

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 RÍGIDOS



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 INTER ADMINISTRATIVO
0587-03

MANUAL DE INSPECCIÓN VISUAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

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.	TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	1
1.1	LOSAS DE CONCRETO SIMPLE.....	1
1.2	LOSAS DE CONCRETO REFORZADO	2
1.3	PAVIMENTO CONTINUAMENTE REFORZADO	2
2.	DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE DAÑOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS... 5	
2.1	GRIETAS	5
2.1.1	Grietas de esquina (GE)	6
2.1.2	Grietas longitudinales (GL)	7
2.1.3	Grietas transversales (GT).....	8
2.1.4	Grietas en los extremos de los pasadores (GP)	9
2.1.5	Grietas en bloque o fracturación múltiple (GB).....	11
2.1.6	Grietas en pozos y sumideros (GA).....	12
2.2	DAÑOS EN JUNTAS.....	13
2.2.1	Separación de juntas longitudinales (SJ).....	13
2.2.2	Deterioro del sello (DST - DSL)	14
2.3	DETERIORO SUPERFICIAL.....	16
2.3.1	Desportillamiento de juntas (DPT, DPL)	16
2.3.2	Descascaramiento (DE)	18
2.3.3	Desintegración (DI)	19
2.3.4	Baches (BCH)	20
2.3.5	Pulimento (PU).....	21
2.3.6	Escalonamiento de juntas longitudinales (EJL) y transversales (EJT)).....	22
2.3.7	Levantamiento localizado (LET, LEL)	23
2.3.8	Parches (PCHA - PCHC)	25
2.3.9	Hundimientos o Asentamientos (HU).....	26
2.4	OTROS TIPOS DE DETERIORO	27
2.4.1	Fisuración por retracción o Tipo malla (FR).....	27
2.4.2	Fisuras ligeras de aparición temprana (FT)	27
2.4.3	Fisuración por durabilidad (FD).....	28
2.4.4	Bombeo sobre la junta transversal(BOT), Bombeo sobre la junta longitudinal (BOL)	31
2.4.5	Ondulaciones (ON)	31
2.4.6	Descenso de la berma (DB).....	31
2.4.7	Separación entre la berma y el pavimento (SB)	32

3.	PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS.....	35
3.1	FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN	35
3.1.1	Primera página.....	35
3.1.2	Segunda página	40
3.2	CAPTURA DE INFORMACIÓN EN EL FORMATO.....	40
3.2.1	Datos generales del corredor.....	40
3.2.2	Registro de deterioros.....	41
3.2.3	Aclaraciones y observaciones.....	45
4.	REPORTE DE DAÑOS.....	48
4.1	ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	48
4.1.1	Cálculo de la afectación por número de losas	49
4.1.2	Cálculo de la afectación en función del área dañada.....	49
4.1.3	Resumen de daños encontrados	51
4.2	REPORTE DE DAÑOS EN EL INFORME	50
5.	BIBLIOGRAFÍA	52

LISTA DE FIGURAS

pág.

Figura 1. Losas de Concreto Simple.....	1
Figura 2. Losas de Concreto Reforzado	2
Figura 3. Concreto Continuamente Reforzado (Vista en Planta)	3
Figura 4. Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta.....	5
Figura 5. Vista en planta: Grieta de Esquina.....	6
Figura 6. Características de las Grietas longitudinales	7
Figura 7. Vista en Planta de las Grietas Transversales.....	8
Figura 8. Vista en planta de grietas en los extremos de los pasadores.	10
Figura 9. Características de las grietas en bloque	11
Figura 10. Características de las grietas en pozos de inspección.....	12
Figura 11. Separación de Juntas longitudinales.....	13
Figura 12. Deterioro del Sello	15
Figura 13. Desportillamiento	17
Figura 14. Descascaramiento	18
Figura 15. Desintegración.....	19
Figura 16. Escalonamiento de Juntas.....	22
Figura 17. Levantamiento Localizado	23
Figura 18. Fisuración por Durabilidad.....	28
Figura 19. Descenso de la berma.....	31
Figura 20. Separación entre la berma y el pavimento	33
Figura 21. Primera Página del formato para el levantamiento de daños en pavimentos rígidos.....	36
Figura 22. Numeración de losas	37

Figura 23. Numeración de losas	38
Figura 24. Numeración de losas	38
Figura 25. Segunda página del formato para el levantamiento de pavimento rígido.	40
Figura 26. Procedimiento de registro de sección 1 del formato de evaluación de pavimentos	41
Figura 27. Ejemplo del desarrollo del formato.	41
Figura 28. Ejemplo del desarrollo del formato, Identificación de Patologías	42
Figura 29. Ejemplo de las aclaraciones registradas en el formato	45
Figura 30. Ejemplo del desarrollo del formato, Observaciones.	45
Figura 31. Ejemplo de registro de datos en la sección cinco	45
Figura 32. Geometría de la vía	45
Figura 33. Ejemplo de Formato totalmente diligenciado.	46
Figura 34. Cuadro resumen de daños por severidades	47
Figura 35. Ejemplo del gráfico de daños por tramos, porcentaje de losas con daños con respecto al total de losas.....	48
Figura 36. Tabla resumen de deterioros con severidad baja	49
Figura 37. Tabla resumen de deterioros con severidad media	49
Figura 38. Tabla resumen de deterioros con severidad alta	49
Figura 39. Ejemplo de la gráfica de daños por patologías y por severidades.....	50
Figura 40. Cuadro resumen de patologías encontradas.	50

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

pág.

Fotografía 1. Vista típica del proceso constructivo de losas continuamente reforzadas	3
Fotografía 2. Vista típica de una grieta de esquina.....	6
Fotografía 3. Grieta longitudinal	7
Fotografía 4. Vista típica de una Grieta Transversal.	9
Fotografía 5. Vista típica de una grieta en los extremos de los pasadores.....	10
Fotografía 6. Vista típica de las grietas en bloque	11
Fotografía 7. Vista típica de grietas en un pozo de inspección	12
Fotografía 8. Vista típica de una separación de junta longitudinal asociada a un hundimiento.....	14
Fotografía 9. Vista típica de un deterioro de sello.	15
Fotografía 10. Vista típica de un desportillamiento con pérdida de bloques.	17
Fotografía 11. Vista típica de un descascaramiento.....	18
Fotografía 12. Vista típica de una vía con nivel bajo de desintegración	20
Fotografía 13. Vista típica de una vía con aparición de baches	21
Fotografía 14. Vista típica de una vía con pulimento de losas de concreto.	21
Fotografía 15. Vista típica de escalonamiento.....	22
Fotografía 16. Levantamiento localizado en losas de concreto.....	24
Fotografía 17. Parches en asfalto y concreto.	25
Fotografía 18. Hundimiento de losa y su posterior agrietamiento.	26
Fotografía 19. Fisuración por retracción típica con nivel de severidad bajo.	27
Fotografía 20. Vista típica de fisuras ligeras de aparición temprana.....	28
Fotografía 21. Vista típica de surgencia de material fino al paso de vehículos pesados y depositamiento de material sobre la superficie de concreto.	30
Fotografía 22. Vista típica de descenso de berma.	32
Fotografía 23. Vista típica de separación entre la berma y/o elemento de drenaje y el pavimento.....	33

Fotografía 24. Fotografías de daños en pavimentos	43
---	----

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A. Formato de recolección de información
- Anexo B. Definición de tipos de daño
- Anexo C. Formato de campo diligenciado

INTRODUCCIÓN

El presente documento es una recopilación bibliográfica de los diferentes tipos de deterioro reportados en pavimentos rígidos, buscando servir como guía en la evaluación de daños superficiales en este tipo de pavimentos. Junto a esta recopilación se presenta como anexo, el formato para el registro de daños en pavimentos rígidos propuesto por el Convenio UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA – INVIAS.

El documento está dividido en 5 capítulos, el primero hace una presentación general de los diferentes tipos de pavimento rígido, el segundo expone la recopilación bibliográfica de los tipos de deterioros en pavimentos rígidos, el tercero presenta el procedimiento para el registro de daños en el cual se explica detalladamente el formato de campo, el cuarto presenta la metodología para realizar un informe de daños y el quinto presenta la bibliografía consultada para el desarrollo de este manual.

OBJETIVOS

El presente documento pretende ser una guía para la inspección visual de pavimentos rígidos, dirigida 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 celebrados con la entidad.

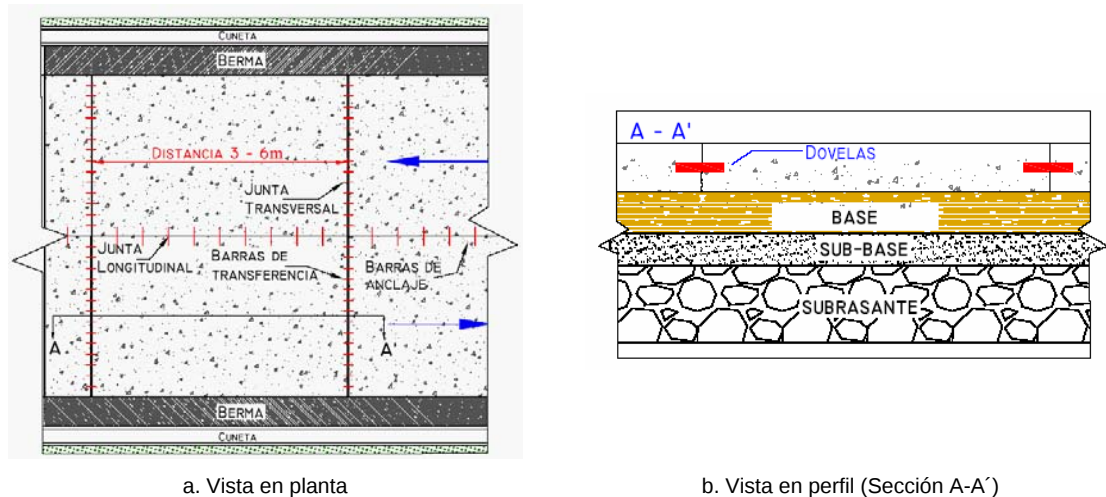
El manual contiene una serie de herramientas prácticas que pueden ser empleadas por los ingenieros, a fin de obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección visual, que permita identificar el tipo, la magnitud y severidad de los mismos, así como su localización y los sectores de vía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

1. TIPOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

1.1 LOSAS DE CONCRETO SIMPLE

Este sistema utiliza placas de concreto sin refuerzo. Las juntas de contracción transversal son en general construidas a intervalos entre 3 y 6 m (Figura 1), con el objetivo de controlar la fisuración de las losas. Dependiendo del diseño de las losas, éstas se pueden unir mediante dovelas o barras de transferencia colocadas en las juntas transversales asegurando la transferencia de carga entre estas; además se colocan barras de anclaje en las juntas longitudinales, en dirección perpendicular al eje de la vía¹.

Figura 1. Losas de Concreto Simple



A continuación se presentan algunas características de este tipo de pavimento rígido.

Control de fisuras: Se lleva a cabo con juntas de contracción transversal y longitudinal.

Espaciamiento entre juntas: Obedece a una relación de esbeltez donde interviene el ancho, el largo y el espesor de la losa. Las juntas transversales deben construirse a máximo 1,25 veces el ancho de la losa. Las juntas longitudinales deben ser construidas si el ancho de la calzada es mayor a 25 veces el espesor de la losa.

Acero de refuerzo: Ninguno.

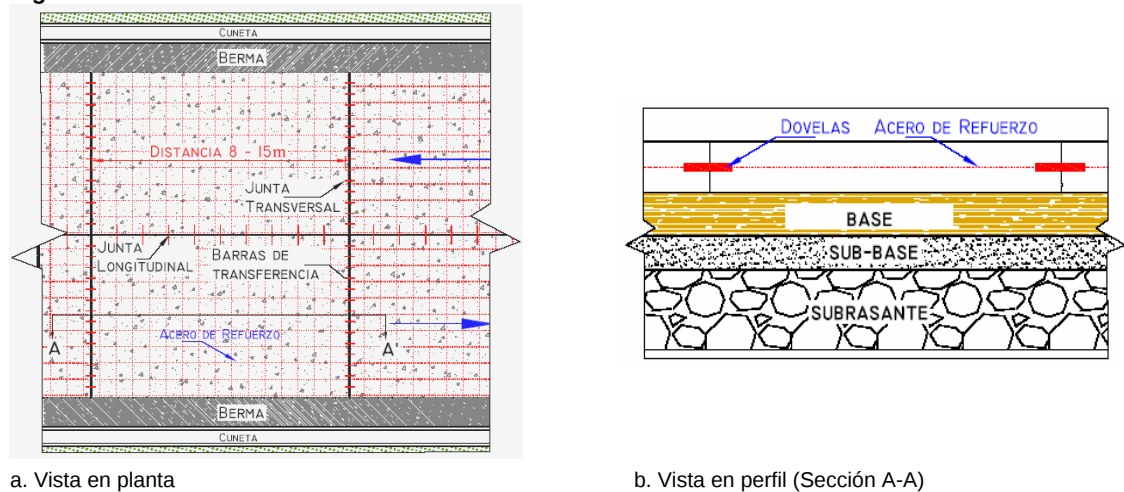
Transferencia de cargas: Por entramamiento de agregados y/o acción de las dovelas. En vías con bajos volúmenes de tránsito el entramamiento entre agregados es adecuado, mientras que para vías con altos volúmenes el mejor sistema es el de dovelas.

