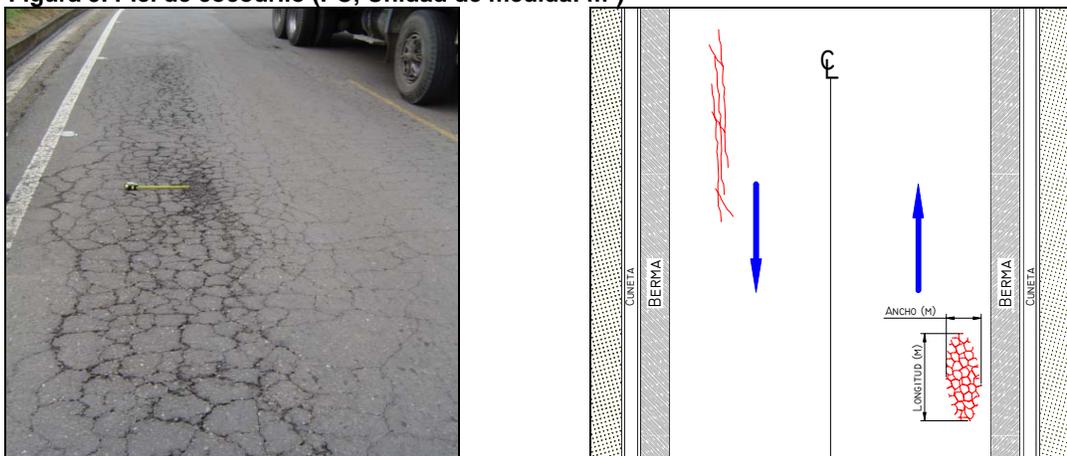
También es posible que este tipo de daño se combine con pieles de cocodrilo, caso en el que se debe registrar cada daño por separado.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, descascaramientos.

1.1.7 Piel de cocodrilo (PC). Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo. Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio menor que 30 cm.

La piel de cocodrilo ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo, es usual encontrar este daño en otras zonas donde se han generado deformaciones en el pavimento que no están relacionadas con la falla estructural (por tránsito o por deficiencia de espesor de las capas) sino con otros mecanismos como por ejemplo problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, entre otras. Este tipo de daño no es común en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido.

Figura 9. Piel de cocodrilo (PC, Unidad de medida: m²)



Causas: La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- Espesor de estructura insuficiente.
- Deformaciones de la subrasante.
- Rigidización de la mezcla asfáltica en zonas de carga (por oxidación del asfalto o envejecimiento).
- Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares.
- Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).
- Reparaciones mal ejecutadas, deficiencias de compactación, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.

Todos estos factores pueden reducir la capacidad estructural o inducir esfuerzos adicionales en cada una de las capas del pavimento, haciendo que ante el paso del tránsito se generen deformaciones que no son admisibles para el pavimento que se pueden manifestar mediante fisuración.

Severidades:

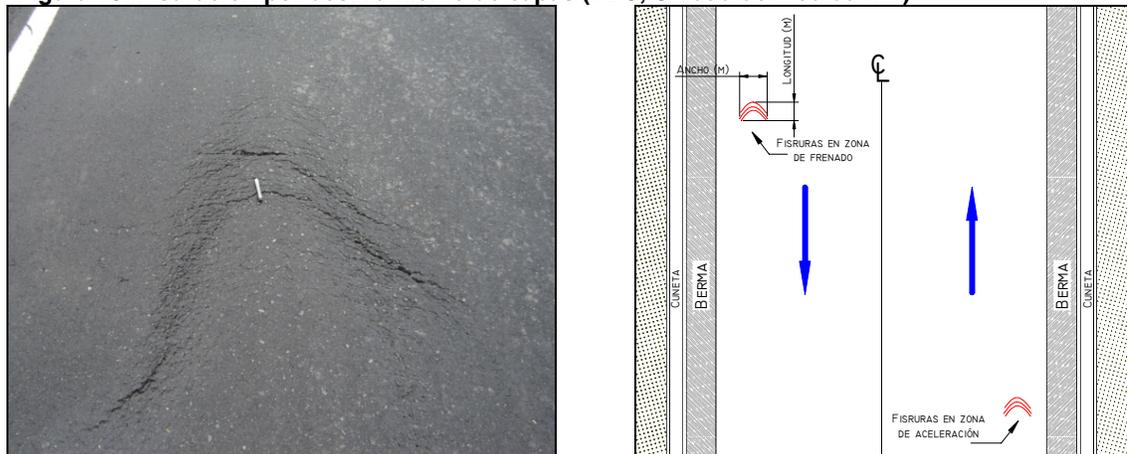
- Baja: Serie de fisuras longitudinales paralelas (pueden llegar a tener aberturas de 3 mm), principalmente en la huella, que no presentan desportillamiento, con pocas o ninguna conexión entre ellas y no existe evidencia de bombeo.
- Media: Las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos,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

Unidad de medición: Se reporta el área afectada en metros cuadrados (m^2). Cuando en un área se combinen varias severidades y no sea fácil diferenciar las áreas correspondientes a cada una, se reporta el área completa asignándole la mayor severidad que se presente.

Evolución probable: Deformaciones, descascaramientos, baches.

1.1.8 Fisuración por deslizamiento de capas (FDC). Corresponden a fisuras en forma de semicírculo o medialuna, con curvaturas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento (al acelerar o frenar). Este tipo de fisuras se genera por acción del arranque o frenado de los vehículos lo que conlleva a que la superficie del pavimento se deslice y se deforme. Usualmente aparecen en zonas montañosas, en curvas o en intersecciones.

Figura 10. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC, Unidad de medida: m^2)



Causas: Estas fisuras se presentan usualmente cuando existe una mezcla en la superficie de baja resistencia o por la escasa adherencia entre las capas superficiales de la estructura del pavimento. Se pueden generar ante el paso de tránsito muy pesado y muy lento, en zonas de frenado y acelerado de los vehículos.

Otras causas pueden ser:

- Espesores de carpeta muy bajos.

- Alto contenido de arena en la mezcla asfáltica⁴.
- Exceso de ligante o presencia de polvo durante la ejecución del riego de liga.
- Carencia de penetración de la imprimación en bases granulares

Severidades: El nivel de severidad asignado será similar al de las fisuras longitudinales y transversales, teniendo en cuenta además lo siguiente:

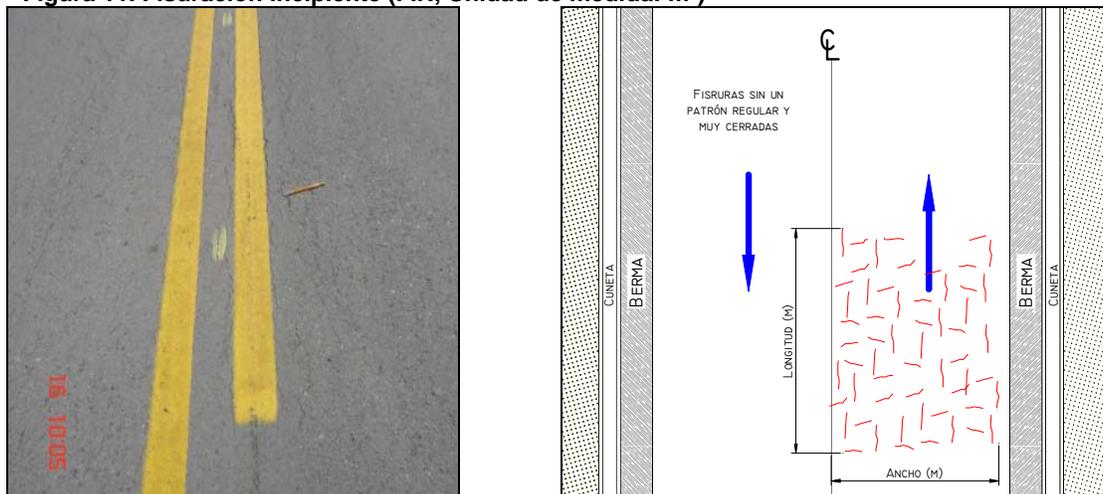
- Baja: Abertura máxima de las fisuras menor que 1 mm.
- Media: Abertura máxima de las fisuras entre 1 mm y 3mm, pueden existir agrietamientos alrededor de las fisuras, con aberturas menores a 1 mm.
- Alta: Abertura máxima de las fisuras mayor a 3 mm, pueden existir agrietamientos entre las fisuras y en la zona aledaña, con aberturas mayores que 1 mm.

Unidad de medición: Se debe reportar el área afectada por este tipo de deterioro en metros cuadrados (m²) con la mayor severidad presente.

Evolución probable: Descascaramientos, baches, hundimientos, abultamientos.

1.1.9 Fisuración incipiente (FIN). La fisuración incipiente corresponde a una serie de fisuras contiguas y cerradas, que generalmente no se interceptan. Suelen afectar el concreto asfáltico de manera superficial. Por ser daños muy leves no poseen niveles de severidad asociados.

Figura 11. Fisuración incipiente (FIN, Unidad de medida: m²)



Causas:

- Diferencia de temperatura entre la mezcla y el medio ambiente en el momento de la colocación (temperatura ambiente baja).
- Lluvia durante la colocación del concreto asfáltico.

⁴ CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. En Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras. Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN), Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). Guatemala: 2000. v.3.

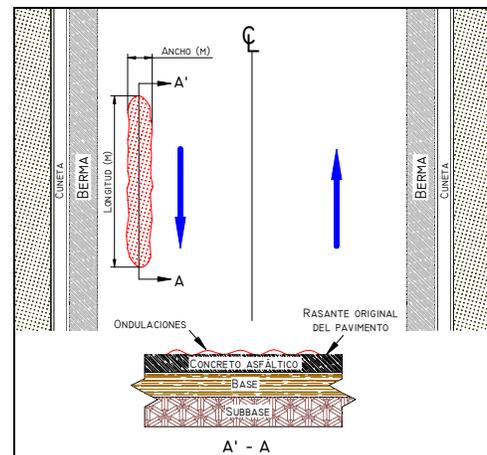
Unidad de medición: Se registra el área afectada en metros cuadrados (m^2), no tiene grados de severidad asociados.

Evolución probable: Piel de cocodrilo de pequeños bloques, pérdida de agregados, fisuras en bloque.

1.2 DEFORMACIONES

1.2.1 Ondulación (OND). También conocida como corrugación o rizado, es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores que 1,0 m.

Figura 12. Ondulación (OND, Unidad de medida: m^2)



Causas: La ondulación es una deformación plástica de la capa asfáltica, debido generalmente a una pérdida de estabilidad de la mezcla en climas cálidos por mala dosificación del asfalto, uso de ligantes blandos o agregados redondeados. Muchos de los casos suelen presentarse en las zonas de frenado o aceleración de los vehículos.

Otra causa puede estar asociada a un exceso de humedad en la subrasante, en cuyo caso el daño afecta toda la estructura del pavimento. Además también puede ocurrir debido a la contaminación de la mezcla asfáltica con finos o materia orgánica.

Bajo este contexto, las causas más probables son:

- Pérdida de estabilidad de la mezcla asfáltica.
- Exceso de compactación de la carpeta asfáltica.
- Exceso o mala calidad del asfalto.
- Insuficiencia de triturados (caras fracturadas).
- Falta de curado de las mezclas en la vía.
- Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento.
- Deslizamiento de la capa de rodadura sobre la capa inferior por exceso de riego de liga.