¹ UNIVERSITY OF WASHINGTON. Rigid Pavement Types, tomado de http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/02_pavement_types/02-6_body.htm Consultada el 15 de Junio de 2006

1.2 LOSAS DE CONCRETO REFORZADO

Debido a que el espaciamiento de las juntas transversales es mayor que el de las placas de concreto simple, con rangos típicos entre 7 – 15 m., este sistema utiliza juntas de contracción y adicionalmente acero de refuerzo para controlar la fisuración de las losas (Figura 2). Las dovelas son usadas en las juntas transversales para asegurar la transferencia de cargas entre las losas².

Figura 2. Losas de Concreto Reforzado



A continuación se presentan algunas características de este tipo de pavimento rígido.

Control de fisuras: Se lleva a cabo con juntas de contracción transversal y acero de refuerzo.

Espaciamiento de juntas: Entre 7 y 15 m. debido a la naturaleza del concreto, las losas pueden fracturarse en la zona central.

Acero de refuerzo: Malla de acero electro soldada ubicada en el eje neutro de la losa.

Transferencia de cargas: Dovelas y acero de refuerzo. Las dovelas ayudan en la transferencia de cargas en las juntas transversales.

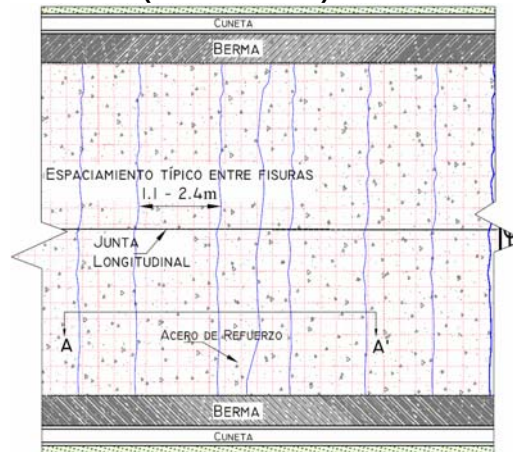
1.3 PAVIMENTO CONTINUAMENTE REFORZADO

También conocido como PLV, éste sistema no requiere juntas de contracción ya que su diseño guarda similitud con una losa de entepiso (Figura 3 y Fotografía 1). En él, las fisuras transversales se consideran normales ya que están asociadas al acero de refuerzo de la losa de concreto, la experiencia ha mostrado que la abertura normal para estas fisuras es de aproximadamente 0,5 mm lo que no resulta crítico en relación con la posibilidad de ingreso de agua. Los intervalos típicos de espaciamiento de estas fisuras están entre 1,10 y 2,40 m. El acero de refuerzo en estos

² UNIVERSITY OF WASHINGTON. Rigid Pavement Types, tomado de http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/02_pavement_types/02-6_body.htm Consultada el 15 de Junio de 2006

pavimentos se encuentra en la parte superior y/o inferior. Se recomienda trabajar con barras No. 5 (5/8") y No. 6 (3/4")³.

Figura 3. Concreto Continuamente Reforzado (Vista en Planta)



Fotografía 1. Vista típica del proceso constructivo de losas continuamente reforzadas



* NOTA: Fotografía Tomada de "PLV, tres años después de la primera experiencia" 2006. ICPC

A continuación se presentan algunas características de este tipo de pavimento rígido.

Control de fisuras: Se lleva a cabo con acero de refuerzo.

Espaciamiento de juntas: No aplica, no tiene juntas transversales ni longitudinales.

³ UNIVERSITY OF WASHINGTON. Rigid Pavement Types, tomado de http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/02_pavement_types/02-6_body.htm Consultada el 15 de Junio de 2006

Acero de refuerzo: Vigas longitudinales en los extremos de los carriles y vigas transversales espaciadas de acuerdo al diseño, así mismo malla electro soldada en la partes superior e inferior de la losa.

Transferencia de cargas: La transferencia de carga se realiza a través de las vigas longitudinales y transversales.

2. DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE DAÑOS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS

En el presente capítulo se presenta una descripción de los diferentes tipos de daños que puede presentar un pavimento rígido, los cuales fueron agrupados en cuatro categorías generales:

- Grietas
- Deterioro de las juntas
- Deterioro superficial
- Otros deterioros

Cada uno de los daños correspondientes a cada categoría se describe a continuación, presentando su definición, nivel de severidad, la forma de medición, sus posibles causas, su evolución probable y reparaciones que pueden realizarse, (se presenta una posible reparación, que debe ser tomada como una primera aproximación a una solución definitiva la cual será sustentada con ensayos e información detallada). Las fotografías relacionadas con cada tipo de daño, se presentan a medida que se describe cada uno de ellos.

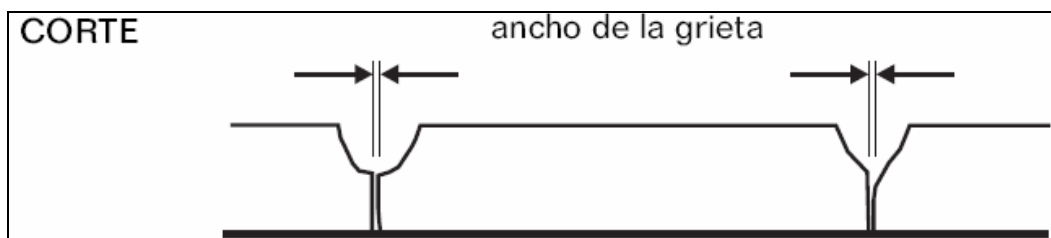
Los niveles de severidad son criterios adoptados para diferenciar la gravedad del daño, estos se basan fundamentalmente en la apreciación del grado de deterioro que pueda presentar cada daño en particular. En términos generales, los niveles de severidad adoptados en el presente manual son: severidad baja, severidad media y severidad alta; a medida que se van definiendo los diferentes tipos de daño se van definiendo también las características de cada nivel de acuerdo cada deterioro en particular.

Cuando en un mismo tipo de daño se advierten varios niveles de severidad es preciso reportar la más alta, es decir, si para un mismo tipo de daño en un mismo lugar se presentan deterioros con severidad baja y media, se debe reportar el daño con severidad media. En ocasiones ocurre que en un mismo sitio se advierten dos o más tipos de daño, en este caso se debe reportar el daño que mas incomodidad presente a los usuarios de la vía, por ejemplo, si en un mismo sitio se presentan simultáneamente grietas longitudinales, transversales y levantamiento localizado, se debe reportar el levantamiento localizado.

2.1 GRIETAS

En este manual las grietas de ancho menor a 0,03 mm se denominan fisuras, en la Figura 4 se muestra el ancho que define una grieta. Este grupo de deterioros incluye todas las discontinuidades y fracturas que afectan las losas de concreto.

Figura 4. Corte transversal de una losa, mostrando el ancho de una grieta



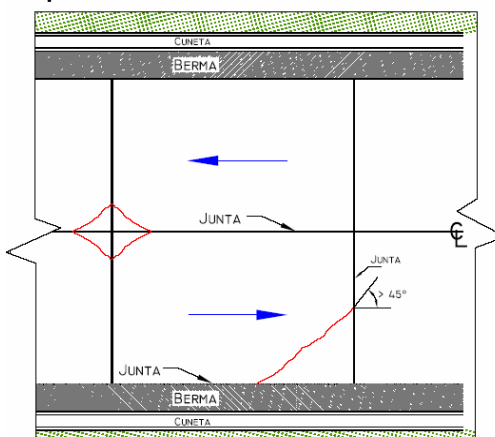
* NOTA: Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003.

2.1.1 Grietas de Esquina (GE). Este tipo de deterioro genera un bloque de forma triangular en la losa; se presenta generalmente al interceptar las juntas transversal y longitudinal, describiendo un ángulo mayor que 45° , con respecto a la dirección del tránsito. La longitud de los lados del triángulo sobre la junta de la losa varía entre 0,3 m y la mitad del ancho de la losa. (Figura 5 y Fotografía 2). Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta el ancho de la grieta (Figura 4), las severidades están dadas como sigue⁴:

- Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible y el bloque de la esquina esta completo.
- Media: Aberturas entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).
- Alta: Aberturas mayores a 0,01 m (10 mm). Se presenta escalonamiento y el bloque de la esquina esta dividido en varias partes.

Figura 5. Vista en planta: Grieta de Esquina



Fotografía 2. Vista típica de una grieta de esquina



Medición del deterioro: Se debe medir la longitud de la grieta en metros y el ancho de su abertura, reportando la cantidad de grietas de esquina presentes en cada losa para cada nivel de

⁴ U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program. Publication No. FHWA – RD -03 -031. 2003

severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán un nivel de severidad bajo.

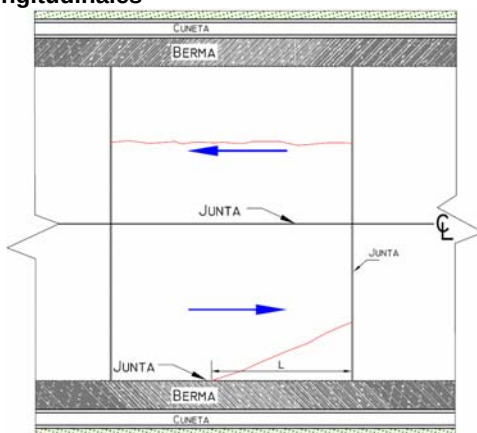
Posibles Causas Las principales causas de la formación de grietas de esquina son:

- Asentamiento de la base y/o la subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Sobrecarga en las esquinas.
- Deficiente transmisión de cargas entre las losas adyacentes.

Evolución probable Se pueden generar o incrementar los escalonamientos y producir fracturas múltiples en las losas.

2.1.2 Grietas longitudinales (GL) Grietas predominantemente paralelas al eje de la calzada o que se extienden desde una junta transversal hasta el borde de la losa, pero la intersección se produce a una distancia (L) mucho mayor que la mitad de la longitud de la losa (Figura 6 y Fotografía 3). Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Figura 6. Características de las Grietas longitudinales



Fotografía 3. Grieta longitudinal



Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas longitudinales se clasifican en⁵:

- Baja: grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible.
- Media: Abertura entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).
- Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,015 m (15 mm).

Medición del Deterioro Se debe medir la longitud de la grieta en metros, reportando la cantidad de grietas longitudinales presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán algún nivel de severidad.

Posibles Causas Las principales causas de las grietas longitudinales son:

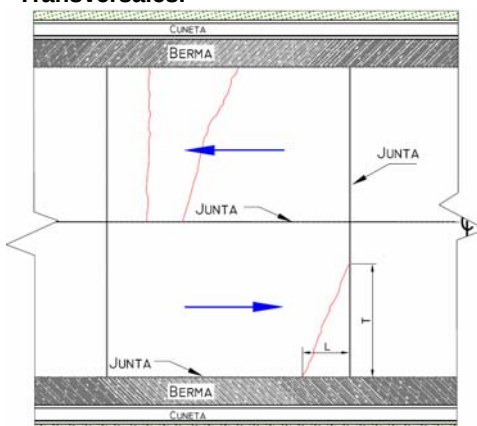
- Asentamiento de la base o la subrasante.
- Falta de apoyo de la losa, originado por erosión de la base.
- Alabeo térmico.
- Losa de ancho excesivo.
- Carencia de una junta longitudinal.
- Mal posicionamiento de las dovelas y/o barras de anclaje.
- Aserrado tardío de la junta.
- Contracción del concreto

Evolución probable Los deterioros con mayor probabilidad de ocurrencia como consecuencia de la evolución de las grietas longitudinales, son:

- Incremento de los escalonamientos.
- Fracturas múltiples en las losas.

2.1.3 Grietas transversales (GT) Grietas que se presentan perpendiculares al eje de circulación de la vía (Figura 7 y Fotografía 4). Pueden extenderse desde la junta transversal hasta la junta longitudinal, siempre que la intersección con la junta transversal esté a una distancia del borde (T) mayor que la mitad del ancho de la losa y la intersección con la junta longitudinal se encuentra a una distancia inferior que la mitad del largo de la losa (L). Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Figura 7. Vista en Planta de las Grietas Transversales.



⁵ CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMÉRICA. Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos. Volumen N° 12. 2002

Fotografía 4. Vista típica de una Grieta Transversal.



Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas longitudinales se clasifican en⁶:

- Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible.
- Media: Abertura entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).
- Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,006 m (6 mm)

Medición del Deterioro Se debe medir la longitud de la grieta en metros, reportando la cantidad de grietas transversales presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán algún nivel de severidad.

Posibles Causas Las principales causas de las grietas transversales, son:

- Asentamiento de la base o la subrasante.
- Losas de longitud excesiva.
- Junta de contracción aserrada o formada tardíamente.
- Espesor de la losa insuficiente para soportar las solicitaciones.
- Gradiente térmico que origina alabeos.
- Problemas de drenaje.
- Cargas excesivas

Evolución probable El daño con mayor probabilidad de aparición, como consecuencia de la evolución de las grietas transversales son las grietas en bloque, también puede haber escalonamiento por la entrada de agua.

2.1.4 Grietas en los extremos de los pasadores (GP) Cercanas al extremo de los pasadores o dovelas. Pueden ser ocasionadas por la mala ubicación de los pasadores o por su

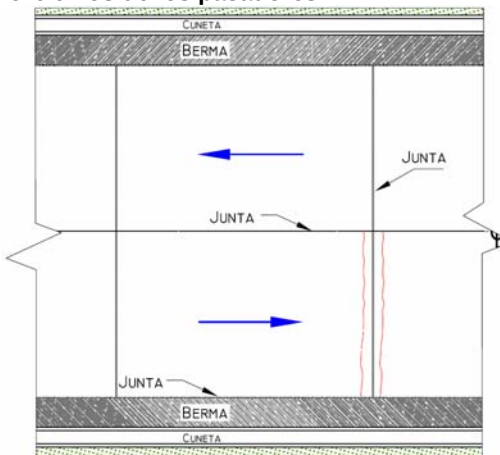
⁶ CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMÉRICA. Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos. Volumen nº 12. 2002

movimiento durante el proceso constructivo (Figura 8 y Fotografía 5). Este tipo de daño se presenta en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

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

- Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible.
- Media: Abertura entre 0,003 m y 0.01 m (3 – 10 mm).
- Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,006 m (6 mm).

Figura 8. Vista en planta de grietas en los extremos de los pasadores.



Fotografía 5. Vista típica de una grieta en los extremos de los pasadores



Medición del deterioro Se debe medir la longitud de la grieta en metros, reportando la cantidad de grietas presentes en cada losa para cada nivel de severidad. Si existen grietas selladas también deben ser medidas, estas siempre serán reportadas y tendrán algún nivel de severidad.

Posibles Causas Las principales causas de las grietas en los extremos de los pasadores, son:

- Mala ubicación de los pasadores

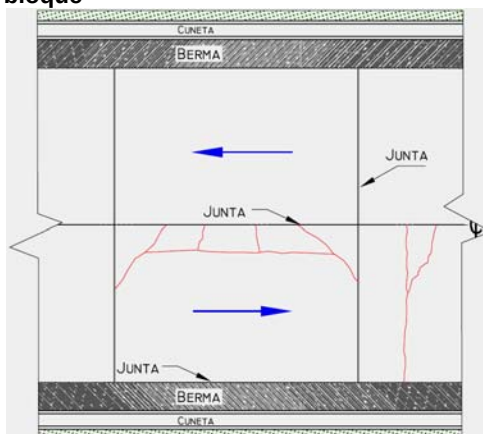
- Corrosión ó desalineamiento de los pasadores
- Movimiento durante el proceso constructivo
- Diámetros de barras muy pequeños y cargas de tráfico muy altas.

Evolución probable Se puede generar escalonamiento de las grietas y/o agrietamiento en bloque.

2.1.5 Grietas en bloque o Fracturación múltiple (GB) Aparecen por la unión de grietas longitudinales y transversales formando bloques a lo largo de la placa. Este grupo también comprende las grietas en “Y” (Figura 9 y Fotografía 6). Aunque se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos, es más frecuente que se presente en placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Niveles de Severidad Siempre se considera un deterioro de severidad alta.

Figura 9. Características de las grietas en bloque



Fotografía 6. Vista típica de las grietas en bloque



Medición del deterioro Se mide el área afectada en metros cuadrados de cada placa y por severidad.

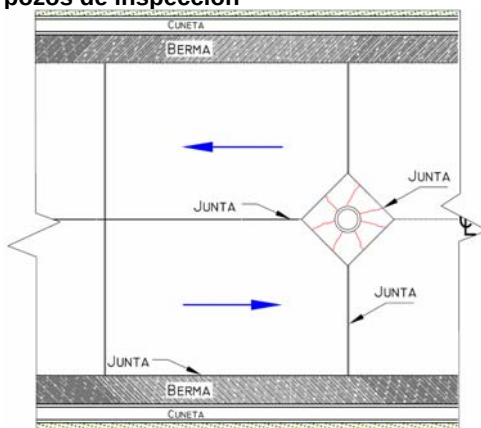
Posibles Causas La fracturación múltiple, puede ser causada por la repetición de cargas pesadas (fatiga de concreto), el equivocado diseño estructural y las condiciones de soporte deficiente. Es la

evolución final del proceso de fisuración, que comienza formando una malla más o menos cerrada; el tránsito y la continua flexión de las losas aceleran la subdivisión en bloques más pequeños, favoreciendo el desportillamiento de sus bordes. Pueden presentar diversas formas y aspectos, pero con mayor frecuencia son delimitados por una junta y una fisura⁷.

Evolución probable La evolución más probable de las grietas en bloque es el deterioro total de la estructura y/o hundimientos.

2.1.6 Grietas en pozos y sumideros (GA) Se presentan como una clasificación independiente, debido a que son grietas que están directamente relacionadas con la presencia del pozo o del sumidero (Figura 10 y Fotografía 7). Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido.

Figura 10. Características de las grietas en pozos de inspección



Fotografía 7. Vista típica de grietas en un pozo de inspección



Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la grieta, los niveles de severidad de las grietas en pozos o sumideros se clasifican en:

- Baja: Grietas selladas o con abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Escalonamiento imperceptible.

⁷ CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños en 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

- Media: Abertura entre 0,003 m y 0,01 m (3 – 10 mm).
- Alta: > Aberturas mayores a 0,01m (10 mm). Se presenta escalonamiento mucho mayor a 0,006 m (6 mm)

Medición del deterioro El área afectada se mide en metros cuadrados por placa.

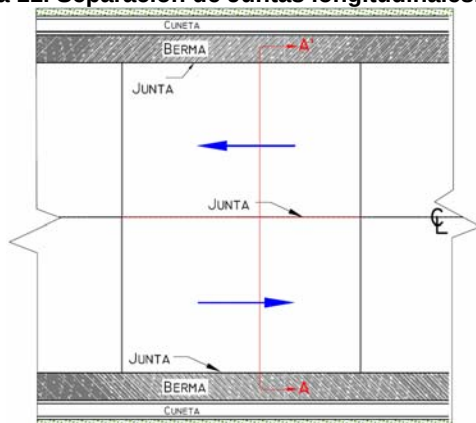
Posibles Causas Se atribuye a la variación en la distribución de esfuerzos debida a la presencia de pozos o sumideros, éstos se convierten en una zona vulnerable a la aparición de grietas derivadas de la geometría irregular de la zona adyacente al pozo que no permite una buena distribución de esfuerzos (de acuerdo con las reglas para modulación de losas, éstas deben ser lo más regulares posible, cuando hay formas irregulares, las placas se deben reforzar).

Evolución probable Los deterioros con mayor probabilidad de ocurrencia como consecuencia de este daño son el Bombeo y el deterioro total de la losa.

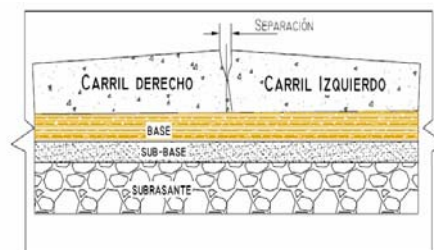
2.2 DAÑOS EN JUNTAS

2.2.1 Separación de Juntas Longitudinales (SJ) Corresponde a una abertura en la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimento rígido (Figura 11 y Fotografía 8).

Figura 11. Separación de Juntas longitudinales.



a. Vista en planta. Placas de Pavimento Rígido



b. Vista en perfil: Detalle Separación de Juntas Longitudinales

Fotografía 8. Vista típica de una separación de junta longitudinal asociada a un hundimiento.



* NOTA: Fotografía, Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003.

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la abertura de la junta inducida por corte que es de 6 mm, los niveles de severidad en la separación de juntas se dan por las aberturas extras a la abertura normal de la junta y se clasifican en:

- Baja: Abertura menor a 0,003 m (3 mm.). Levantamiento imperceptible, desportillamiento mínimo.
- Media: Abertura entre 0,003 m y 0,025 m (3 – 25 mm).
- Alta: Aberturas mayores a 0,025m (10 mm). Se presenta diferencia de nivel entre losas adyacentes o altura sobre el nivel medio de la vía mucho mayor a 0,01 m (10 mm)

Medición del deterioro Se tomará la longitud en metros de la junta afectada por placa.

Posibles Causas Las principales causas de una separación de juntas longitudinales son:

- Contracción o expansión diferencial de losas debido a la ausencia de barras de anclaje entre carriles adyacentes.
- Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento diferencial en la subrasante.
- Ausencia de bermas.
- Asentamiento diferencial de la subrasante.

Evolución probable El deterioro con mayor posibilidad de ocurrencia debido a la evolución de una separación de juntas longitudinales es la pérdida del perfil longitudinal; también puede haber bombeo debido a la entrada de agua en daño con severidad alta.

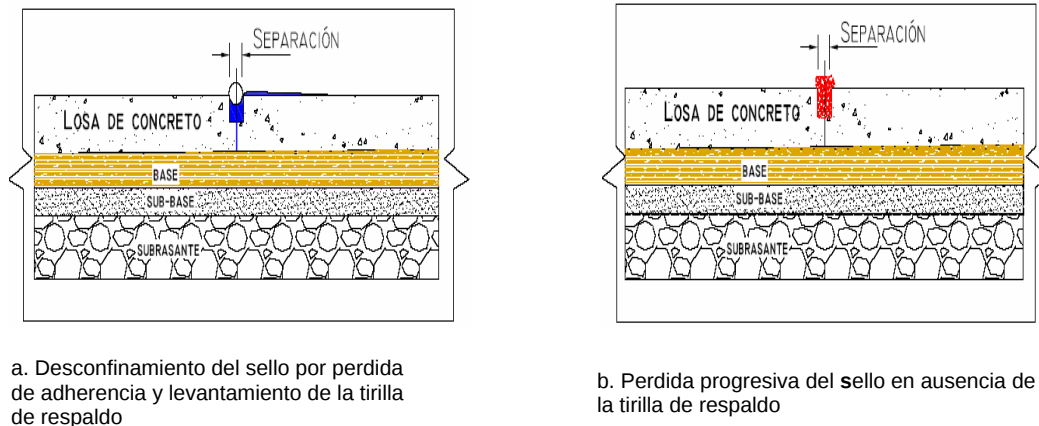
Posible Intervención Cuando la sección transversal no presenta deformaciones que signifiquen pérdida de confort al manejar se debe sellar.

Si hay un nivel de severidad medio o alto, se debe reconstruir el tramo, reconvirmando y recompactando la subrasante y colocando barras de amarre en la junta longitudinal.

2.2.2 Deterioro del sello (DST - DSL) Desprendimiento o rompimiento del sello de las juntas longitudinales o transversales, que permite la entrada de materiales incompresibles e infiltración de agua superficial.

Se considera como deterioro del sello cualquiera de los siguientes defectos: extrusión del sello, endurecimiento, pérdida de adherencia entre el sello y la losa, pérdida parcial o total del sello e incrustación de materiales ajenos y crecimiento de vegetación (Figura 12 y Fotografía 9). Este deterioro se presenta en pavimentos de placas de concreto simple y en placas de concreto reforzado.

Figura 12. Deterioro del Sello



Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la longitud de la junta que se encuentra con un sellado deficiente, se clasifica de la siguiente forma:

- Baja: Longitud con deficiencia de sellado menor al 5% de la longitud de la junta y no existe riesgo de entrada de agua y/o material incompresible.
- Medio: Longitud con deficiencia de sellado entre 5 y el 25% de la longitud de la junta, y el resto del material sellante se encuentra en condición regular.
- Alto: Longitud con deficiencia de sellado mayor al 25% de la longitud de la junta, entrada de agua y/o material incompresible, el cambio y resellado debe ser inmediato.

Fotografía 9. Vista típica de un deterioro de sello.



Medición del deterioro Se tomará la longitud en metros de la junta afectada por placa, especificando el nivel de severidad del daño. Se anotará la presencia de material incompresible, vegetación o entrada de agua.