Severidades:

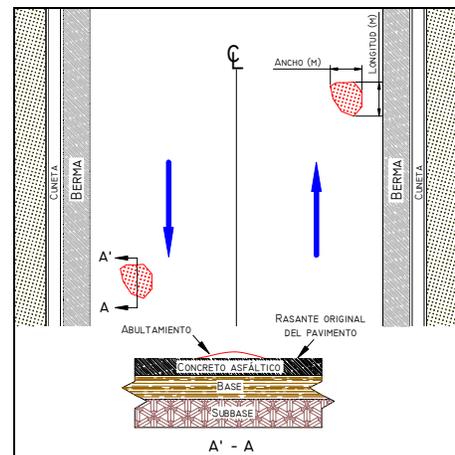
- Baja: Profundidad máxima menor que 10 mm, causa poca vibración al vehículo, la cual no genera incomodidad al conductor.
- Media: Profundidad máxima entre 10 mm y 20 mm, causa una mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- Alta: Profundidad máxima mayor que 20 mm, causa una vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

Unidad de medición: La ondulación se mide en metros cuadrados (m^2) de área afectada.

Evolución probable: Exudación, ahuellamiento.

1.2.2 Abultamiento (AB). Este deterioro se asigna a los “abombamientos” o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento. Pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente en áreas grandes, acompañados en algunos casos por fisuras.

Figura 13. Abultamiento (AB, Unidad de medida: m^2)



Causas: Se generan principalmente por la expansión de la subrasante o en capas de concreto asfáltico colocado sobre placas de concreto rígido, el cual se deforma al existir presiones bajo la capa asfáltica (como las generadas por procesos de bombeo).

También puede corresponder a una ondulación localizada, generada por las mismas causas indicadas en el numeral 1.2.1.

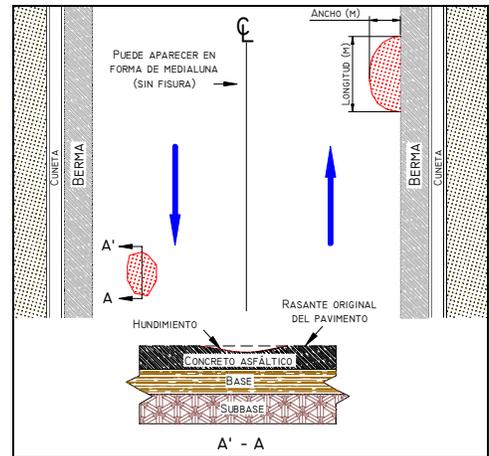
Severidades y unidad de medición: Aplican los mismos criterios establecidos para la ondulación.

Evolución probable: Fisuración, desprendimientos, exudación, ahuellamiento.

1.2.3 Hundimiento (HUN). Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidroplaneo. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal o transversal al eje de la vía, o pueden tener forma de medialuna, en cualquier caso, el reporte del daño debe incluir en las aclaraciones (ver formato de campo en el Capítulo 2) la orientación o la forma del hundimiento, si es fácilmente identificable en campo.

Figura 14. Hundimiento (HUN, Unidad de medida: m²)



Causas: Existen diversas causas que producen hundimientos las cuales están asociadas con problemas que en general afectan toda la estructura del pavimento:

- Asentamientos de la subrasante.
- Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes.
- Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares.
- Diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.
- Deficiencias de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada.
- Inestabilidad de la banca.
- Circulación de tránsito muy pesado.

Severidades:

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

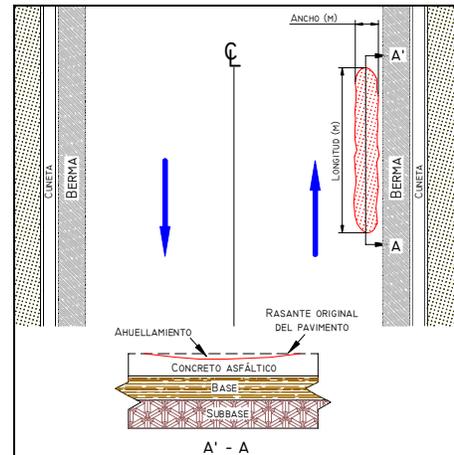
Unidad de medición: Se cuantifica el área afectada en metros cuadrados (m²).

Evolución probable: Fisuración, desprendimientos, movimientos en masa.

1.2.4 Ahuellamiento (AHU). El ahuellamiento es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de fisuración.

Un ahuellamiento significativo puede llevar a la falla estructural del pavimento y posibilitar el hidroplaneo por almacenamiento de agua.

Figura 15. Ahuellamiento (AHU, Unidad de medida: m²)



Causas: El ahuellamiento ocurre principalmente debido a una deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la subrasante, generada por deformación plástica del concreto asfáltico o por deformación de la subrasante debido a la fatiga de la estructura ante la repetición de cargas.

La deformación plástica de la mezcla asfáltica tiende a aumentar en climas cálidos, y también puede darse por una compactación inadecuada de las capas durante la construcción, por el uso de asfaltos blandos o de agregados redondeados.

Además, la falla estructural del pavimento puede manifestarse con daños de este tipo debido a una deficiencia de diseño, la cual se manifiesta cuando la vía está sometida a cargas de tránsito muy altas.

Severidades:

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

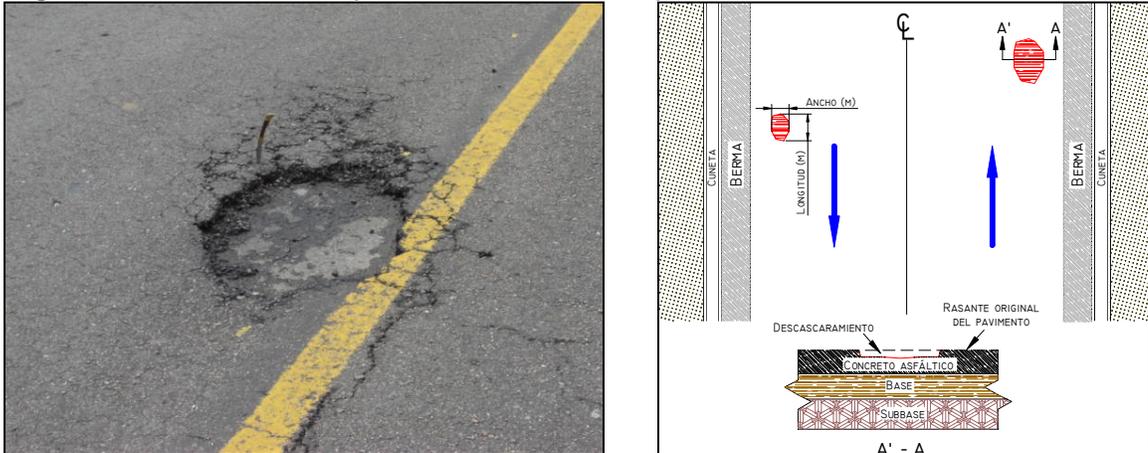
Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) de área afectada, asignando la severidad de acuerdo con la zona de mayor profundidad.

Evolución probable: Piel de cocodrilo, desprendimientos.

1.3 PÉRDIDA DE LAS CAPAS DE LA ESTRUCTURA

1.3.1 Descascaramiento (DC). Este deterioro corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes.

Figura 16. Descascaramiento (DC, Unidad de medida: m²)



Causas:

- Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales.
- Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.
- Riego de liga deficiente.
- Mezcla asfáltica muy permeable.

Severidades:

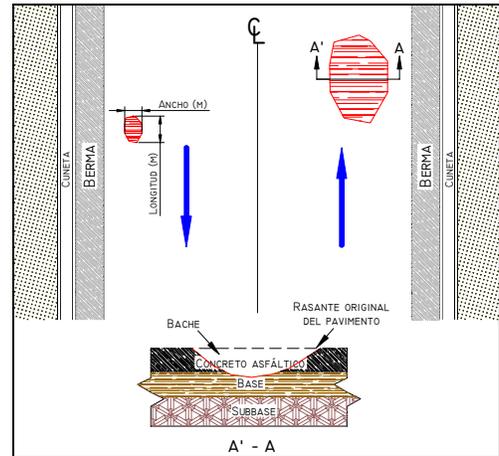
- Baja: Profundidad menor que 10 mm.
- Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.
- Alta: Profundidad mayor que 25 mm.

Unidad de medición: Se registra el área afectada para cada severidad en metros cuadrados (m²).

Evolución probable: piel de cocodrilo, bache.

1.3.2 Baches (BCH). Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentran los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales.

Figura 17. Bache (BCH, Unidad de medida: m²)



Causas: Este tipo de deterioro puede presentarse por la retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento. Este deterioro ocurre siempre como evolución de otros daños, especialmente de piel de cocodrilo.

También es consecuencia de algunos defectos constructivos (por ejemplo, carencia de penetración de la imprimación en bases granulares) o de una deficiencia de espesores de capas estructurales. Puede producirse también en zonas donde el pavimento o la subrasante son débiles.

Severidades: Se pueden clasificar por profundidad, así:

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

Unidad de medición: Se miden en metros cuadrados (m²) de área afectada, registrando la mayor severidad existente.

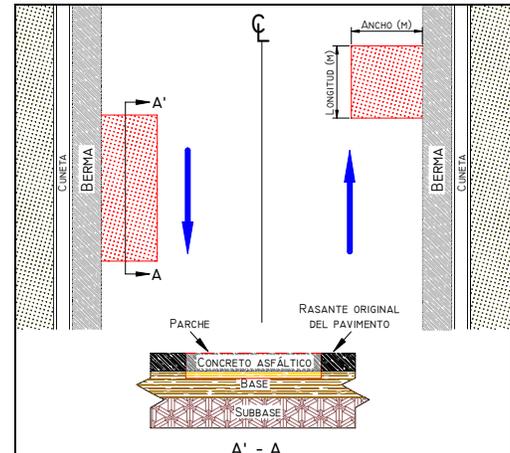
Evolución probable: Destrucción de la estructura.

1.3.3 Parche (PCH). Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (acueducto, gas, etc.).

A pesar de que dicha área puede no presentar daños en el momento de la inspección, es necesario reportar su extensión porque indica la existencia de un deterioro anterior. Aunque para el registro de los daños en el formato de campo estas intervenciones se reportan como parches, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

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

Figura 18. Parche (PCH, Unidad de medida: m²)



Causas: Las causas del deterioro propio del parche pueden establecerse teniendo en cuenta el tipo de daño que presente. Sin embargo, pueden estar asociadas principalmente a:

- Procesos constructivos deficientes.
- Progresión del daño inicial por el cual debió realizarse el parcheo (cuando la intervención fue inadecuada para solucionar el problema).
- Deficiencias en las juntas.
- Propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche.

Severidades:

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

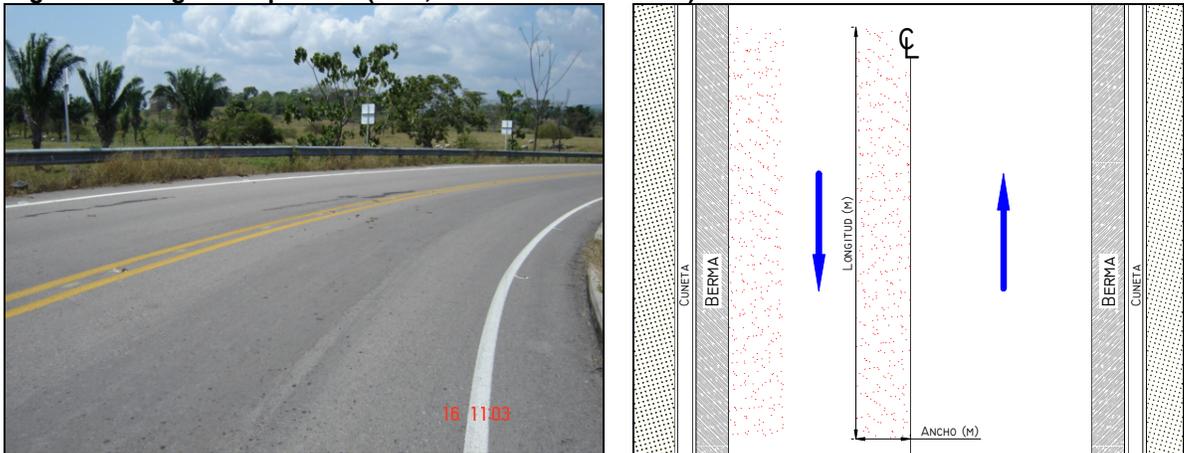
Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²). Para el reporte del daño es necesario anotar el área del parche y cuando éste sea muy grande y no presente afectación en toda su longitud, se reporta además el área afectada en la parte del formato correspondiente al área de reparación (ver formato en el Capítulo 2); también debe anotarse en las aclaraciones el tipo de daños presentes en el parche y en las zonas aledañas a él, si éstas últimas están afectadas.

Evolución probable: De acuerdo con la naturaleza del daño. Sin embargo, puede existir una aceleración del deterioro general del pavimento.

1.4 DAÑOS SUPERFICIALES

1.4.1 Desgaste superficial (DSU). Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero. Suele encontrarse en las zonas por donde transitan los vehículos. Este daño provoca aceleración del deterioro del pavimento por acción del medio ambiente y del tránsito.

Figura 19. Desgaste superficial (DSU, Unidad de medida: m²)



Causas: El desgaste superficial generalmente es un deterioro natural del pavimento, aunque si se presenta con severidades medias o altas a edades tempranas puede estar asociado a un endurecimiento significativo del asfalto.

Puede generarse también por las siguientes causas:

- Falta de adherencia del asfalto con los agregados.
- Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla.
- Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos además del tránsito.

Severidades:

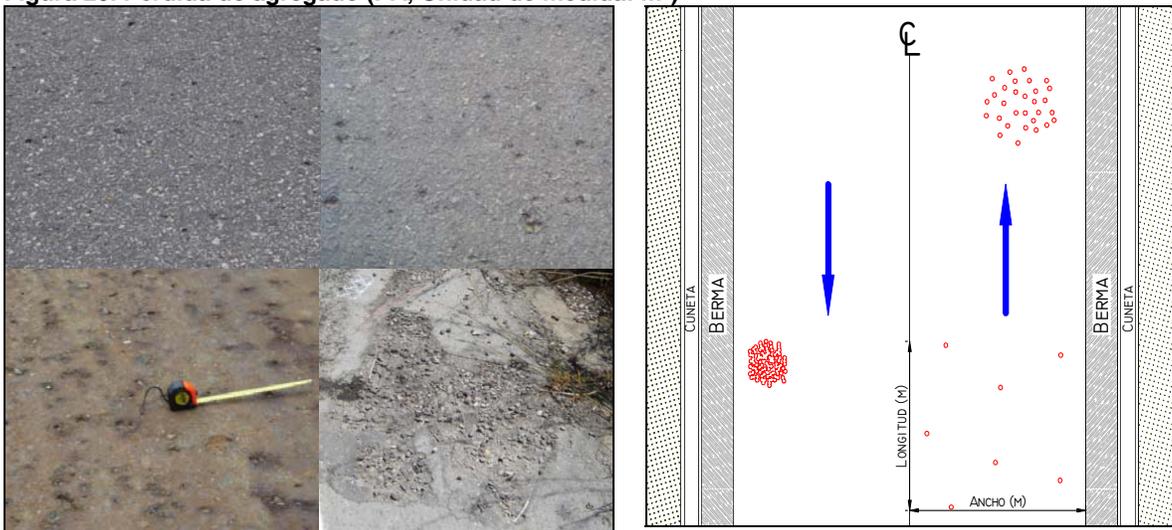
- Baja: Cuando la superficie ha perdido su textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3 mm aproximadamente.
- Media: Cuando la profundidad de las irregularidades es mayor de 3 mm y llega a 10 mm. Se observan las partículas de agregado grueso, y se siente la vibración y una diferencia de sonido de las llantas al transitar sobre el pavimento.
- Alta: Si en la superficie ha comenzado a producirse la desintegración superficial de la capa de rodadura y se presentan desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²).

Evolución probable: Pérdida de agregado.

1.4.2 Pérdida de agregado (PA). Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Este tipo de daño es común en tratamientos superficiales, caso en el que pueden aparecer estrías en la dirección del riego y debe ser reportado como surcos (ver subsección 1.4.6).

Figura 20. Pérdida de agregado (PA, Unidad de medida: m²)



Causas:

- Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales.
- Problemas de adherencia entre agregado y asfalto.
- Uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes.
- Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfáltico.
- Endurecimiento significativo del asfalto.
- Deficiencia de compactación de la carpeta asfáltica.
- Contaminación de la capa de rodadura con aceite, gasolina y otros.

Severidades:

- Baja: Los agregados gruesos han comenzado a desprenderse y se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15 m.
- Media: Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.
- Alta: Existe desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0.05 m, haciendo la superficie muy rugosa y se observan agregados sueltos.

Unidad de medición: Se registra el área afectada de acuerdo con la severidad predominante, en metros cuadrados (m²).

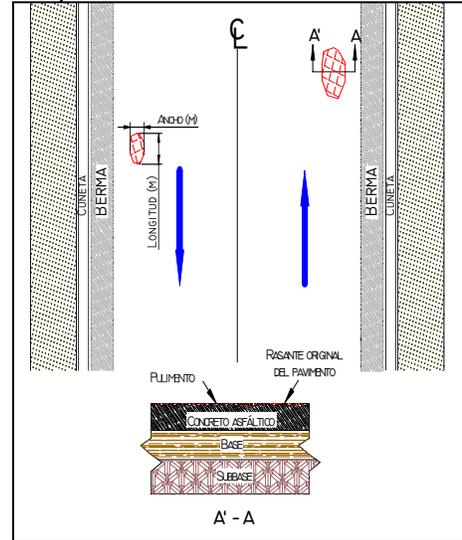
Evolución probable: Descascaramientos, aumento de la permeabilidad de la estructura, exudación.

1.4.3 Pulimento del agregado (PU). Este daño se evidencia por la presencia agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares, en ambos casos se puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

Figura 21. Pulimento del agregado (PU, Unidad de medida: m²)



Nota: Tomado de U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program.

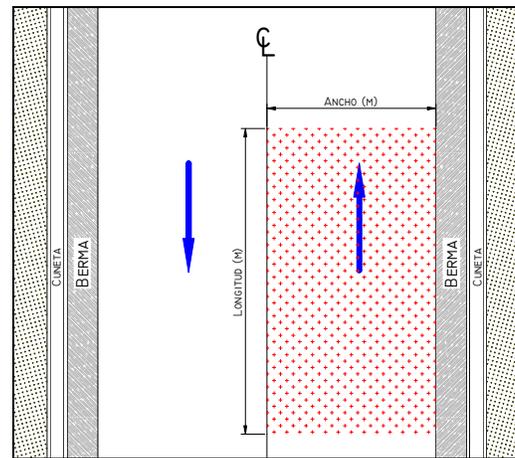


Causas: La causa de este tipo de daño radica en una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimento (un ejemplo de esto son las calizas).

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m²) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

1.4.4 Cabezas duras (CD). Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor.

Figura 22. Cabezas duras (CD, Unidad de medida: m²)



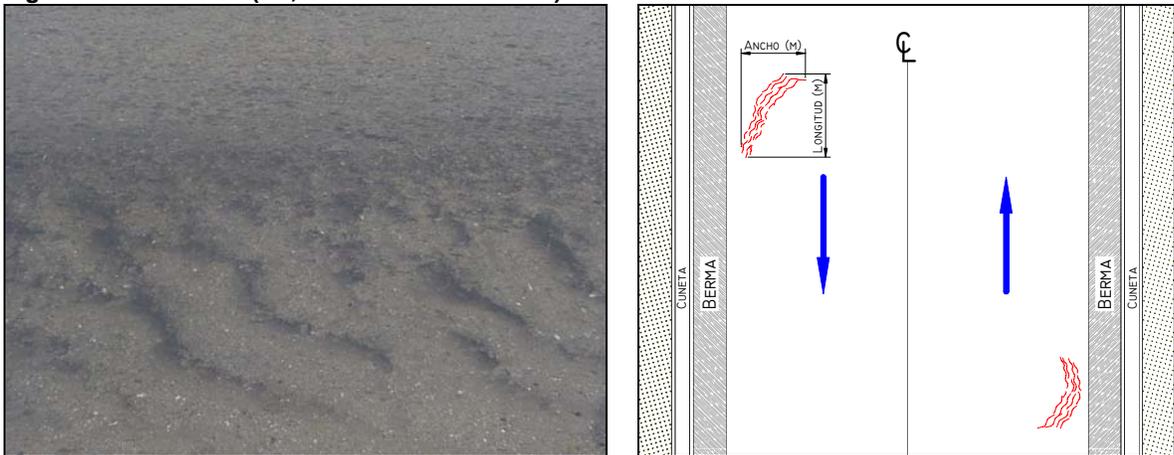
Causas:

- Uso de agregados gruesos con tamaño inadecuado.
- Distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas.
- Segregación de los agregados durante su manejo en obra.
- Heterogeneidad en la dureza de los agregados.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m^2) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

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

Figura 23. Exudación (EX, Unidad de medida: m^2)



Causas: La exudación se genera cuando la mezcla tiene cantidades excesivas de asfalto haciendo que el contenido de vacíos con aire de la mezcla sea bajo; sucede especialmente durante épocas o en zonas calurosas. También puede darse por el uso de asfaltos muy blandos o por derrame de ciertos solventes.

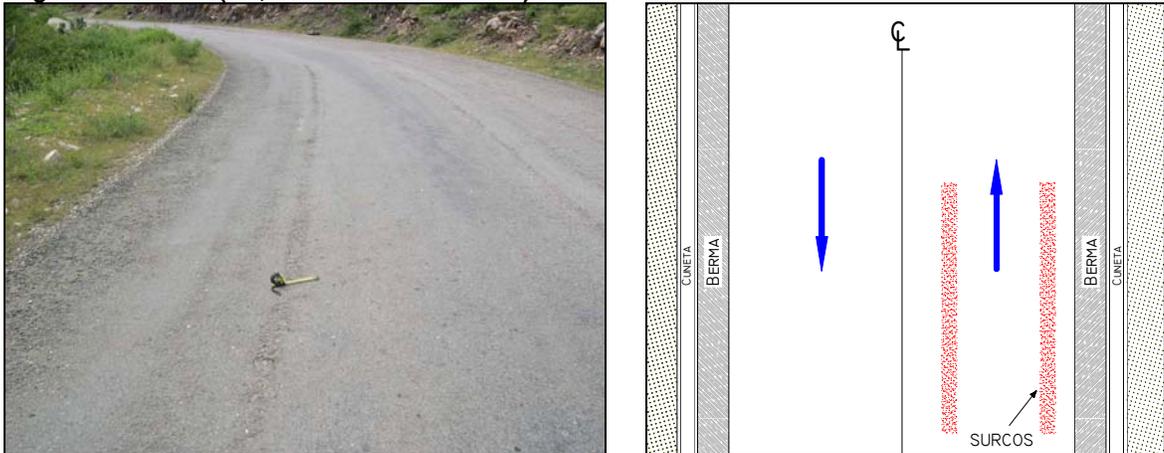
Severidades: Puede clasificarse de acuerdo con el espesor de la película de asfalto exudado (teniendo en cuenta qué tanto se han cubierto los agregados superficiales):

- Baja: La exudación se hace visible en la superficie, aunque en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.
- Media: Apariencia característica, con exceso de asfalto libre que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en las huellas del tránsito; se torna pegajoso en los climas cálidos.
- Alta: Presencia de una cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, lo que le da un aspecto húmedo de intensa coloración negra y se torna pegajoso en los climas cálidos.