Posibles Causas Las principales causas del deterioro de los sellos de las juntas, son:

- Endurecimiento del sello: producto de mala calidad, envejecimiento.
- Pérdida de adherencia entre el sello y la placa: producto de mala calidad, sellado mal colocado, caja mal diseñada, paredes sucias en el momento de aplicar el sello.
- Pérdida de sello: producto de mala calidad, procedimiento de colocación deficiente, movimiento relativo excesivo entre losas adyacentes, poca consistencia del material de sello.
- Extrusión del material del sello: exceso de sello, producto de mala calidad, procedimiento de colocación deficiente, incremento severo de temperatura que provoca el movimiento de las losas y el ablandamiento del material, puesta en servicio de la vía antes del fraguado del sello.
- Incrustación de material incompresible: ocasionada por la cercanía de bermas no pavimentadas o la caída de materiales de vehículos que transitan por la vía.
- Crecimiento de la vegetación: humedad en la junta.

Evolución probable El deterioro más probable de ocurrir debido a la evolución de la falla de sello es el desportillamiento y el bombeo.

2.3 DETERIOROS SUPERFICIALES

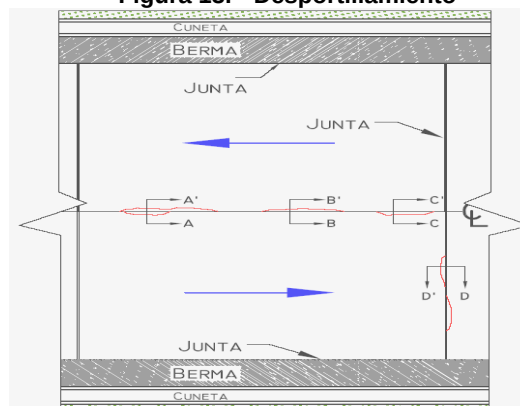
2.3.1 Desportillamiento de juntas (DPT, DPL) Desintegración de las aristas de una junta (longitudinal, transversal), con pérdida de trozos, que puede afectar hasta 0,15 m (15 cm) a lado y lado de la junta (Figura 13 y Fotografía 10) Este tipo de deterioro se presenta en todos los tipos de pavimento rígido con juntas.

Niveles de Severidad Se definen combinando el estado de los bloques que se forman por el fracturamiento en contacto con la junta y sus dimensiones, se clasifican de la siguiente forma⁸:

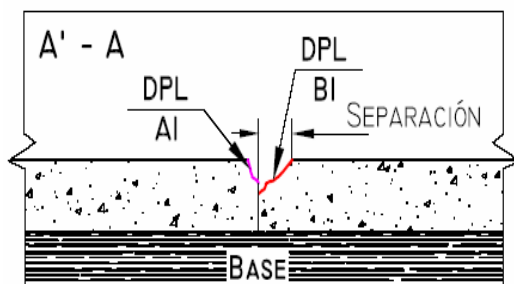
- Baja: Pequeños fracturamientos, que no se extienden más de 0,08 m (80 mm) a cada lado de la junta, dan lugar a pequeñas piezas que se mantienen bien firmes, aunque ocasionalmente algún pequeño trozo puede faltar.
- Media: Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 0,08 m (80 mm) a cada lado de la misma, dando origen a piezas o trozos relativamente sueltos, que pueden ser removidos; algunos o todos los trozos pueden faltar, pero su profundidad es menor de 0,025 m (25 mm).
- Alta: Las fracturas se extienden a lo largo de la junta en más de 0,08 m (80 mm) a cada lado de la misma, las piezas o trozos han sido removidos por el tránsito y tienen una profundidad mayor de 0,025 m (25 mm).

⁸ CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMÉRICA. Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos. Volumen nº 12. 2002

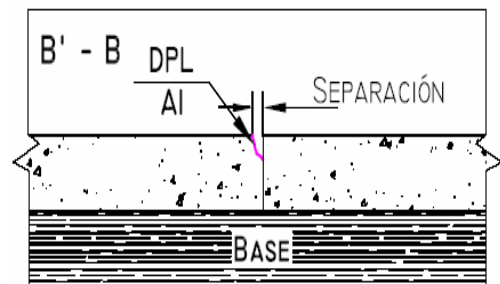
Figura 13. Desportillamiento



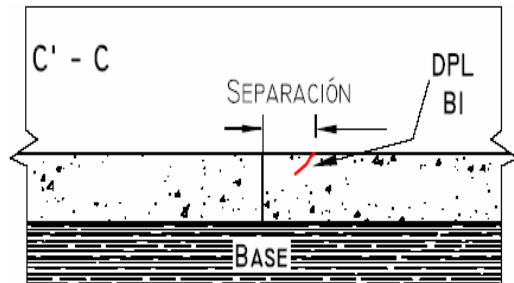
a. Vista en planta: Desportillamiento en juntas



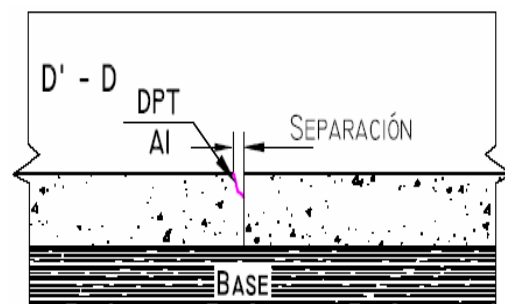
b. Vista en perfil: Desportillamiento longitudinal afectando dos losas.



c. Vista de perfil: Desportillamiento longitudinal de una losa



d. Vista en perfil: Inicio del desprendimiento



e. Vista en planta: Desportillamiento transversal.

Fotografía 10. Vista típica de un desportillamiento con pérdida de bloques.



Medición del deterioro Se toma la longitud en metros de la junta afectada por placa y se reporta la severidad del daño.

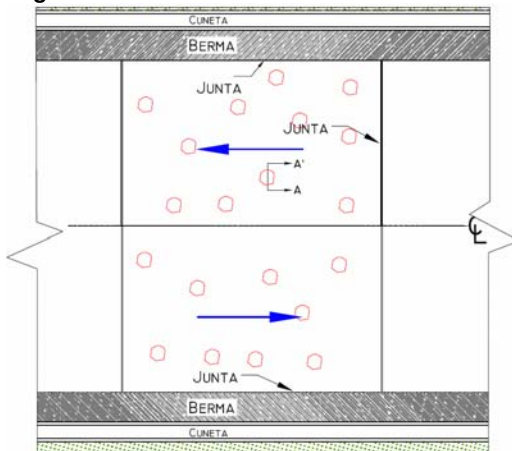
Posibles Causas Las principales causas del desportillamiento de las juntas, son:

- Debilitamiento de los bordes de la junta debido a defectos constructivos.
- Desintegración del concreto, por mala calidad del material.
- Presencia de material incompresible en la junta, el cual al expandirse genera concentración de esfuerzos y la posterior falla ante el paso de vehículos.
- Mal procedimiento de corte de la junta.
- Aplicación de cargas antes de conseguir la resistencia mínima recomendada del concreto.

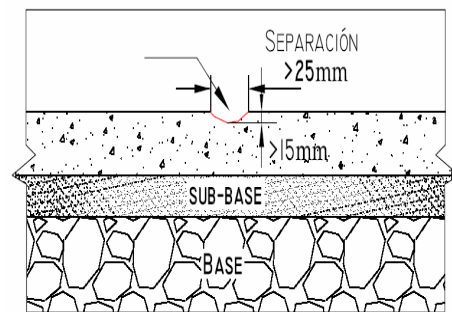
Evolución probable La evolución más probable del desportillamiento de las juntas es la entrada de agua a la base generando bombeo.

2.3.2 Descascaramiento (DE) Descascaramiento es la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de concreto (Figura 14 y Fotografía 11).

Figura 14. Descascaramiento



a. Vista en planta. Placas de Pavimento Rígido



b. Vista en perfil: Detalle de descascaramiento

Fotografía 11. Vista típica de un descascaramiento.



NOTA: Fotografía tomada en el puente Puerto Salgar

Niveles de Severidad Se definen los niveles de severidad de acuerdo a la profundidad a la cual ha existido pérdida de material superficial y se clasifican de la siguiente forma:

- Baja: Pérdida de material superficial a una profundidad menos a 0,005 m (5 mm).
- Media: Pérdida de material superficial a una profundidad de entre 0,005 m y 0.015 m (5 - 15 mm).
- Alta: Pérdida de material superficial a una profundidad mayor a 0,015 m (15 mm).

Medición del deterioro Se mide el área de cada descascamiento por placa identificando la severidad de la falla.

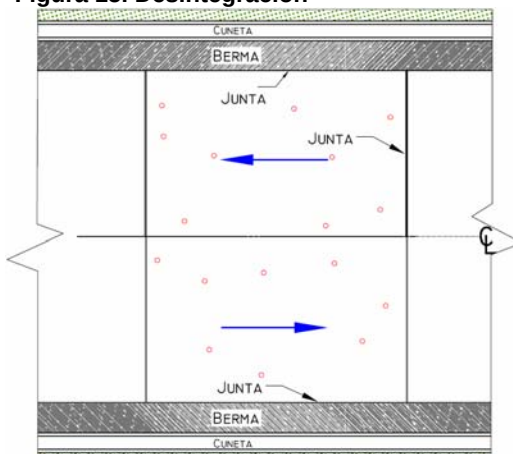
Posibles Causas Los descascamientos generalmente son consecuencia de un exceso de acabado del concreto fresco colocado, produciendo la exudación del mortero y agua, dando lugar a que la superficie del concreto resulte muy débil frente a la retracción.

Las fisuras capilares pueden evolucionar en muchos casos por efecto del tránsito, dando origen al descascamiento de la superficie, posibilitando un levantamiento de material superficial que progresa tanto en profundidad como en área. También pueden observarse manifestaciones de descascamiento en pavimentos con refuerzo, cuando las armaduras se colocan muy próximas a la superficie.

Evolución probable El descascamiento puede incrementar su grado de severidad hasta generar desintegración.

2.3.3 Desintegración (DI) Consiste en pérdida constante de agregado grueso en la superficie, debido a la progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena-cemento del concreto, provocando una superficie con pequeñas cavidades (Figura 15 y Fotografía 12).

Figura 15. Desintegración



Niveles de Severidad Se definen de acuerdo al área en la cual ha existido pérdida de material superficial, se clasifican de la siguiente forma:

- Baja: Pequeños desprendimientos muy superficiales, puntuales o concentrados en pequeñas áreas, como remiendos.
- Media: Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una textura abierta, pero los desprendimientos se limitan a material fino, solo superficialmente.

- Alta: Peladuras generalizadas, se extienden en la superficie dando lugar a una superficie rugosa, con desprendimiento de agregado grueso formando cavidades o pequeños baches superficiales.

Fotografía 12. Vista típica de una vía con nivel bajo de desintegración



*NOTA: Fotografía, Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003

Medición del deterioro Se mide el área por severidad del daño para cada losa.

Posibles Causas Es causado por el efecto abrasivo del tránsito sobre concretos de calidad pobre, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas (bajo contenido de cemento, exceso de agua, agregados de inapropiada granulometría), o bien por deficiencias durante su ejecución (segregación de la mezcla, insuficiente densificación, curado defectuoso), otras posibles causas:

- Material inapropiado en el interior del hormigón tal como terrones de arcilla ó cal viva.
- Mortero poco homogéneo.
- Deficiente calidad de los materiales.
- Agregados expansivos o de baja durabilidad.
- Reparaciones hechas sin seguir recomendaciones técnicas.

Evolución probable La desintegración de la superficie del pavimento puede incrementar su grado de severidad hasta generar baches.

2.3.4 Baches (BCH) Desintegración de la losa de concreto y la remoción en una cierta área, formando una cavidad de bordes irregulares que incluso puede dejar expuesto el material de base (Fotografía 13).

Niveles de Severidad Se definen de acuerdo a la profundidad a la cual ha existido pérdida de material, se clasifican de la siguiente forma:

- Baja: Profundidad de afectación menor o igual que 25 mm.
- Media: Profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm.
- Alta: Profundidad de afectación mayor que 50 mm.

Fotografía 13. Vista típica de una vía con aparición de baches



NOTA: Fotografía, Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003

Medición del deterioro Se miden en metros cuadrados (m^2) de área afectada, registrando la mayor severidad existente por cada losa afectada.

Posibles Causas Los baches se producen por conjunción de varias causas:

- Fundaciones y capas inferiores inestables.
- Espesores del pavimento estructuralmente insuficientes.
- Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.
- Acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras en bloque, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento.

2.3.5 Pulimento (PU) Carencia o pérdida de la textura superficial necesaria para que exista una fricción adecuada entre el pavimento y los neumáticos (Fotografía 14).

Fotografía 14. Vista típica de una vía con pulimento de losas de concreto.



Niveles de Severidad No se definen niveles de severidad. El grado de pulimento de la superficie debe ser alto para ser informado.