Unidad de medición: Este tipo de daños es medido en metros cuadrados (m^2) de acuerdo a la severidad.

1.4.6 Surcos (SU). Corresponde a franjas o canales longitudinales donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica.

Figura 24. Surcos (SU, Unidad de medida: m^2)



Causas: En tratamientos superficiales se da por distribución transversal defectuosa del ligante bituminoso o del agregado, lo cual genera el desprendimiento de los agregados; en concreto asfáltico está relacionado con la erosión producida por agua en zonas de alta pendiente.

Unidad de medición: Se mide en metros cuadrados (m^2) y no tiene ningún grado de severidad asociado.

Evolución probable: Pérdida de agregado, descascaramiento, bache.

1.5 OTROS DAÑOS

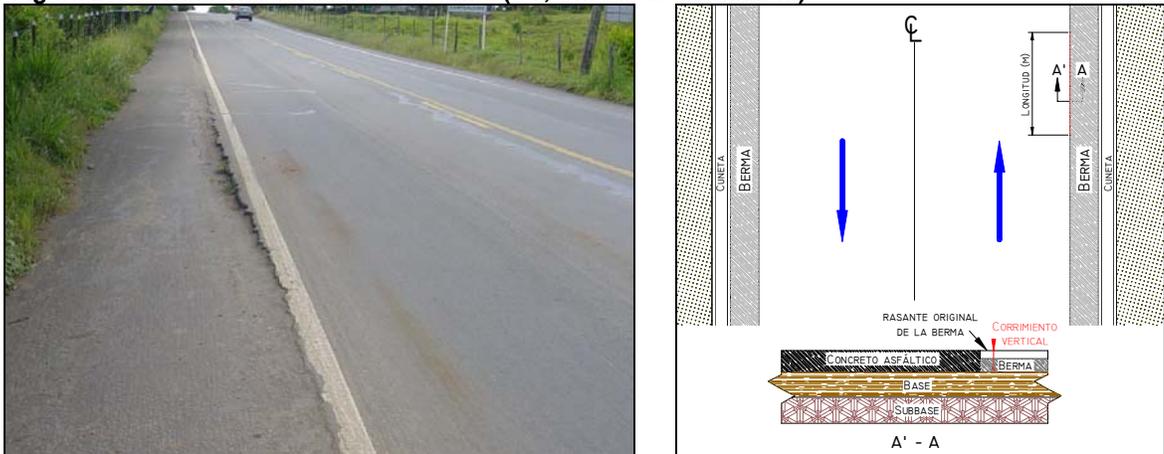
Además de los daños definidos hasta el momento existen otros que pueden aparecer como consecuencia de los primeros, conocidos como afloramientos, los cuales ocurren principalmente debido a la presencia o infiltración de agua en la estructura.

De otra parte, se debe tener en cuenta que la berma puede presentar cualquiera de los daños mencionados hasta aquí, en cuyo caso se reporta el daño encontrado adicionando una B a la sigla del daño correspondiente; además, también pueden existir daños asociados con problemas en la junta entre el pavimento y la berma.

Tanto los afloramientos como los daños en la junta pavimento – berma se definen a continuación.

1.5.1 Corrimiento vertical de la berma (CVB). Corresponde a una diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma. Permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento, provocando su deterioro.

Figura 25. Corrimiento vertical de la berma (CV, Unidad de medida: m)



Causas: Generalmente sucede cuando existen diferencias entre los materiales de la berma y el pavimento o por el bombeo del material de base en la berma. También puede estar asociado con problemas de inestabilidad de los taludes adyacentes.

Severidades:

- Bajo: Desplazamiento menor que 6 mm.
- Medio: Desplazamiento entre 6 mm y 25 mm.
- Alto: Desplazamiento mayor que 25 mm.

Unidad de medición: Este tipo de daño se cuantifica en longitud afectada (m).

1.5.2 Separación de la berma (SB). Este daño indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma. Este daño permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento provocando su deterioro.

Figura 26. Separación de la berma (SB, Unidad de medida: Longitud)



Causas: Generalmente está relacionada con el movimiento de la berma debido a problemas de inestabilidad de los taludes aledaños o con la ausencia de liga entre calzada y berma cuando se construyen por separado.

Severidades:

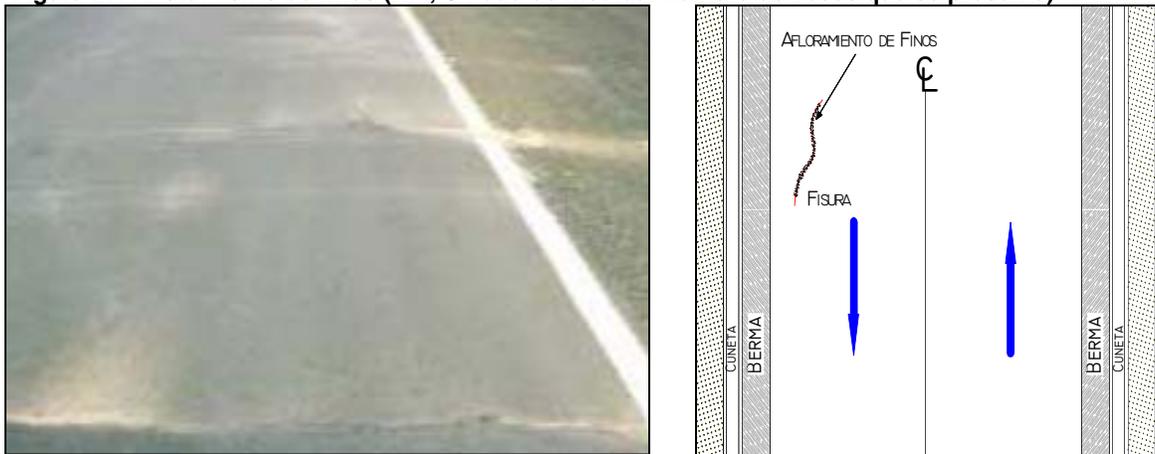
- Baja: Abertura menor que 3 mm.
- Media: Abertura entre 3 mm y 10 mm.
- Alta: Abertura mayor que 10 mm.

Unidad de medición: Este tipo de daño se cuantifica en longitud afectada (m).

Evolución probable: Puede presentar hundimientos y fisuras de borde.

1.5.3 Afloramiento de finos (AFI). Este afloramiento corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito. La presencia de manchas o de material acumulado en la superficie cercana al borde de las grietas indica la existencia del fenómeno. Se encuentra principalmente en pavimentos semirígidos (con base estabilizada).

Figura 27. Afloramiento de finos (AFI, Unidad de medida: número de veces que se presenta)



Nota: Tomado de U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program.

Causas: ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, exceso de finos en la estructura.

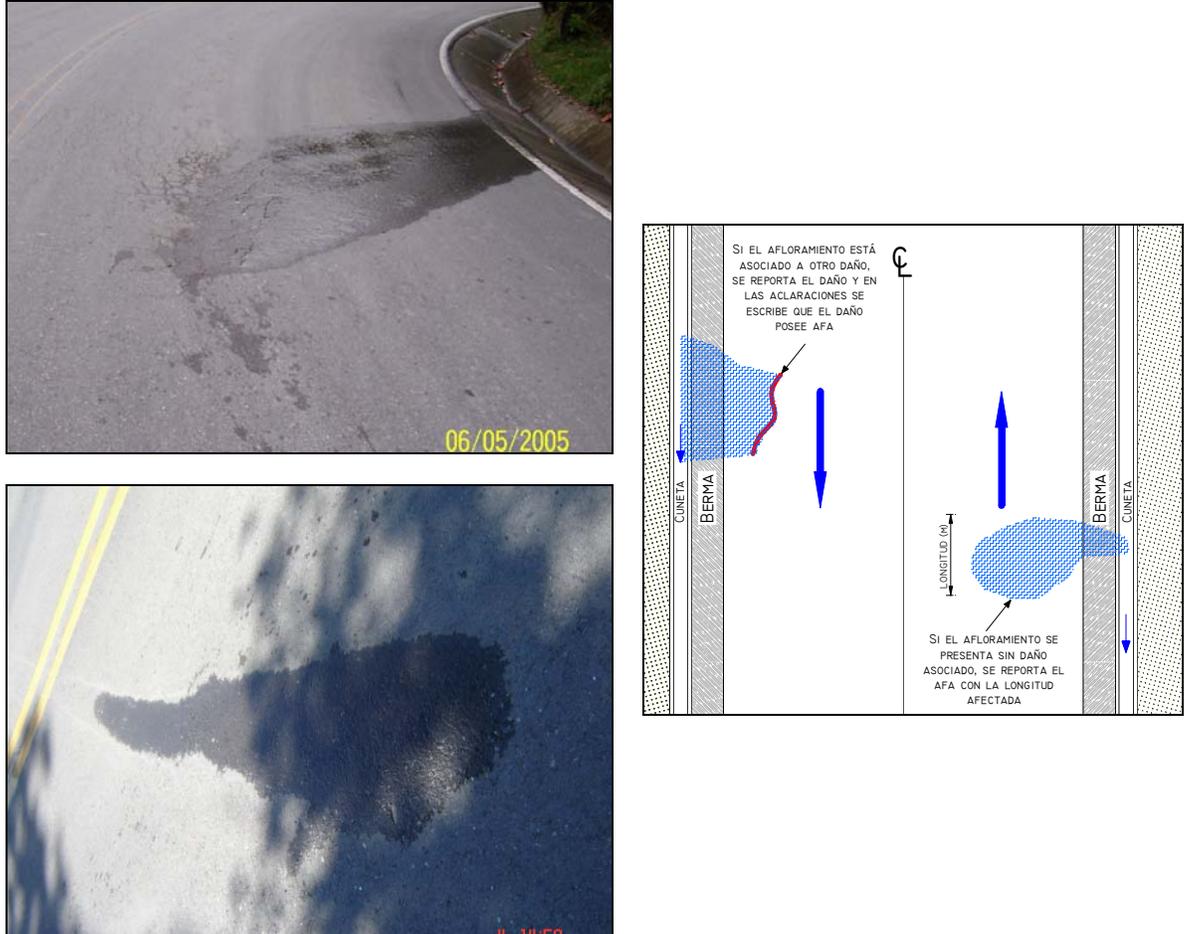
Severidades: no tiene grado de severidad definido.

Unidad de medición: dado que el afloramiento de finos siempre se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de finos.

Evolución probable: piel de cocodrilo, descascamientos, baches.

1.5.4 Afloramiento de agua (AFA). Presencia del líquido en la superficie del pavimento en instantes en los cuales no hay lluvia.

Figura 28. Afloramiento de agua (AFA, Unidad de medida: m)



Causas: ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, filtración de aguas.

Severidades: no tiene grado de severidad definido.

Unidad de medición: se mide en metros (m) cuando no tiene otro daño asociado, sin embargo, cuando el afloramiento se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de agua.

Evolución probable: piel de cocodrilo, descascaramientos, baches.

2. PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS

El fin de la inspección de pavimentos es determinar el porcentaje de área de pavimento afectado, estableciendo los tipos de daño que se presentan, su extensión, severidad y recurrencia; factores que orientan al ingeniero en el momento de definir las posibles causas de los daños o de programar actividades de campo y de laboratorio para su estudio.

Para capturar los datos correspondientes a los daños del pavimento durante la inspección visual, se desarrolló un formato que permite registrar los tipos de deterioro especificando cada daño con su severidad y dimensiones características (longitud y ancho en la mayoría de los casos).

El formato de campo está compuesto por cinco (5) partes en la primera página, como se indica en la Figura 29 y dos (2) partes en la segunda como se muestra en la Figura 30. A continuación se describe cada una de las partes del formato.