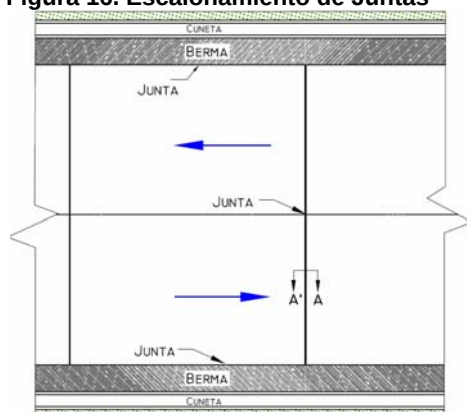
Medición del deterioro Se debe reportar el área afectada en cada placa o el número de placas afectadas.

Posibles Causas Esta deficiencia es causada principalmente por el tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados, especialmente cuando la mezcla de concreto y/o agregados es de calidad deficiente y favorece la exposición de los mismos. La reducción de la fricción o resistencia al deslizamiento, puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito. El pulimento de los agregados puede ser considerado cuando un examen visual revela que la rugosidad obre la superficie es muy reducida y se presenta una superficie suave al tacto.

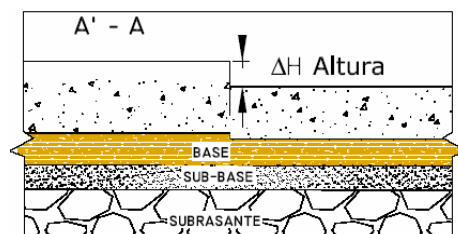
Evolución probable El pulimento de la superficie del pavimento puede generar cabezas duras.

2.3.6 Escalonamiento de Juntas longitudinales (EJL) y transversales (EJT) Es una falla provocada por el tránsito que corresponde a un desnivel de la losa en su junta con respecto a una losa vecina (Figura 16 y Fotografía 15).

Figura 16. Escalonamiento de Juntas



a. Vista en planta. Escalonamiento Junta Transversal.



b. Vista en perfil: Detalle del Escalonamiento

Fotografía 15. Vista típica de escalonamiento



*Tomada de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica. Guatemala. 2003.

Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la diferencia de altura (desnivel) entre las placas adyacentes, los niveles de severidad se definen como:

- Baja: desnivel menor a 0,005 m (5mm).
- Media: desnivel entre 0,005 m (5 mm) y 0.01 m (10 mm).
- Alta: desnivel mayor a 0,010 m (10 mm).

Medición del deterioro La medición del escalonamiento entre juntas y/o grietas, se puede llevar a cabo de la siguiente forma:

- Si la losa a medir está más alta que la de referencia o contigua, registrar como escalonamiento negativo (-); en el caso contrario indique escalonamiento positivo (+).
- Definir si el desnivel se presenta en el largo o ancho de la losa y determinar su magnitud en metros, se debe tener en cuenta si el desnivel esta asociado con desportillamientos o con alguna grieta definida claramente en otro tipo de daño.

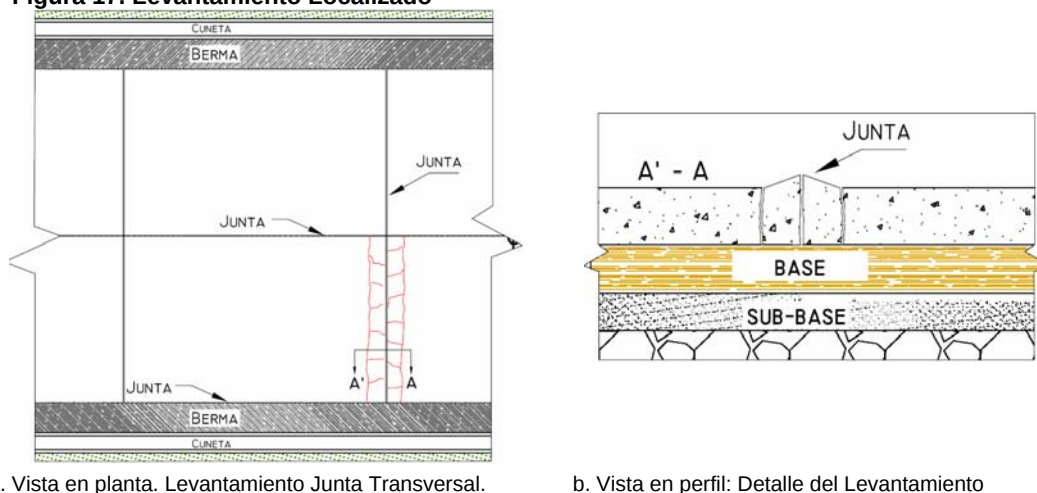
Posibles Causas Las principales causas del escalonamiento entre losas, son:

- Deficiencia en el traspaso de cargas entre las losas o trozos de losas.
- Erosión de la base en las inmediaciones de la junta o grieta.
- Asentamiento diferencial de la subbase ó subrasante.
- Falta de capacidad de soporte de la subrasante.

Evolución probable El escalonamiento de las juntas puede ocasionar fractura de la losa, si éste se combina con bombeo que implica pérdida del material de base.

2.3.7 Levantamiento Localizado (LET, LEL) Sobre-elevación abrupta de la superficie del pavimento, localizada generalmente en zonas contiguas a una junta ó una grieta, habitualmente el concreto afectado se quiebra en varios trozos (Figura 17 y Fotografía 16).

Figura 17. Levantamiento Localizado



Fotografía 16. Levantamiento localizado en losas de concreto.



* NOTA: Fotografía, Tomado de "Catálogo Centroamericano de daños en pavimentos viales", Consejo de Ministros de Transporte de Centroamérica, Guatemala, 2003

Niveles de Severidad La severidad se mide en función del efecto de esta falla en el nivel de serviciabilidad y muy especialmente en el riesgo que puede significar para los usuarios⁹, partiendo de esto, los niveles de severidad se definen así:

- **Baja:** Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio. Elevación entre los bordes de la losa menor a 0,005 m (5 mm.)
- **Media:** Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación. Elevación entre bordes de la losa entre 0,005 m (5 mm) y 0,010 m (10 mm).
- **Alta:** El levantamiento causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad. Separación entre bordes de la losa mayor a 0,010 m (10 mm)

Medición del deterioro Los daños se miden teniendo en cuenta su nivel de severidad, registrando un largo y ancho que definan el área afectada para cada losa afectada.

Posibles Causas Son causadas por falta de libertad de movimiento de las losas de concreto. La restricción a la expansión de las losas puede originar fuerzas de compresión considerables sobre el plano de la junta. Cuando estas fuerzas no son completamente perpendiculares al plano de la junta o son excéntricas a la sección de la misma, pueden ocasionar el levantamiento de las losas contiguas a las juntas, acompañados generalmente por la rotura de estas losas. Otras causas pueden ser mala colocación de barras de transferencia, presencia de un estrato de suelos expansivos a poca profundidad, variaciones térmicas cuando la longitud de las losas es excesiva y no cuenta con juntas de expansión o presentarse por la evolución de desportillamientos.

Evolución probable El levantamiento localizado puede ocasionar grietas en bloque. Este daño también puede llegar a afectar la junta (producir pérdidas de sello, desprendimiento, etc.)

⁹ CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños en 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

2.3.8 Parches (PCHA - PCHC) Un parche es un área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado, ya sea con un material similar o eventualmente diferente, para reparar el pavimento existente, también un parcheo por reparación de servicios públicos es una intervención que se ha ejecutado para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo (Fotografía 17).

Los tramos con parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, al tiempo que pueden constituir indicadores, tanto de la intensidad de mantenimiento demandado por una determinada vía, como la necesidad de reforzar la estructura de la misma. En muchos casos, los parches por deficiente ejecución dan origen a nuevas fallas. Para parches en asfalto el símbolo será PCHA y para parches en concreto PCHC.

Niveles de Severidad Para evaluar la severidad se tendrá en cuenta su estado de deterioro, el asentamiento de la capa, a continuación se definen los niveles de severidad propios de este tipo de daño:

- 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.

Fotografía 17. Parches en asfalto y concreto.



Medición del deterioro Determinar el número de parches y la superficie en metros cuadrados del área del parche para cada nivel de severidad y por placa; indicar por separado los parches de asfalto y/o concreto. Se deben reportar como observaciones los daños presentes en el parche.

Posibles Causas Algunas de las posibles causas de los daños en parches, son:

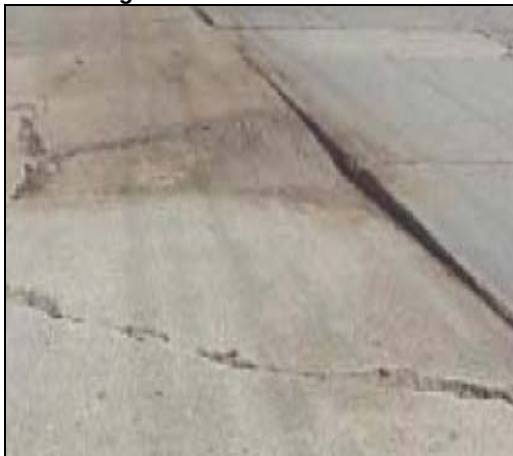
- En parches asfálticos, la capacidad estructural del parche es insuficiente o se practicó un deficiente proceso constructivo.
- En parches de concreto de pequeñas dimensiones, la retracción por fraguado puede separar el parche del concreto antiguo, si no se utiliza un epóxico como material de adhesión.
- En el caso de parches de concreto, si hubo reemplazo de por lo menos la mitad de una losa de concreto, el traspaso de carga entre el parche y la losa es insuficiente por falta de dovelas o barras de amarre y/o por defectos en el proceso constructivo.

Evolución probable El deterioro de los parches en concreto o asfalto, puede conducir a daño total del parche y de las zonas aledañas al mismo.

Posible Intervención Reparar en todo el espesor, una franja que comprenda toda el área afectada. Reconstruir la junta de contracción utilizar pasadores de carga, barras de amarre, tirilla de respaldo y sello de la junta, cuando corresponda.

2.3.9 Hundimientos o Asentamientos (HU) Depresión o descenso de la superficie del pavimento en un área localizada; puede estar acompañado de agrietamiento significativo, debido al asentamiento de las losas (Fotografía 18).

Fotografía 18. Hundimiento de losa y su posterior agrietamiento.



Niveles de Severidad Se pueden diferenciar tres niveles de severidad (Bajo, Medio y Alto) según su incidencia en la comodidad de manejo, estos niveles se pueden asignar a la vía con base en la observación de automóviles circulando y se definen a continuación:

- **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.
- **Medición del deterioro** Los hundimientos se miden registrando su área de afectación separadamente por placa y según los criterios de severidad.

Posibles Causas Este tipo de deformación permanente del pavimento, con o sin agrietamiento puede ocurrir cuando se produce asentamiento o consolidación en la subrasante, por ejemplo, en zonas contiguas a una estructura de drenaje o de retención donde puede ocurrir el asentamiento del material de relleno por deficiente compactación inicial o bien por movimiento de la propia estructura. También pueden ser originadas por deficiencias durante el proceso de construcción de losas.

Evolución probable El hundimiento de losas de concreto puede conducir al agrietamiento total de la losa.

2.4 OTROS TIPOS DE DETERIORO

2.4.1 Fisuración por retracción o Tipo malla (FR) Fisuras limitadas sólo a la superficie del pavimento. Frecuentemente, las grietas de mayores dimensiones se orientan en sentido longitudinal y se encuentran interconectadas por grietas más finas distribuidas en forma aleatoria (Fotografía 19).

Fotografía 19. Fisuración por retracción típica con nivel de severidad bajo.



Niveles de Severidad La severidad de las fisuras de aparición temprana, se evalúa tendiendo en cuenta la presencia de descascaramientos en los bordes de las fisuras, los niveles de severidad definidos, son:

- Baja: Fisuramiento bien definido pero sin descascaramiento.
- Media: Fisuramiento con descascaramiento que afecta menos del 10% de la superficie deteriorada.
- Alta: Fisuramiento con descascaramiento que afecta al 10% o más de la superficie deteriorada.

Medición del deterioro Determinar el área afectada en metros cuadrados y la severidad.

Posibles Causas Se debe principalmente a:

- Curado inapropiado del concreto.
- Exceso de amasado superficial y/o adición de agua durante el alisado de la superficie.
- Malla de refuerzo muy cerca a la superficie.
- Acción del clima o de productos químicos.

Evolución probable La evolución más probable de las fisuras por retracción, es el descascaramiento.

2.4.2 Fisuras ligeras de aparición temprana (FT) Fisuras delgadas, que afectan únicamente la superficie de la losa, de longitud de 0.2 m a 1 m., la mayoría de las veces adquieren tendencia a ser paralelas entre sí y eventualmente con 45° de orientación con respecto al eje de la vía (Fotografía 20).

Fotografía 20. Vista típica de fisuras ligeras de aparición temprana.



Niveles de Severidad La severidad de las fisuras ligeras de aparición temprana se evalúa teniendo en cuenta la presencia de descascaramientos en los bordes de las fisuras, los niveles de severidad se definen así:

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

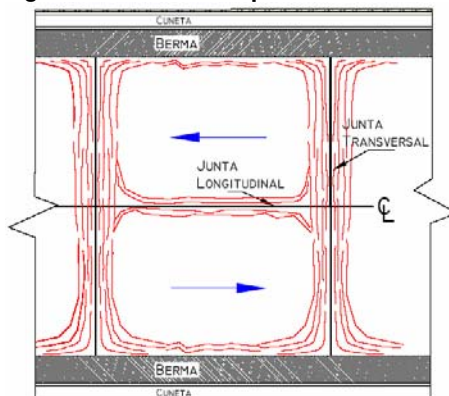
Medición del deterioro Determinar el área afectada.

Posibles Causas Las fisuras ligeras de aparición temprana aparecen en la superficie del concreto generalmente por contracción plástica del concreto, que aparece antes del fraguado final, por secado prematuro.

Evolución probable La evolución más probable de las fisuras de aparición temprana es el descascaramiento.

2.4.3 Fisuración por durabilidad (FD) Corresponde a una serie de grietas finas muy cercanas entre si, que aparecen cerca de las juntas longitudinales, transversales y cerca de los bordes libres de las losas (Figura 18). Estas grietas suelen curvarse en la intersección de las juntas longitudinales y transversales, presentan una coloración oscura.

Figura 18. Fisuración por Durabilidad



Niveles de Severidad Los niveles de severidad para la fisuración por durabilidad, se definen en forma cualitativa con base en la separación y abertura de la fisura y en la aparición de trozos de concreto de la superficie, los niveles de severidad se definen así¹⁰:

- Baja: Grietas muy cercanas sin trozos sueltos o faltantes.
- Media: Grietas bien definidas, con algunos trozos pequeños sueltos o desplazados.
- Alta: Patrón de la falla bien desarrollado, con una cantidad significativa de trozos sueltos o faltantes.

Medición del deterioro Establecer la superficie en metros cuadrados, para cada nivel de severidad presente y para cada placa.

Posibles Causas Generalmente las fisuras por durabilidad aparecen en el concreto, debido a:

- Ambientes alcalinos.
- Reactividad álcali-sílice cuando los agregados son expuestos a cambios de temperatura.
- Humedecimiento excesivo en el borde del pavimento sumado a exceso de cargas.

Evolución probable La evolución más probable de las fisuras por durabilidad es el descascamiento de la superficie de las losas de concreto.

Posible Intervención En caso de fisuras por durabilidad de severidad baja, generalmente no se interviene.

En niveles de deterioro medio y alto, se recomienda demoler una franja de losa igual al área afectada por las fisuras y reemplazar todo el espesor de la losa.

2.4.4 Bombeo sobre la junta transversal (BOT), bombeo sobre la junta longitudinal (BOL) El bombeo es la expulsión de finos a través de las juntas o fisuras, ésta expulsión (en presencia de agua) se presenta por la deflexión que sufre la losa ante el paso de cargas (Fotografía 21). Al expulsar agua esta arrastra partículas de grava, arena, arcilla o limos generando la pérdida del soporte de las losas de concreto. El bombeo se puede evidenciar por el material que aparece tanto en juntas y fisuras de la losa como en la superficie del pavimento.

¹⁰ CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños en 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

Fotografía 21. Vista típica de surgencia de material fino al paso de vehículos pesados y depositamiento de material sobre la superficie de concreto.



Niveles de Severidad Los niveles de severidad establecidos para el bombeo se definen con base en la diferencia de alturas entre el tramo afectado y el nivel de las losas no afectadas, los niveles de severidad se definen así:

Cuando el fenómeno se manifiesta sin generar hundimiento no pueden aplicarse niveles de severidad ya que el deterioro está en edad temprana sin embargo, en general debe reportarse como de severidad baja e indicar que no hay hundimiento.

La severidad de los hundimientos es la siguiente:

- Bajo: La diferencia de alturas entre el pavimento y el nivel de referencia es menor a 0,050 m (50 mm)
- Medio: La diferencia de alturas entre el pavimento y el nivel de referencia esta entre 0,050 m (50 mm) y 0,150 m (150 mm).
- Alto: La diferencia de alturas entre el pavimento y el nivel de referencia es mayor a 0,150 m (150 mm)

Medición del deterioro Establecer el número de juntas y/o grietas afectadas y la longitud en metros desde el borde del pavimento en que ocurre el problema, localizándolos en el sentido transversal (distancia desde el borde externo del pavimento) y la longitud en metros en que se presenta la falla. Igualmente clasificarlos en niveles de severidad y colocar en observaciones cuando está asociado a grietas.

Posibles Causas Las principales causas generadoras de los procesos de bombeo, son:

- Presencia de agua superficial que penetra entre la base y la losa de concreto.
- Material erodable en la base.
- Tráfico de vehículos pesados frecuente.
- Transmisión inadecuada de cargas entre losas.

Evolución probable La evolución más probable del bombeo es: escalonamiento, grietas longitudinales, transversales, de esquina y/o en bloque.

2.4.5 Ondulaciones (ON) Las ondulaciones son la deformación de la superficie, generadas por un inadecuado proceso de nivelación durante la construcción.

Niveles de Severidad Los niveles de severidad establecidos para las ondulaciones, están definidos con base en la molestia que puede generar la circulación sobre la vía, los niveles de severidad se definen así:

- Baja: Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio. Desnivel menor a 0,005 m (5 mm.)
- Media: Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir velocidad de circulación. Desnivel entre 0,005 m (5 mm) y 0,010 m (10 mm).
- Alta: El desnivel causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y/o riesgo para la seguridad y/o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad. Desniveles mayores a 0,010 m (10 mm)

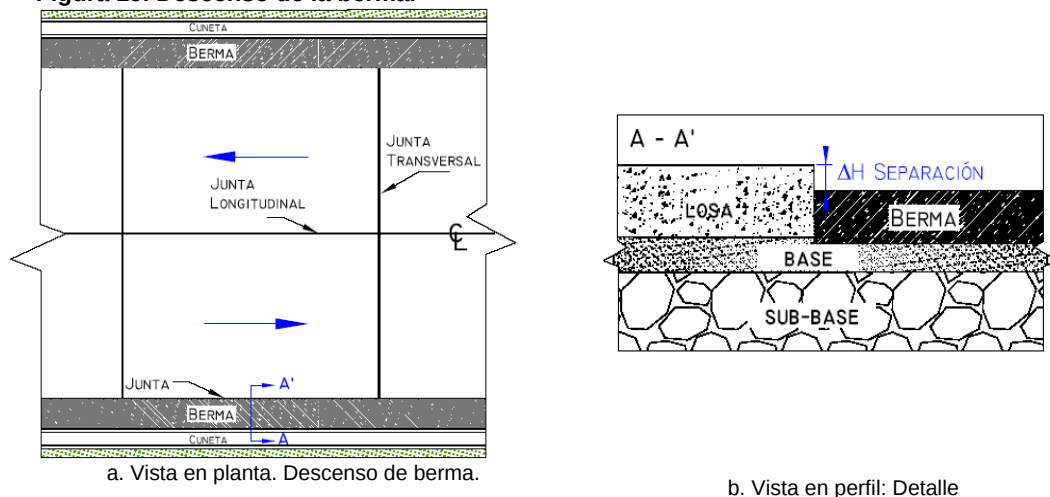
Medición del deterioro Se debe medir la longitud afectada asignando la severidad de acuerdo con el desnivel y relacionarlo separadamente losa por losa.

Posibles Causas La causa probable de las ondulaciones es un deficiente proceso constructivo de las losas de concreto que permitió la pérdida del nivel de referencia de la vía.

Evolución probable La evolución más probable de las ondulaciones es la aparición de grietas en la parte mas baja de los hundimientos.

2.4.6 Descenso de la berma (DB) Diferencia de nivel entre la superficie de la losa respecto a la superficie de la berma, ocurre cuando alguna de las bermas sufre asentamientos (Figura 19 y Figura 22).

Figura 19. Descenso de la berma.



Fotografía 22. Vista típica de descenso de berma.



Niveles de Severidad Teniendo en cuenta la diferencia de altura (ΔH) entre las superficies de la losa y la berma, se definieron los niveles de severidad para el descenso de la berma de la siguiente forma:

- Bajo: La diferencia de alturas entre la losa y la berma es menor a 0,010 m (10 mm).
- Medio: La diferencia de alturas entre la losa y la berma está entre 0,010 m (10 mm) y 0,030 m (30 mm).
- Alto: La diferencia de alturas entre la losa y la berma es mayor a 0,030 m (30 mm).

Medición del deterioro Se evalúa la longitud en metros de la junta afectada, definiendo si hay penetración de agua a la base.

Posibles Causas Las principales causas del descenso de la berma, son:

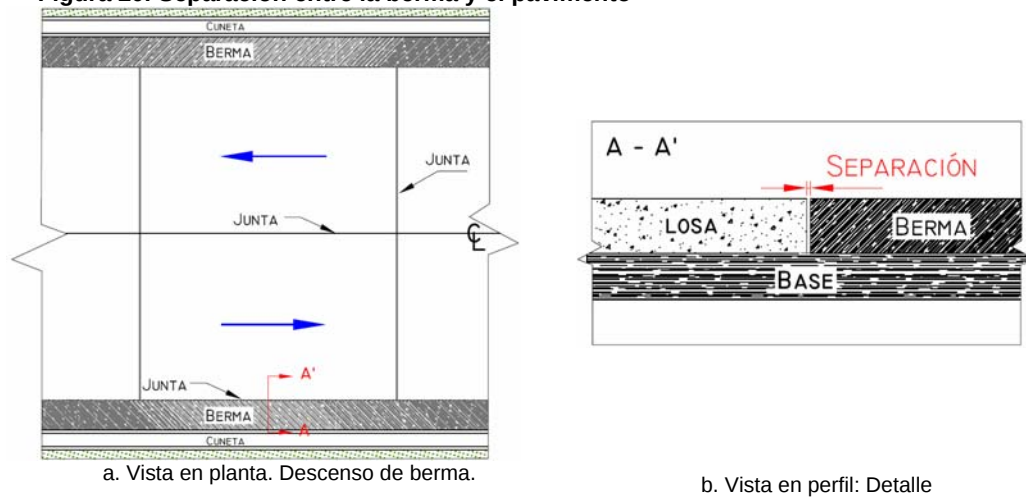
- Asentamiento de la berma por compactación insuficiente.
- En bermas no revestidas: por la acción del tráfico o erosión de la capa superficial por agua que escurre desde el pavimento hacia el borde externo de la losa.
- Inestabilidad de la banca.

Evolución probable Los deterioros con mayor probabilidad de ocurrencia como consecuencia de la evolución del descenso de la berma son:

- Separación entre la berma y la losa.
- Desportillamientos en la arista próxima a la berma.

2.4.7 Separación entre la berma y el pavimento (SB). Incremento en la abertura de la junta longitudinal entre la berma y el pavimento (Figura 20 y Fotografía 23).

Figura 20. Separación entre la berma y el pavimento



Niveles de Severidad No se clasifican por niveles de severidad, pero si hay entrada o se presume la entrada de agua entre la junta (separaciones mayores a 1mm), es considerada de alta severidad y debe ser sellada la junta de inmediato, para evitar el ingreso del agua hacia la base, se puede presumir entrada de agua si ha y presencia de finos a lo largo de la junta.

Medición del deterioro Se evalúa la longitud en metros de la junta afectada, definiendo si hay penetración de agua a la base.

Posibles Causas Las causas mas probables de la separación entre la berma y el pavimento, son:

- Asentamiento con desplazamiento por compactación insuficiente o falta de compactación en la cara lateral del pavimento.
- Escurrimiento de agua sobre la berma cuando existe un desnivel entre ella y el pavimento

Fotografía 23. Vista típica de separación entre la berma y/o elemento de drenaje y el pavimento.



Evolución probable La separación entre la berma y el pavimento, puede incrementar su nivel de severidad hasta generar daños como bombeo, escalonamiento, fisuras longitudinales y/o bloque.

Posible Intervención

- En bermas sin pavimento ni revestimiento, reconformar la berma e implementar un sistema de drenaje que evite la entrada de agua a la base de las losas de concreto.
- En bermas revestidas con un tratamiento superficial, reconstruir el revestimiento al menos en una franja adyacente al pavimento.
- En bermas pavimentadas con carpeta asfáltica ó concreto y/o estructuras de drenaje y no existe agrietamiento o pérdida de bloques, aplicar sellos a las juntas.

3. PROCEDIMIENTO PARA EL REGISTRO DE DAÑOS

El propósito de la inspección de pavimentos es determinar el porcentaje de área afectada en la vía, estableciendo el tipo de daños que se presenta, su extensión y severidad, factores que ayudan a interpretar las posibles causas de los deterioros o de programar actividades de campo y/o laboratorio para estudiar dichas causas, y así establecer las alternativas de reparación más adecuadas y contrarrestar los factores que generan estos daños.