2.1 FORMATO DE INSPECCIÓN – PRIMERA PÁGINA

Es la parte del formato en donde se captura la información de campo de una forma detallada y sistemática. A continuación se describe cada una de sus partes.

2.1.1 Parte 1 – Información General. Permite capturar la información general de la vía, la territorial a la que pertenece, el código y el nombre de la vía.

Posee la opción de indicar con una “X” si la vía pertenece a una concesión, un corredor de mantenimiento integral o si está a cargo de administradores viales (siglas A.M.V.).

Adicionalmente se debe registrar la fecha del levantamiento (día – mes – año), el contrato que se está revisando (Contrato No. y año), el nombre de quien realiza el levantamiento y el número de la hoja correspondiente.

2.1.2 Parte 2 – Deterioros. Esta sección pertenece a la parte del formato donde se registra la información de campo correspondiente a los daños encontrados.

Además de registrarse la información sobre los tipos de deterioro, en esta sección se registran las abscisas cada 100 m, de tal forma que la verificación de la información levantada pueda realizarse de manera fácil.

A continuación se explica cada una de las partes que componen esta sección.

Figura 30. Segunda página del formato para el levantamiento de pavimento flexible



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA
RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
FISURAS				
Fisuras longitudinales (m)	FL	Abertura < 1mm o selladas.	Abertura 1-3mm, sin sello, algunas fisuras leves la cruzan.	Abertura > 3mm, posee alto desgaste, algunas fisuras medias las cruzan, causa vibración al vehículo.
Fisuras transversales (m)	FT			
Fisuras en juntas de construcción (m)	FCL, FCT			
Reflexión de juntas de pavimentos rígidos (m)	FJL, FJT			
Fisuras en media luna (m2)	FML			
Fisuras de borde (m)	FBD	Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras < 1mm o selladas, sin desgaste en ellas.	Bloques definidos por fisuras 1-3mm, o sin sellante, con desgaste leve.	Bloques bien definidos por fisuras > 3mm que presentan alto desgaste.
Fisuras en bloque (m2)	FB			
Piel de cocodrilo (m2)	PC	Serie de fisuras longitudinales paralelas con aberturas de hasta 3 mm, principalmente en la huella.	Las fisuras han formado bloques que tienen un ligero desgaste en los bordes.	Área con bloques sueltos de bordes desgastados, puede existir bombeo.
Fisuras por deslizamiento de capas (m2)	FDC	Fisuras < 1mm o selladas.	Fisuras 1-3mm, pueden existir agrietamientos alrededor con aberturas menores a 1 mm	Fisuras > 3mm, pueden existir agrietamientos entre las fisuras con aberturas mayores a 1 mm.
Fisuración incipiente (m2)	FIN	Sin grados de severidad asociados		
DEFORMACIONES				
Ondulaciones (m2)	OND	Altura < 10mm	Altura 10-20mm	Altura > 20mm
Abultamiento (m2)	AB			
Hundimiento (m2)	HUN	Altura < 20mm	Altura 20-40mm	Altura > 40mm
Ahuellamiento (m2)	AHU	Altura < 10mm	Altura 10-25mm	Altura > 25mm
DAÑOS SUPERFICIALES				
Desgaste superficial (m2)	DSU	Pérdida de la textura uniforme de la superficie, con irregularidades hasta de 3 mm.	Profundidad de las irregularidades entre 3 mm y 10 mm, se observa el agregado grueso, el vehículo experimenta vibración y ruido.	Ha comenzado desintegrarse la superficie, presenta desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada
Pérdida del agregado (m2)	PA	Se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15 m.	Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.	Desprendimiento extensivo de agregados con separaciones menores a 0.05 m, superficie muy rugosa, se observan agregados sueltos.
Pulimento del agregado (m2)	PU	Sin grados de severidad asociados.		
Cabezas duras (m2)	CD	Sin grados de severidad asociados.		
Exudación (m2)	EX	Se hace visible en la superficie en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.	Exceso de asfalto libre que conforma una película cubriendo parcialmente los agregados.	Cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, aspecto húmedo de intensa coloración negra.
Surcos (m2)	SU	Sin grados de severidad asociados.		
DETERIORO DE CAPAS ESTRUCTURALES				
Descascaramiento (m2)	DC	Altura < 10mm	Altura 10-25mm	Altura > 25mm
Bache o hueco (m2)	BCH	Profundidad < 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.	Profundidad entre 25-50 mm, afecta incluso la base asfáltica	Profundidad > 50mm, llega a afectar la base granular
Parqueo (m2)	PCH	Está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.	Presenta algunos daños de severidad baja a media y deficiencias en los bordes.	Presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.
OTROS DAÑOS				
Corrimiento vertical de la berma ⁽¹⁾ (m, h)	CV	Altura < 6mm	Altura 6-25mm	Altura > 25mm
Separación de la berma (m, s)	SB	Ancho < 3mm	Altura 3-10mm	Altura > 10mm
Afloramiento de agua (m) ⁽²⁾	AFA	Sin grados de severidad asociados.		
Afloramiento de finos ⁽³⁾	AFI	Sin grados de severidad asociados.		

COMENTARIOS:

- En el caso de las bermas, los daños que presenten deben registrarse con las mismas convenciones indicadas adicionando una "B" al final para diferenciarlos de los daños en el pavimento. Los daños reportados como separación y corrimiento vertical de la berma no requieren la adición de la "B" al final.
- En el caso de los afloramientos de agua se mide en metros (m) la zona afectada cuando no tiene otro daño asociado, sin embargo, cuando el afloramiento se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de agua.
- Dado que el afloramiento de finos siempre se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de finos.

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

Para vías de una calzada con dos carriles, uno en cada sentido, las convenciones son las siguientes:

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

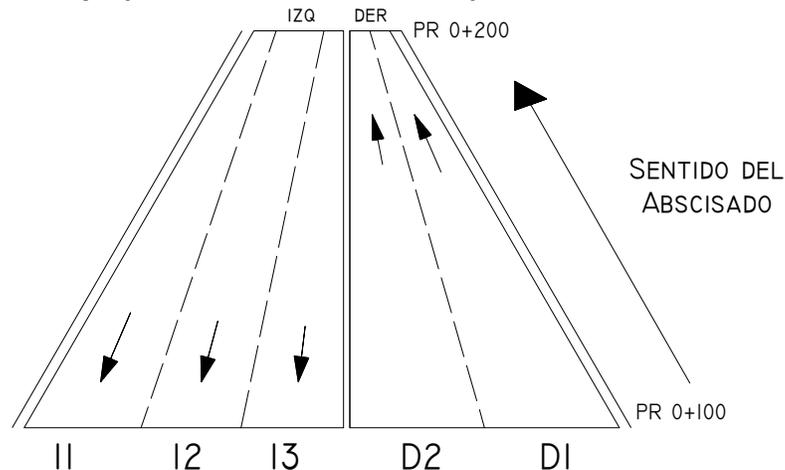
Para el caso de vías con una calzada pero más de dos carriles, los carriles se enumerarán desde la parte externa de la calzada, tal como se ilustra Figura 31.

Para este caso específico la numeración de los carriles sería la siguiente:

- D1: derecho externo
- D2: derecho interno
- I1: izquierdo externo
- I2: izquierdo central
- I3: izquierdo interno

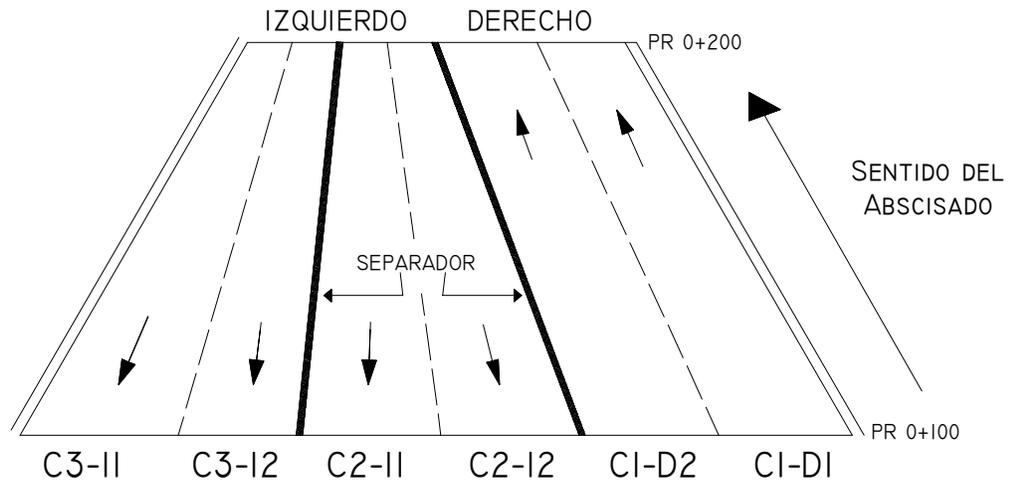
En este caso se entiende por eje "E" la línea que separa cada sentido de circulación (para el ejemplo sería la línea que separa el carril I3 del D2) y la letra "C" se empleará para indicar que el daño afecta toda la calzada.

Figura 31. Ejemplo de numeración de carriles para vías de una sola calzada



Para vías con dos o más calzadas, estas se numerarán de derecha a izquierda (en el sentido del abscisado) y los carriles de cada calzada se numerarán siguiendo el mismo criterio descrito anteriormente, tal como se ilustra en la Figura 32.

Figura 32. Ejemplo de numeración de carriles para vías con varias calzadas



La numeración de los carriles sería:

- C1-D1: calzada 1 – derecho externo
 - C1-D2: calzada 1 – derecho interno
 - C2-I2: calzada 2 – izquierdo interno
 - C2-I1: calzada 2 – izquierdo externo
 - C3-I2: calzada 3 – izquierdo interno
 - C3-I1: calzada 3 – izquierdo externo
- Tipo: en esta casilla se registrará el tipo de daño de acuerdo con la sigla establecida en el capítulo 1.

Para el caso de daños encontrados en la berma, en esta casilla se reporta la sigla correspondiente al daño seguida de la letra "B" (excepto para el caso de la separación y el corrimiento vertical de la berma, casos en los que se registrará solamente la sigla correspondiente).
 - Severidad: se asignará a cada daño un nivel de severidad, de acuerdo a las definiciones del capítulo 1, reportando en esta casilla una de las siguientes letras.
 - A: Alta
 - M: Media
 - B: Baja
 - Daño (Largo – Ancho): en esta parte se reportan las dimensiones del daño de acuerdo con su forma de medición (largo y ancho o solo largo, según se ha definido en el capítulo 1).
 - Reparación (Largo – Ancho): en esta casilla se debe registrar el área a reparar, teniendo en cuenta que en ocasiones es conveniente agrupar varios daños en una sola reparación, que hacerla por separado para cada daño.

Por tanto, es necesario que el ingeniero determine en campo el área de reparación (largo y ancho) de acuerdo con la frecuencia, tipo y severidad de los daños encontrados.

Esta casilla puede quedar en blanco cuando se determine que el área a reparar es igual al área del daño.

También debe emplearse para reportar el área dañada de parches que no estén afectados en su totalidad, de acuerdo con lo establecido en la sección 1.3.3.

- Foto: es importante llevar un registro fotográfico de los daños encontrados que indique la fecha de inspección y posea una referencia que permita establecer la magnitud del daño. En esta casilla se debe registrar el número de la (o las) fotografías (s) correspondientes al daño reportado.

2.1.3 Parte 3 – Aclaraciones. En esta sección del formato deben registrarse todos los detalles adicionales encontrados durante la inspección en cada sitio, teniendo en cuenta los datos adicionales que deben reportarse según los daños encontrados, de acuerdo con lo establecido en el Capítulo 1.