Para este fin, se ha desarrollado un formato para el registro de los daños en campo, donde se registra la información sobre cada patología (tipo, severidad, longitud, ancho).

El formato de campo está compuesto por cinco (5) partes, en la primera página, como se indica en la Figura 21 y una segunda página, como se muestra en la Figura 26. A continuación se describe cada una de las partes del formato.

3.1 FORMATO DE CAPTURA DE INFORMACIÓN

3.1.1 Primera Página. La información que debe ser diligenciada en la primera página del formato se subdividió en 5 secciones (Figura 21), a continuación se explica cada una de ellas. Una copia de la primera página del formato se relaciona en el anexo A.

Sección 1 – Información general Este espacio permite realizar la captura de información general de la vía, nombre de la territorial a la que pertenece, código y nombre de la vía; junto a esta opción se puede 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.) (Figura 21)

Adicionalmente se debe registrar la fecha de la inspección (dd/mm/aaaa), el número de contrato de obra que se está revisando (Contrato No. y año), el nombre de quien realiza la visita y el número de la hoja correspondiente.

[illegible]

Sección 2 – Deterioros En estas casillas se hace el registro, ubicación y características de los deterioros encontrados en el pavimento, a continuación se explica cada una de las columnas y como deben ser reportados los registros (Figura 21), se debe recalcar que en el formato solo se debe consignar la información de las placas que presentan daños.

Abscisa

En la primera columna se registra el abscisado, empezando con el PR inicial y continuando el registro de abscisas en cada uno de los lugares donde sea necesario registrar un daño del pavimento, se recomienda empezar en la parte inferior del formato y avanzar en el abscisado hacia la parte superior del formato.

No. Placa

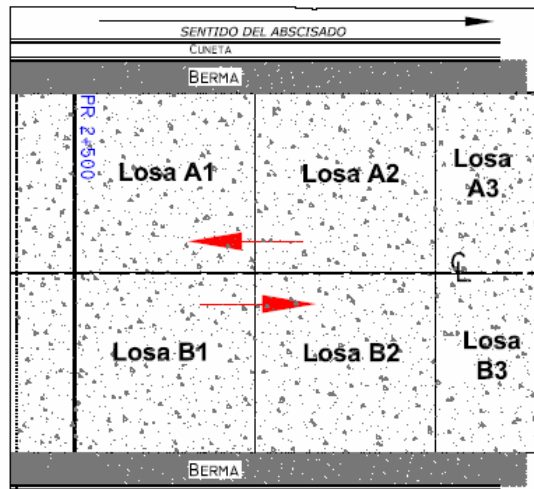
En esta columna del formato se hace referencia a la losa evaluada y está compuesto por dos casillas: un número y una letra, el número hace referencia al numero asignado a la losa que presenta deterioro a lo largo del abscisado, mientras que la letra está relacionada con la cantidad de filas de losas que se encuentran en el ancho de calzada. La asignación de las letras se hará de izquierda a derecha y deberá ser consistente a lo largo de la evaluación, en los casos en los que se presenten cambios de geometría y aparezcan losas irregulares se debe señalar en las aclaraciones, colocando la abscisa en el cual aparece.

A continuación se presenta un ejemplo, sobre la manera en que se llevaría a cabo la referenciación de las losas en el tramo de estudio por filas y columnas:

Para vías de una calzada con dos carriles, donde cada carril está conformado por una fila de losas (Figura 22), las convenciones son las siguientes:

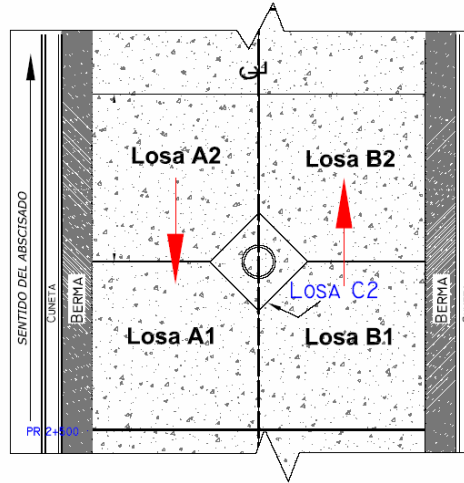
- A1: Carril izquierdo
- B1: Carril derecho

Figura 22. Numeración de losas



En casos en los que se presenten cambios de geometría, por ejemplo, pozos de inspección, inicio o terminación de un carril, inicio o final de intersecciones y se presenten más losas de las que se han manejado en la evaluación del resto del pavimento se deben numerar como lo muestra la Figura 23.

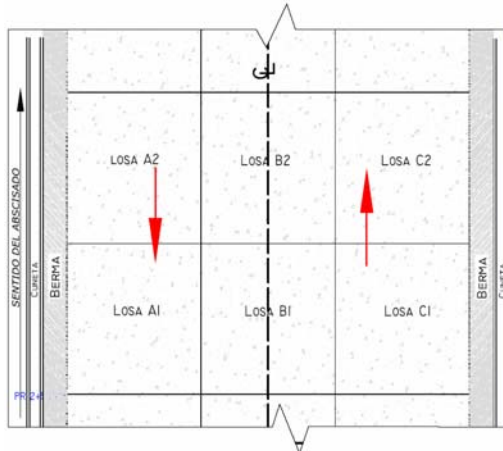
Figura 23. Numeración de losas



- A1: Carril izquierdo, 1^a fila de losas evaluada.
- B1: Carril derecho, 1^a fila de losas evaluada.
- A2: Carril izquierdo, 2^{da} fila de losas evaluada.
- B2: Carril derecho, 2^{da} fila de losas evaluada.
- C2: Losa irregular en la intersección de las filas 1 y 2 (pozo de inspección), se enumera con la letra siguiente a las ya utilizadas, y se toma como perteneciente a la fila 2 (C2).

Para el caso de vías con mayor número de filas de losas, éstas se numerarán de acuerdo con lo expuesto anteriormente (Figura 24).

Figura 24. Numeración de losas



En el caso que se presente una vía con doble calzada, se evaluará cada calzada independientemente.

Dimensiones de la losa

En estas casillas se registrará la geometría de las losas, el largo medido en metros en sentido de avance del abscisado y el ancho en sentido transversal a la vía. Los cambios de geometría de la losa no se presentan muy a menudo a lo largo de la vía, por esto, mientras se mantengan las

dimensiones de las losas, no es necesario anotar en cada casilla las dimensiones, únicamente cuando se presenten cambios de dimensiones en las losas.

Tipo

En esta casilla se registrará la patología de acuerdo con las convenciones establecidas en el Capítulo 2 y que son resumidas en la segunda página (Figura 25).

Sever

En ésta columna se hace referencia a la severidad del daño, se asigna a cada daño un nivel de severidad, de acuerdo con lo estipulado en el capítulo dos (Capítulo 2) y resumido en la segunda página del formato, reportando en cada casilla una de las siguientes letras:

- A: Nivel de severidad ALTA.
- M: Nivel de severidad MEDIA.
- B: Nivel de severidad BAJA.

Daño (Largo – Ancho)

En esta casilla se reportan las dimensiones del daño en metros de acuerdo con su forma de medición (largo y ancho o solo largo, según se hay definido la forma de medición para cada deterioro en el Capítulo 2), en el caso de deterioros donde se reporte la cantidad de daños, se debe aclarar en la casilla y en las observaciones.

Reparación (Largo – Ancho)

Es necesario que el encargado de la inspección determine en campo el área a ser intervenida (largo y ancho, o solo largo, según sea el caso) de acuerdo con la frecuencia, tipo y severidad de los daños encontrados y teniendo en cuenta la posible reparación a realizar.

Fotografía

El registro fotográfico de los deterioros encontrados sirve como soporte para corroborar el daño, para lo cual se ha dispuesto de esta casilla, en la que se deben registrar los números de las fotos correspondientes al daño reportado, se recomienda tomar por lo menos dos fotos por daño una en planta y otra en panorámica.

Sección 3 – Aclaraciones En esta sección del formato se deben registrar todos los detalles adicionales encontrados durante la inspección en cada losa, que ayuden a entender mejor la ubicación, magnitud y cualquier característica que permita al personal técnico en oficina contextualizar el daño, en estas casillas se debe anotar la existencia de pozos de inspección y/o sumideros.

Sección 4 – Observaciones 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.

Sección 5 – Geometría de la vía En esta parte del formato (Figura 21), se registra información acerca de las características geométricas de la vía, tal como:

- Número de calzadas.
- Número de carriles por calzada.
- PR Inicial de la vía.
- PR Final de la vía.
- Ancho de berma.
- Espesor de la losa.

3.1.2 Segunda Página La información contenida en la segunda página del formato (Figura 25), busca apoyar la labor de la persona a cargo de la auscultación. En ésta página se presenta de manera resumida los deterioros expuestos en el capítulo 2. Así mismo, se encuentran los daños agrupados por clase y con la convención correspondiente, con un breve resumen de las severidades.

Figura 25. Segunda página del formato para el levantamiento de pavimento rígido.

No.	Tipo de Daño (unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS					
1.	Grietas longitudinales (m)	GL	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
2.	Grietas transversales (m)	GT	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
3.	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
4.	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
5.	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB	Siempre altas		
6.	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	<3mm	3 - 10mm	>10mm
JUNTAS					
7.	Separación de juntas (m)	SJ	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
8.	Deficiencias de sellado (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
DETERIORO SUPERFICIAL					
9.	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
10.	Descascaramientos (m2)	DE	Sin severidad		
11.	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12.	Desintegración (m2)	DI	Sin severidad		
13.	Cabezas duras (m2)	CD	Sin severidad		
14.	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
15.	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
16.	Parches (m2)	PCHA, PCHC	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
17.	Hundimientos o asentamientos (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor.	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
OTROS DAÑOS					
18.	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m2)	FR	Sin descascarar	desc < 10%	desc > 10%
19.	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20.	Fisuración por durabilidad (m2)	FD	Sin severidad		
21.	Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
22.	Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
DAÑOS EN BERMAS					
23.	Descenso de la berma (m)	DB	h<10mm	10 - 30mm	>30mm
24.	Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura < 3mm.	Entre 3mm y 10mm.	> 10mm.

3.2 CAPTURA DE INFORMACIÓN EN EL FORMATO

Para ilustrar el procedimiento de captura de información en el formato, se empleará un ejemplo donde se detallará cada sección de el; en el Anexo III de éste documento, se incluye un formato ya diligenciado con el fin de orientar al encargado de la auscultación, en diligenciamiento del formulario.

3.2.1 Datos generales del corredor

Sección 1 – Información general A continuación se presenta la forma en que debe ser diligenciada la sección 1, del formato, allí se consignan los datos generales de la auscultación (Figura 26):

Figura 26. Procedimiento de registro de sección 1 del formato de evaluación de pavimentos

TERRITORIAL :	<u>Amazonas</u>	FECHA :	<u>30/10/2011</u>	CONCESIÓN	☒	
CÓDIGO DE LA VÍA :	<u>666</u>	CONTRATO No :	<u>115/2007</u>	MANTENIMIENTO INTEGRAL	☐	HOJA: <u>5</u> DE: <u>10</u>
NOMBRE DE LA VÍA :	<u>Amacayu</u>	LEVANTADO POR:	<u>Alberto Vargas</u>	A.M.V.	☐	

3.2.2 Registro de deterioros

Sección 2 – Deterioro Ubicada en la primera página del formato (Figura 21). Para ilustrar la forma de registro de los daños se van a tomar como ejemplo un deterioro común presentado en losas de concreto (Figura 27 y Figura 28).

- **Abscisa:** PR0+540 abscisa donde inicia el levantamiento

- **No. Placa:** # = 1, Letra = A

- **Dimensiones de la losa:** 4.5 m de largo y 3 m de ancho

- **Tipo:** GE = Grieta de Esquina

- **Severidad:** A = Alta

- **Daño:** Largo = 1.5m, Ancho = 0.01m

- **Reparación:** Largo = 1.0m, Ancho = 3.5m.

- **Foto:** 14 = Fotografía 14.

Figura 27. Ejemplo del desarrollo del formato.

ABSCISA	No. Placa		Dimensiones de la Losa		TIPO DE DETERIORO						
	#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto
							Largo	Ancho	Largo	Ancho	
0+540	1	A	4.5	3	GE	A	1.5	-	1	3.5	14

El registro de datos comienza en la parte inferior con el abscisado inicial de la auscultación. En estas casillas solo se consigna información de losas con algún tipo de deterioro, ésta información se consigna en dirección ascendente.

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

A continuación se relacionan los daños registrados en el formato de inspección (Figura 28) con sus respectivas fotografías (Fotografía 24).