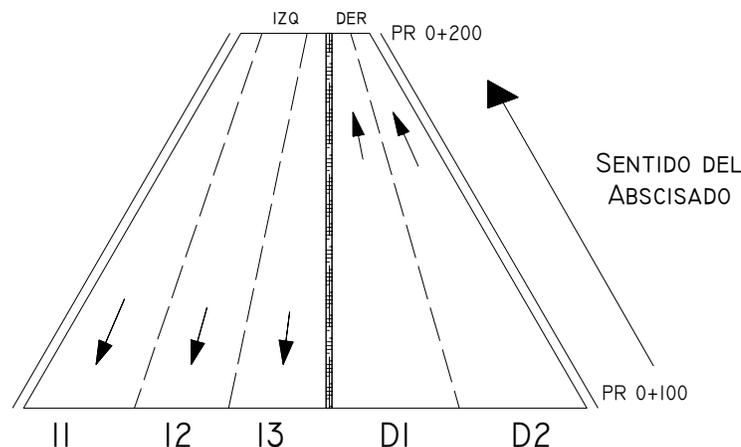
2.1.4 Parte 4 – Geometría de la vía. En la parte inferior de la primera página se solicita información acerca de la geometría de la vía, tal como:

- Número de calzadas
- Número de carriles por calzada
- Ancho de carril
- Ancho de berma

En el caso de vías con varias calzadas y diferente número de carriles por calzada, se debe indicar el número de carriles por calzada teniendo en cuenta la numeración de las calzadas descrita en la sección 2.1.2. Por ejemplo, para la Figura 33 se tiene:

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

Figura 33. Ejemplo para el reporte de la información sobre la vía



2.1.5 Parte 5 – Comentarios. Se ha dispuesto de un campo para comentarios en el que se puede registrar cualquier información adicional que el ingeniero considere importante, tal como problemas generalizados en el pavimento, características especiales del terreno, información relevante suministrada por los habitantes del sector, etc.

2.2 FORMATO DE INSPECCIÓN – SEGUNDA PÁGINA

La información presente en la segunda página del formato busca apoyar la labor del ingeniero durante el levantamiento. A continuación se describe cada una de sus partes.

2.2.1 Parte 1 – Tipos de Daño. En esta sección se encuentran los deterioros definidos en el capítulo anterior, agrupados por tipo y acompañados de la sigla correspondiente. También se incluye un breve resumen de las severidades, todo ello con el fin de ayudar al ingeniero con la identificación del daño durante el trabajo de campo.

2.2.2 Parte 2 – Comentarios. En la parte final de la segunda página del formato de inspección se encuentran algunos comentarios acerca del procedimiento para el levantamiento de daños en bermas y se mencionan algunas consideraciones a tener en cuenta cuando aparecen afloramientos.

2.3 CAPTURA DE INFORMACIÓN EN EL FORMATO

Con el fin de ilustrar el procedimiento para la captura de información se empleará un ejemplo detallando cada parte del formato. En el Anexo B se incluyen algunos formatos ya diligenciados con el fin de orientar al lector.

2.3.1 Datos generales del corredor.

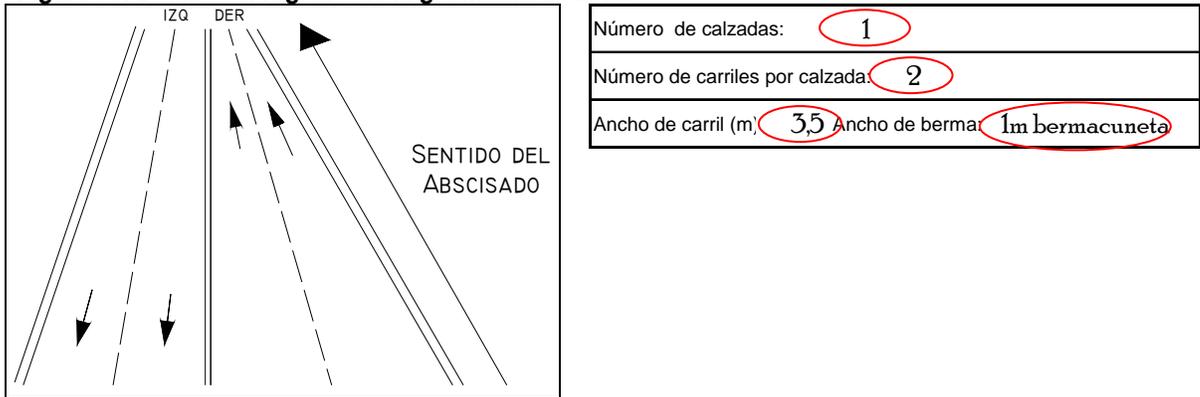
- Parte 1 – información básica

Figura 34. Detalle del registro de la información básica

TERRITORIAL: <u>XXXXXXX</u>	FECHA: <u>30 de mayo 2006</u>	CONCESIÓN: <input type="checkbox"/>	PR INICIAL: <u>66+100</u>
CÓDIGO DE LA VÍA: <u>XXXX</u>	CONTRATO No.: <u>860 de 2001</u>	MANTENIMIENTO INTEGRAL: <input type="checkbox"/>	PR FINAL: <u>67+230</u>
NOMBRE DE LA VÍA: <u>XXXX</u>	LEVANTADO POR: <u>OSCAR RAMIREZ - PAOLA OLARTE</u>	A.M.V.: <input checked="" type="checkbox"/>	HOJA: <u>4</u> DE <u>15</u>

- Parte 4 – geometría de la vía

Figura 35. Detalle del registro de la geometría de la vía



2.3.2 Registro de daños, severidades y áreas. Corresponde a la Parte 2 de la primera página del formato. Para mostrar la forma de registro de los daños se toman como ejemplo los daños ilustrados en las Fotografías 1 a 6.

Fotografía 1. Fisura en medialuna, severidad alta



Fotografía 2. Descascaramiento, severidad media



Fotografía 3. Corrimiento vertical de la berma, severidad alta



Fotografía 4. Piel de cocodrilo, severidad media



Fotografía 5. Fisura de borde, severidad alta



Fotografía 6. Fisura longitudinal en junta de construcción, severidad alta



El registro del daño indicado en la Fotografía 1 se ilustra en la Figura 36.

Figura 36. Detalle del registro del deterioro mostrado en la Fotografía 1

TIPO DE DAÑO							
Carril	Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)	
D	FML	A	12	3,5			1
PR65+400							

- PR 63+400: Abscisa donde inicia el levantamiento.
- Carril: D = Derecho
- Tipo: FML = Fisura en medialuna
- Severidad: A = Alta
- Daño: Largo = 12 m ; Ancho = 3,5 m.
- Reparación: Al estar vacía se asume que el área de reparación es igual al área del daño.
- Foto: 1 = Fotografía 1.

El registro de todos los daños indicados en las Fotografías 1 a 6 se ilustra en la Figura 37.

Cuando en un área se detecten varios daños (con excepción de los daños superficiales), se debe anotar aquel que más afecte el nivel de servicio de la vía, registrando el área total afectada e indicando en las aclaraciones los demás daños presentes. Por ejemplo, si se encuentra un hundimiento en la banca y una fisura en medialuna asociada, ambos generados por un problema de inestabilidad, se registra el hundimiento y el área afectada, y en las aclaraciones se escribe que existe además una fisura en medialuna.

De otra parte, al finalizar cada tramo de 100 m, se debe reportar el área afectada por daños superficiales, ya que es frecuente que estos afecten la calzada al tiempo que se presenten otros daños, lo cual implica la superposición de áreas.

Existe la posibilidad que una serie de daños consecutivos estén asociados a una causa común y se requiera un solo tipo de reparación en toda la zona, y no para cada daño una reparación de manera independiente. Para tales casos se ha dispuesto de las casillas "Reparación, largo-ancho", con el fin de reportar en tales casos además de las áreas afectadas por cada daño, el área de la reparación.

Figura 37. Detalle del registro de los daños ilustrados en las Fotografías 1 a 6

TIPO DE DAÑO							
Carril	Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)	
PR63+500							
D	FCL	A	7				6
D	FBD	A	0,8				5
D	PC	M	4	3,5			4
I	CV	A	3,5	0,1			3
D	DC	M	15	0,8			2
D	FML	A	12	3,5			1
PR63+400							
Número de calzadas:			1				
Número de carriles por calzada:			2				
Ancho de carril (m):			3,5	Ancho de berma:		1m bermacuneta	

Dirección del registro ↑

Los datos se registran de abajo hacia arriba en el formato, en el sentido del abscisado, colocando la abscisa inicial, tipo de daño, severidad, dimensiones, fotografías e indicando la siguiente abscisa cerrada cada 100 m.

Este procedimiento se repite a lo largo del formato, teniendo en cuenta el registro de las abscisas cada 100 m, hasta agotar los espacios disponibles. Una vez esto sucede, se inicia un nuevo formato.

2.3.3 Aclaraciones y comentarios. Como complemento del levantamiento existen casillas dispuestas para anotar aclaraciones breves frente a cada tipo de daño registrado y comentarios generales acerca del estado del pavimento, entre otros. En las Figuras 39 y 40 se ilustran las aclaraciones y comentarios registrados para los deterioros ilustrados en las Fotografías 1 a 6.

Figura 38. Ejemplo de las aclaraciones registradas en el formato

PATOLOGÍA								Aclaraciones
Carril	Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto	
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)		
PR63+500								
D	FCL	A	7				6	Al parecer se produjo por segregación de la mezcla
D	FBD	A	0,8				5	
D	PC	M	4	3,5			4	
I	CV	A	3,5	0,1			3	Se observa hundimiento en la banca
D	DC	M	1,5	0,8			2	
D	FML	A	12	3,5			1	Se requiere muro de contención y recuperación de la banca, el daño afecta la bermacuneta
PR63+400								

Figura 39. Ejemplo de comentarios reportados en el formato

COMENTARIOS:	A lo largo de la vía se observaron diferentes problemas de inestabilidad de la banca y de los taludes de corte, existe desgaste superficial bajo generalizado. Recomendar labores de mantenimiento en las obras de drenaje.
---------------------	---

A continuación se presenta el formato de ejemplo completamente diligenciado.

3. REPORTE DE DAÑOS

Una vez realizado el levantamiento se debe iniciar el procesamiento y análisis de la información de campo, con el fin de generar un informe donde se reporten los resultados de la inspección visual de daños. A continuación se presentan los lineamientos principales para la elaboración del informe.

3.1 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

A partir de la información contenida en los formatos de campo, se procede a analizar la información agrupando los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramo de 100 m (o similar), en una hoja de cálculo, donde se calculan los porcentajes de afectación por tipo de daño, severidad y por tramo, además del porcentaje de afectación general para toda la vía, esto con el fin de establecer los daños más frecuentes, los tramos más afectados y las áreas totales de daño.

Para esta etapa, es necesario separar los daños en la berma del resto del análisis, ya que se encuentran localizados en una zona que no afecta directamente la transitabilidad de la vía. Por otra parte, aunque los daños superficiales también se analizan de manera independiente para evitar la superposición de áreas afectadas con otros daños, se incluyen dentro del análisis de los daños en los carriles.

A continuación se describe el procedimiento para el análisis de los datos empleando como ejemplo tres formatos de campo de un levantamiento realizado por la Universidad Nacional como un caso práctico real, uno de los cuales se presenta en la Figura 41 y los demás en el Anexo B.

3.1.1 Daños en los carriles. El procesamiento de los datos tanto para este caso como para los daños superficiales y los daños en bermas se realiza en una hoja de cálculo que debe contener la siguiente información:

- Tramo
- Abscisa inicial y final de cada tramo
- Área total de cada tramo
- Daños encontrados por severidad en cada tramo
- Áreas totales de daños para cada tramo
- Porcentajes de afectación de cada tramo
- Área total de cada daño y por severidad
- Peso de cada tipo de daño y severidad dentro del área total afectada
- Área total afectada en la vía
- Porcentaje de afectación de la vía

El área de cada tramo se calcula multiplicando el ancho total de la calzada (o calzadas en ambos carriles) sin incluir las bermas por la longitud del tramo. Con relación a esta área se calcula el porcentaje de afectación de cada tramo. El porcentaje de afectación de la vía se calcula dividiendo el área total afectada (que resulta de la suma de los daños encontrados en cada tramo, sin incluir los daños superficiales) entre el área total inspeccionada (que resulta de la suma de las áreas de cada tramo).

Un ejemplo de la hoja de cálculo se presenta en la Figura 42, donde se han ocultado las celdas correspondientes a daños no encontrados durante la inspección visual. Sin embargo, debe tenerse

en cuenta que la hoja de cálculo debe mostrar todos los daños encontrados con sus respectivas severidades.

Para el análisis de las fisuras longitudinales, fisuras transversales, fisuras en juntas de construcción, fisuras por reflexión de juntas de pavimentos rígidos y fisuras de borde; la longitud registrada debe multiplicarse por un ancho de referencia de 0,6 m, con el fin de manejar unidades consistentes en cuanto al área de daño.

Para mostrar la forma en que se registran los datos en la hoja de cálculo, se tomará como ejemplo el tramo T19 (PR66+100 a PR66+200), en donde se reportan los siguientes daños:

- Una fisura longitudinal de severidad media, de 0,4 m de longitud
- Una piel de cocodrilo de severidad baja, de 5,0 m x 1,0 m
- Una fisura longitudinal de severidad alta de 0,5 m de longitud
- Un parche de severidad alta de 7,0 m x 2,0 m
- Una piel de cocodrilo de severidad alta de 0,7 m x 0,7 m

En el formato también se observa que los daños de severidad alta se han agrupado en un área de reparación de 8,5 m x 2,0 m. Sin embargo, el área que se registra en la hoja de cálculo corresponde a los daños encontrados, y no al área de reparación.

Al observar la hoja de cálculo, los tipos de daños anteriormente descritos se encuentran como sigue:

- Fisura longitudinal severidad media de $0,24 \text{ m}^2 = (0,4 \times 0,6)$
- Fisura longitudinal severidad alta de $0,30 \text{ m}^2 = (0,5 \times 0,6)$
- Piel de cocodrilo severidad baja de $5,0 \text{ m}^2 = (5,0 \times 1,0)$
- Piel de cocodrilo severidad alta de $0,49 \text{ m}^2 = (0,7 \times 0,7)$
- Parche severidad alta de $14 \text{ m}^2 = (7,0 \times 2,0)$

Para este tramo (T19) se tiene la siguiente información:

- Área total: 600 m^2 (ancho de calzada de 6,0 m X longitud del tramo de 100 m)
- Área afectada: $20,03 \text{ m}^2 = (0,24 + 0,30 + 5,0 + 0,49 + 14)$
- Porcentaje de afectación: $3,3 \% = (100 \times 20,03 / 600)$

Analizando el caso ilustrado en la Figura 42 se observa que el tramo más afectado es el T28 (afectación 5,3 %) seguido del T23 (afectación 5,1 %).

Adicionando la información obtenida en todos los tramos se tiene la siguiente información para toda la vía:

- Área total inspeccionada: 17.880 m^2 (sumatoria de las áreas de cada tramo)
- Área total afectada: $196,73 \text{ m}^2$ (sumatoria del área afectada de cada tramo)
- Porcentaje de afectación: $1,1 \%$ (relación entre el área total afectada y el área total inspeccionada)

Posteriormente se procede a realizar la sumatoria de áreas afectadas por cada tipo de daño y por severidad (para los fines del ejemplo se llamarán A). En el caso la Figura 42 se tienen $29,28 \text{ m}^2$ de fisuras longitudinales de severidad media en toda la vía.

Además se calcula la cantidad total de daños por tipo de deterioro (sumando todas las severidades de cada tipo de deterioro, que para los fines del ejemplo se llamarán *B*). Para el caso en estudio se tienen 1,5 m² de descascaramientos en toda la vía.

Luego se calcula el peso de cada daño por severidad dentro del área total inspeccionada (relación *A*/área total inspeccionada, para el ejemplo se llamará *C*). En este caso se tiene que la piel de cocodrilo de severidad baja afecta el 0,51 % del área inspeccionada.

También se calcula el peso del total de cada daño dentro del área total inspeccionada (relación *B*/área total inspeccionada, se llamará *D* para el ejemplo). Aquí se tiene que las fisuras longitudinales en todas sus severidades afectan el 0,22 % de la vía.

Figura 41. Ejemplo de formato de para el procesamiento de los datos



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA
RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

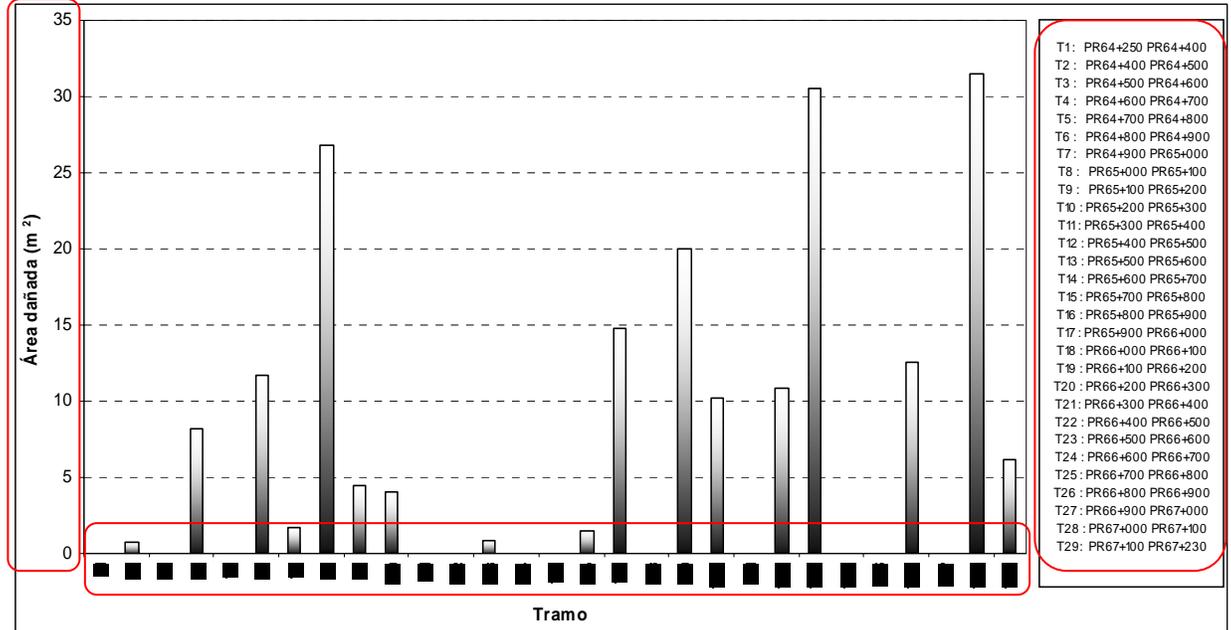
TERRITORIAL: XXXXXX FECHA: dd-mm-aa CONCESIÓN: PR INICIAL: PR66+100
 CÓDIGO DE LA VÍA: XXXXXX CONTRATO No.: XXX de XXXX MTO INTEGRAL: PR FINAL: PR67+230
 NOMBRE DE LA VÍA: XXXXXX LEVANTADO POR: XXXXXX A.M.V.: HOJA: X DE: X

PATOLOGÍA								Foto	Aclaraciones
Carril	Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto		
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)			
PR67+230									
D	PC	M	2	1			10	Con fisuras longitudinales medias, se recomienda el sello de 1.0m	
E	PC	A	2.8	1.5			9		
PR67+100									
	PC	B	10	3					
	FL	A	2.5					Con hundimiento	
PR67+000									
PR66+900									
D	PC	A	2.1	2.5				Con bombeo de finos	
D	PC	A	2.8	2.5			42	Con bombeo de finos y deformación lateral	
D	PC	B	0.7	0.5				Con ahuellamiento	
PR66+800									
I	CD		100	3					
PR66+700									
PR66+600									
D	PCH	M	7	1.5					
D	AHU	B	20	1					
PR66+500									
C	PA	B	50	6					
D	FL	M	18					Asociada con el ataque químico de la pintura	
PR66+400									
C	PA	B	100	6				Existen evidencias de contaminación de la mezcla	
PR66+300									
C	CD		100	6					
D	PC	M	1.5	1.5				Con sello de grietas fallado	
D	PC	M	8	1				Con ahuellamiento	
PR66+200									
D	PC	A	0.7	0.7					
D	PCH	A	7	2	8.5	2	39	Con deformación lateral y hundimiento en la huella externa	
D	FL	A	0.5						
D	PC	B	5	1				Con ahuellamiento	
D	FL	M	0.4						
PR66+100									
Número de calzadas: 1								COMENTARIOS:	
Número de carriles por calzada: 2									
Ancho de carril: 3.0 m Ancho de berma: 0.8 m									

A partir de la información procesada, es necesario plasmar en gráficas los resultados encontrados, con el fin de observar más fácilmente el comportamiento de los datos.

Con base en la hoja de cálculo estudiada anteriormente, se realiza una primera gráfica que muestra la afectación de cada tramo en un diagrama de barras. La gráfica por tramos se ilustra en la Figura 43. En ella se observa en el eje de las abscisas los tramos inspeccionados, en el eje de las ordenadas el área afectada en cada tramo en una escala adecuada y en el costado derecho se presentan las abscisas de cada tramo.

Figura 43. Detalle de la gráfica de área afectada por tramos

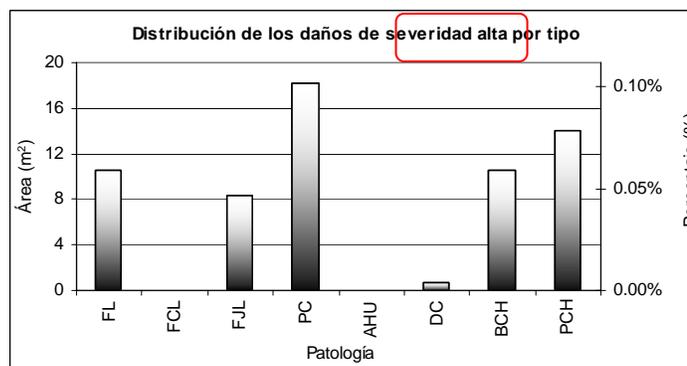
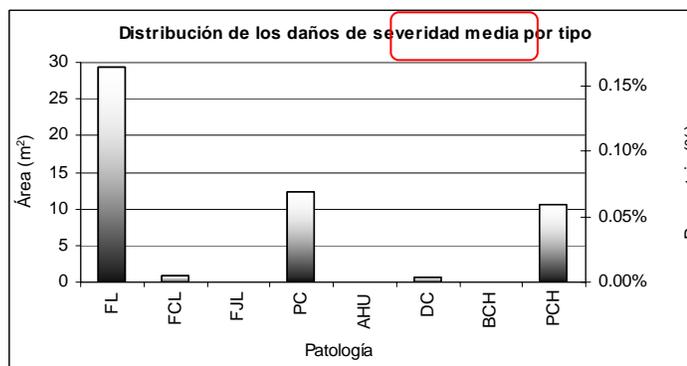
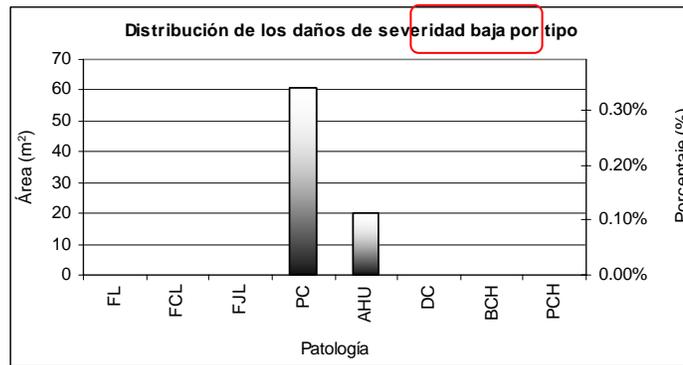


Cuando el número de tramos sea muy extenso (de 30 en adelante), la identificación de las abscisas de los tramos no se incluirá en la gráfica sino que se presentará dentro del informe.

También se realizan tres gráficas de los daños agrupados de acuerdo con la severidad (bajos, medios y altos), donde se ilustran las áreas afectadas por tipo de daño y los porcentajes de afectación respecto al área total inspeccionada.

Para ilustrar lo anterior en la Figura 44 se presentan las gráficas correspondientes al ejemplo.

Figura 44. Descripción de las gráficas por severidad de los daños encontrados



Para los daños superficiales se sigue el mismo procedimiento descrito hasta aquí, con el fin de obtener para estos daños la hoja de cálculo correspondiente (similar a la mostrada en la Figura 42), las gráficas por tramos (como la mostrada en la Figura 43) y las gráficas por severidades (mostradas en la Figura 44). Estas últimas pueden agruparse en una única gráfica cuando se hallan reportado pocos deterioros (hasta 10), por ejemplo, si se reportan cinco tipos de deterioro tales como desgaste superficial de severidades media y alta, exudación y pérdida de agregado de severidades baja y media, éstas pueden representarse en una misma gráfica colocando en el eje de las abscisas tanto el tipo de deterioro como la severidad.

3.1.2 Daños en bermas. Se sigue el mismo procedimiento descrito en el numeral 3.1.1, teniendo en cuenta que los porcentajes de afectación se calculan respecto al área de bermas construidas y no al área total de la vía.

De igual forma se debe obtener la hoja de cálculo correspondiente, las gráficas por tramos y por severidades; en este último caso también se pueden ilustrar todos los daños encontrados en una sola gráfica cuando la cantidad de ellos sea pequeña, registrando el tipo de deterioro y su severidad en el eje de las abscisas.

3.2 REPORTE DE DAÑOS EN EL INFORME

El informe debe incluir por separado el reporte de los daños en los carriles y los daños en las bermas. Además debe incluir los registros fotográficos relacionando la fecha de toma, localización y tipo de daño. En la presentación de resultados se debe mostrar la siguiente información:

- Abscisas inicial y final del levantamiento (solo al inicio del informe)
- Área total inspeccionada (para cada caso)
- Área total afectada (para cada caso)
- Porcentaje de afectación (para cada caso)
- Los deterioros (con sus severidades) más frecuentemente encontrados (en cada caso)
- El porcentaje de afectación representado por dichos deterioros (en cada caso)
- Los deterioros menos frecuentes (en cada caso)
- El porcentaje de afectación representado por dichos deterioros (en cada caso)
- Los tramos de vía más afectados (abscisas, áreas afectadas y porcentajes de afectación, en cada caso)

Adicionalmente se deben presentar las gráficas de áreas afectadas por tramos, la distribución de los daños por severidades y la hoja de cálculo si tiene un tamaño adecuado, de lo contrario se debe presentar en un anexo al final del informe junto con los formatos de campo diligenciados.

En el informe además se deben consignar las aclaraciones y comentarios más relevantes reportados durante el levantamiento y en general, toda la información importante que sea útil para el estudio del origen de los daños.

Cuando la vía presenta pocos daños, por ejemplo si solo existen cuatro o cinco deterioros en todo el sector en estudio, no es necesario hacer todo el análisis descrito en el numeral 3.1, será suficiente con reportar los daños con sus áreas, severidades, su localización y todas las anotaciones relevantes tomadas durante el levantamiento.

4. BIBLIOGRAFÍA

- CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMÉRICA. Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles. Volumen No. 11. 2002.
- CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños a pavimentos viales. En Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, Tomo 3. Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN), Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA). Guatemala. Diciembre de 2000.
- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO – UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2001.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, Grupo de Apoyo Técnico. “Pavimentos Flexibles y Semirígidos – Descripción de Daños”. Diciembre de 1981.
- MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos. Bogotá, Universidad Católica de Colombia. 2004.
- SMITH, Roger; DARTER, Michael y HERRIN, Stanley. Highway Pavement Distress Identification Manual for Highway Condition and Quality of Highway Construction Survey. Washington: Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation. 1979.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program. Publication No. FHWA – RD -03 -031. June 2003.

ANEXO A

Formato para el registro de los daños en campo



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA
RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

TIPO DE DAÑO	CONVENC.	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTO
FISURAS				
Fisuras longitudinales (m)	FL	Abertura < 1mm o selladas.	Abertura 1-3mm, sin sello, algunas fisuras leves la cruzan.	Abertura > 3mm, posee alto desgaste, algunas fisuras medias las cruzan, causa vibración al vehículo.
Fisuras transversales (m)	FT			
Fisuras en juntas de construcción (m)	FCL, FCT			
Reflexión de juntas de pavimentos rígidos (m)	FJL, FJT			
Fisuras en media luna (m2)	FML			
Fisuras de borde (m)	FBD			
Fisuras en bloque (m2)	FB	Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras < 1mm o selladas, sin desgaste en ellas.	Bloques definidos por fisuras 1-3mm, o sin sellante, con desgaste leve.	Bloques bien definidos por fisuras > 3mm que presentan alto desgaste.
Piel de cocodrilo (m2)	PC	Serie de fisuras longitudinales paralelas con abertura de hasta 3 mm, principalmente en la huella.	Las fisuras han formado bloques que tienen un ligero desgaste en los bordes.	Área con bloques sueltos de bordes desgastados, puede existir bombeo.
Fisuras por deslizamiento de capas (m2)	FDC	Fisuras < 1mm o selladas.	Fisuras 1-3mm, pueden existir agrietamientos alrededor con aberturas menores a 1 mm	Fisuras > 3mm, pueden existir agrietamientos entre las fisuras con aberturas mayores a 1 mm.
Fisuración incipiente (m2)	FIN	Sin grados de severidad asociados		
DEFORMACIONES				
Ondulaciones (m2)	OND	Altura < 10mm	Altura 10-20mm	Altura > 20mm
Abultamiento (m2)	AB			
Hundimiento (m2)	HUN	Altura < 20mm	Altura 20-40mm	Altura > 40mm
Ahuellamiento (m2)	AHU	Altura < 10mm	Altura 10-25mm	Altura > 25mm
DAÑOS SUPERFICIALES				
Desgaste superficial (m2)	DSU	Pérdida de la textura uniforme de la superficie, con irregularidades hasta de 3 mm.	Profundidad de las irregularidades entre 3 mm y 10 mm, se observa el agregado grueso, el vehículo experimenta vibración y ruido.	Ha comenzado desintegrarse la superficie, presenta desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada
Pérdida del agregado (m2)	PA	Se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15 m.	Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.	Desprendimiento extensivo de agregados con separaciones menores a 0.05 m, superficie muy rugosa, se observan agregados sueltos.
Pulimento del agregado (m2)	PU	Sin grados de severidad asociados.		
Cabezas duras (m2)	CD	Sin grados de severidad asociados.		
Exudación (m2)	EX	Se hace visible en la superficie en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.	Exceso de asfalto libre que conforma una película cubriendo parcialmente los agregados.	Cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, aspecto húmedo de intensa coloración negra.
Surcos (m2)	SU	Sin grados de severidad asociados.		
DETERIORO DE CAPAS ESTRUCTURALES				
Descascaramiento (m2)	DC	Altura < 10mm	Altura 10-25mm	Altura > 25mm
Bache o hueco (m2)	BCH	Profundidad < 25 mm, corresponde al desprendimiento de tratamientos superficiales o capas delgadas.	Profundidad entre 25-50 mm, afecta incluso la base asfáltica	Profundidad > 50mm, llega a afectar la base granular
Parqueo (m2)	PCH	Está en muy buena condición y se desempeña satisfactoriamente.	Presenta algunos daños de severidad baja a media y deficiencias en los bordes.	Presenta daños de severidad alta y requiere ser reparado pronto.
OTROS DAÑOS				
Corrimiento vertical de la berma ⁽¹⁾ (m, h)	CV	Altura < 6mm	Altura 6-25mm	Altura > 25mm
Separación de la berma (m, s)	SB	Ancho < 3mm	Altura 3-10mm	Altura > 10mm
Afloramiento de agua (m) ⁽²⁾	AFA	Sin grados de severidad asociados.		
Afloramiento de finos ⁽³⁾	AFI	Sin grados de severidad asociados.		

COMENTARIOS:

- En el caso de las bermas, los daños que presenten deben registrarse con las mismas convenciones indicadas adicionando una "B" al final para diferenciarlos de los daños en el pavimento. Los daños reportados como separación y corrimiento vertical de la berma no requieren la adición de la "B" al final.
- En el caso de los afloramientos de agua se mide en metros (m) la zona afectada cuando no tiene otro daño asociado, sin embargo, cuando el afloramiento se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de agua.
- Dado que el afloramiento de finos siempre se presenta donde existe un daño (por ejemplo una fisura o piel de cocodrilo), se reporta el daño y en las aclaraciones se escribe que posee afloramiento de finos.

ANEXO B

Formatos de campo diligenciados utilizados como ejemplo



ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA
RED NACIONAL DE CARRETERAS

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - V2



TERRITORIAL: XXXXXX FECHA: dd-mm-aa CONCESIÓN: PR INICIAL: PR66+100
 CÓDIGO DE LA VÍA: XXXXXX CONTRATO No.: XXX de XXXX MTO INTEGRAL: PR FINAL: PR67+230
 NOMBRE DE LA VÍA: XXXXXX LEVANTADO POR: XXXXXX A.M.V.: HOJA: 3 DE: 3

PATOLOGÍA								Foto	Aclaraciones
Carril	Tipo	Sever	Daño		Reparación				
			Largo (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Ancho (m)			
PR67+230									
D	PC	M	2	1				10	Con fisuras longitudinales medias, se recomienda el sello de 1.0m
E	PC	A	2.8	1.5				9	
PR67+100									
	PC	B	10	3					
	FL	A	2.5						Con hundimiento
PR67+000									
PR66+900									
D	PC	A	2.1	2.5					Con bombeo de finos
D	PC	A	2.8	2.5				42	Con bombeo de finos y deformación lateral
D	PC	B	0.7	0.5					Con ahuellamiento
PR66+800									
I	CD		100	3					
PR66+700									
PR66+600									
D	PCH	M	7	1.5					
D	AHU	B	20	1					
PR66+500									
C	PA	B	50	6					
D	FL	M	18						Asociada con el ataque químico de la pintura
PR66+400									
C	PA	B	100	6					Existen evidencias de contaminación de la mezcla
PR66+300									
C	CD		100	6					
D	PC	M	1.5	1.5					Con sello de grietas fallado
D	PC	M	8	1					Con ahuellamiento
PR66+200									
D	PC	A	0.7	0.7					
D	PCH	A	7	2	8.5	2		39	
D	FL	A	0.5						
D	PC	B	5	1					Con ahuellamiento
D	FL	M	0.4						
PR66+100									

Número de calzadas: 1	COMENTARIOS: Se observa desgaste superficial bajo generalizado
Número de carriles por calzada: 2	
Ancho de carril: 3.0 m Ancho de berma: 0.8 m	