Figura 28. Ejemplo del desarrollo del formato, Identificación de Patologías

</

Dirección de registro

Fotografía 24. Fotografías de daños en pavimentos



**Foto 1 - Grieta de Esquina – GE,
BELÉN - CERINZA**



**Foto 2 - Grieta Longitudinal – GL,
CIRCUNVALAR PROVIDENCIA**



**Foto 3 - Grieta Transversal – GT,
CIRCUNVALAR PROVIDENCIA**



**Foto 4 - Grietas en los extremos de los pasadores – GP,
CIRCUNVALAR PROVIDENCIA**



**Foto 5 - Grietas en Bloque – GB
BELÉN - CERINZA**



**Foto 6 - Grietas en pozos y sumideros – GA
CIRCUNVALAR PROVIDENCIA**



**Foto 7 - Pulimiento (PU)
CIRCUNVALAR PROVIDENCIA**



**Foto 8 - Cabezas duras (CD)
CIRCUNVALAR PROVIDENCIA**



**Foto 9 - Levantamiento localizado
CIRCUNVALAR SAN ANDRES**



**Foto 10 - Parche en Concreto – PCHC
BELÉN - CERINZA**



**Foto 11 – Parche en Asfalto - PCHA
CIRCUNVALAR SAN ANDRES**

3.2.3 Aclaraciones y Observaciones

Sección 3 – Aclaraciones 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 la Figura 29 se ilustran ejemplos de aclaraciones y comentarios.

Figura 29. Ejemplo de las aclaraciones registradas en el formato

TIPO DE DETERIORO							ACLARACIONES
Tipo	Sever	Daño		Reparación		Foto	
		Largo	Ancho	Largo	Ancho		
PCH_A	A	1	3.5	1	3.5	10	Levantamiento de parches por no uso de material epoxico como ligante
PCH_A	A	1	3.5	1	3.5	10	
LEL	A	4.8	-	4.8	3.5	9	Levantamiento producido al parecer por falla geologica
LEL	A	4.8	-	4.8	3.5	9	
CD	A	0.2	0.2	-	-	8	Segregación del concreto, posiblement por falta de vibrado durante la construcción
PU	A	4.8	3.5	4.8	3.5	7	
PU	A	4.8	3.5	4.8	3.5	7	
GA	A	2	2	2	2	6	Pozo de inspección carril A1
GB	A	4.8	0.8	-	-	5	
GB	A	4.8	0.8	-	-	5	
GP	A	3.5	-	3.5	0.6	4	Sumidero carril B1

Sección 4 – Observaciones. En este espacio se hace una descripción de algún detalle o hecho importante relacionado con la presencia de daños, su origen y/o evolución (Figura 30).

Figura 30. Ejemplo del desarrollo del formato, Observaciones.

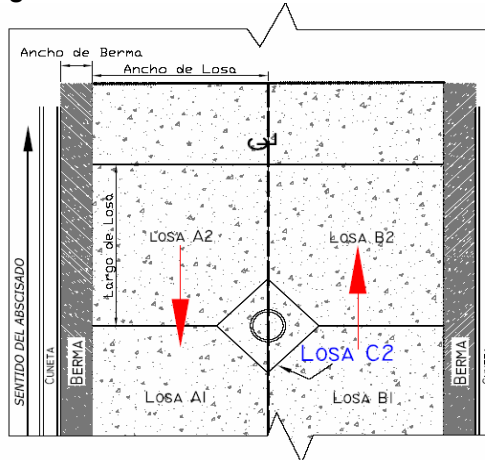
Observaciones:
 Las grietas en bloque fueron selladas y no presentan escalonamiento o evolución del daño
 la estructura de pavimento no posee cunetas ni sardinel
 se observa incrustación de material particulado proveniente de la cantera contigua en el sello transversal de la vía
 desportillamiento generalizado en la junta longitudinal

Sección 5 – Geometría de la vía La información que se presenta a continuación (Figura 31), hace referencia a los elementos de la vía mostrados en la Figura 32:

Figura 31. Ejemplo de registro de datos en la sección cinco

Número de calzadas: 1 PR Inicial 15+320 Ancho de berma: 2.5
 Número de carriles por calzada: 2 PR Final 17+580 Espesor de la losa: 0.3

Figura 32. Geometría de la vía



[illegible]

4. REPORTE DE DAÑOS

Una vez realizado la auscultación del tramo en estudio, se procede a dar inicio al procesamiento de la información capturada en campo y el análisis de la misma, con el fin de producir un informe donde se reporten los resultados encontrados. A continuación se describe el proceso a seguir.

4.1 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

De acuerdo con la información contenida en los formatos de campo acerca del pavimento y de las bermas, en primer lugar se calcula el número de placas afectadas y luego se procede a agrupar los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramos de 100 m (o similar), en una hoja de cálculo, donde se determinan los porcentajes de afectación para cada caso, 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.

A continuación se describe el proceso para el cálculo del porcentaje de afectación de la vía en función del número de losas afectadas y el área dañada.

4.1.1 Cálculo de la afectación por número de losas En primer lugar se elabora una hoja de cálculo que debe contener la siguiente información (Figura 34):

1. Tramo
2. Abscisa inicial y final de cada tramo
3. Total de placas construidas bajo el contrato
4. No. de placas afectadas en el tramo
5. Total de placas afectadas
6. Porcentaje de placas afectadas por tramo con respecto al No. de losas en cada tramo
7. Porcentaje de placas afectadas por tramo con respecto al total de losas construidas bajo el contrato
8. Porcentaje de placas afectadas con respecto al total de losas construidas

Afectación de placas por tramo de acuerdo con su severidad A continuación se presenta un ejemplo de cuadro resumen de daños por severidades (Figura 34), éste se divide en dos secciones, que son explicadas posteriormente:

Figura 34. Cuadro resumen de daños por severidades

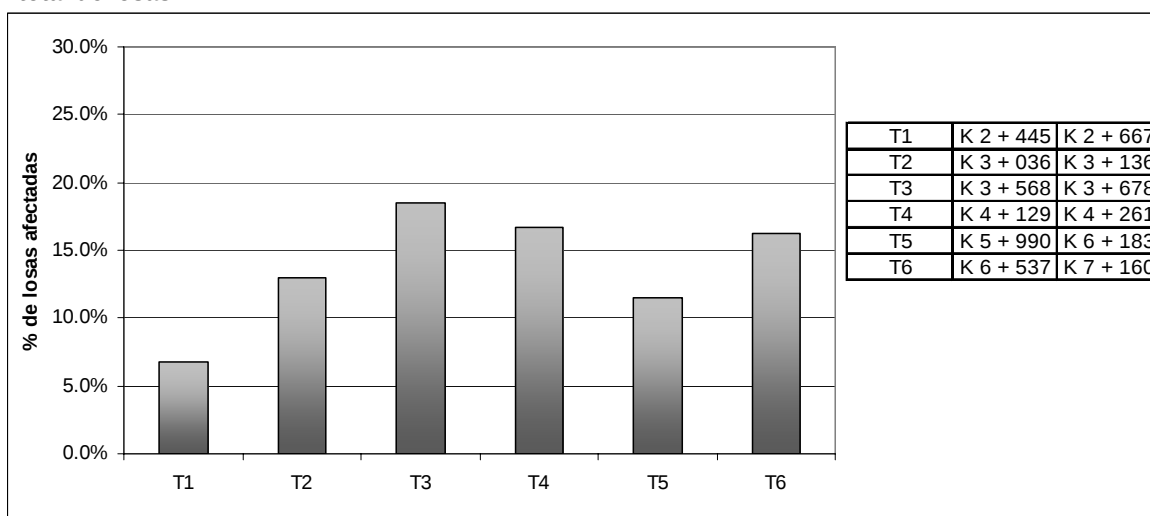
1				2		
TRAMO	PR INICIAL	PR FINAL	No. PLACAS CONSTRUIDAS	TOTAL PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS EN EL TRAMO
T1	K 2 + 445	K 2 + 667	88	6	0.91%	6.82%
T2	K 3 + 036	K 3 + 136	54	7	1.06%	12.96%
T3	K 3 + 568	K 3 + 678	27	5	0.76%	18.52%
T4	K 4 + 129	K 4 + 261	66	11	1.67%	16.67%
T5	K 5 + 990	K 6 + 183	104	12	1.82%	11.54%
T6	K 6 + 537	K 7 + 160	320	52	7.89%	16.25%
TOTAL			659	93	14.11%	

Sección 1 - Datos generales del corredor

- Ubicación del tramo: PR inicial y final.
- Cantidad de placas construidas por tramo, es el total de losas en cada uno de los carriles estudiados en el tramo del contrato.
- **Sección 2 – Total de placas afectadas** Se busca presentar el total de placas afectadas por algún tipo de deterioro, la relación en porcentaje de las losas con daño respecto al total de placas construidas bajo el contrato y el porcentaje respecto al total de placas construidas por tramo.

Esta información permitirá realizar una gráfica comparativa de daños por tramo, la cual servirá para observar cual es el tramo que presenta mayor afectación y estudiar las causas y la intervención respectiva (Figura 35).

Figura 35. Ejemplo del gráfico de daños por tramos, porcentaje de losas con daños con respecto al total de losas



4.1.2 Cálculo de afectación en función del área dañada El área de cada tramo se calcula multiplicando el ancho total de la calzada, 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) entre el área total inspeccionada (que resulta de la suma de las áreas de cada tramo).

Para el análisis de las fisuras longitudinales, fisuras transversales, fisuras en juntas de construcción, 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 desportillamientos en las juntas, se debe medir la longitud de afectación y multiplicarla por 0.2 m.

En el formato de inspección visual se observa que existe una casilla con las dimensiones de un área de reparación para cada daño. Sin embargo, el área que se registra en la hoja de cálculo corresponde al área de los daños encontrados, y no al área de reparación.

A manera de ejemplo se muestra la forma en que se deben calculara áreas de daño de fisuras

- Fisura longitudinal severidad media de $0,72 \text{ m}^2 = (1,2 \times 0,6)$
- Fisura Transversal severidad alta de $0,54 \text{ m}^2 = (0,9 \times 0,6)$
- Parches severidad alta de $1,5 \text{ m}^2 = (1,50 \times 1,0)$
- Desportillamiento junta longitudinal $0,24 \text{ m}^2 = (1,2 \times 0,2)$

A continuación se presentan tablas resumen de los deterioros encontrados en un tramo de pavimento rígido, discretizados por niveles de severidad Bajo (Figura 36), Medio (Figura 37), Alto (Figura 38), el área de afectación fue obtenida de acuerdo a los parámetros descritos anteriormente:

Figura 36. Tabla resumen de deterioros con severidad baja

PATOLOGÍAS DE SEVERIDAD BAJA		
DETERIORO	AREA AFECTADA	% FRENTE AL TOTAL
GT	47	7.13%
GE	1	0.15%
DPL	1	0.15%
DPT	2	0.30%
DSU	1	0.15%
GL	12	1.82%
GP	3	0.46%
DST	1	0.15%
GB	0	0.00%
TOTAL	68	10.32%

Figura 37. Tabla resumen de deterioros con severidad media

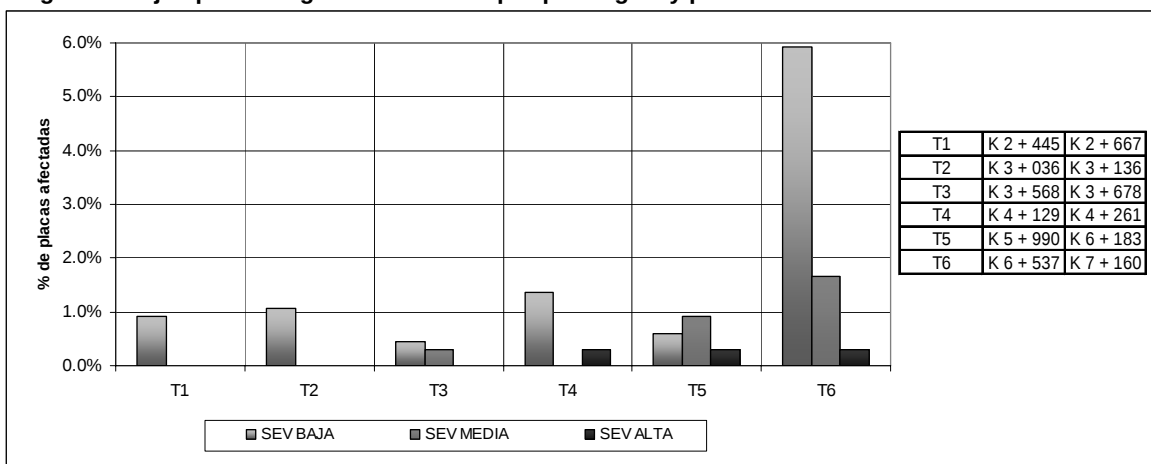
PATOLOGÍAS DE SEVERIDAD MEDIA		
PATOLOGÍA	AREA AFECTADA	% FRENTE AL TOTAL
GT	10	1.52%
GE	3	0.46%
DPL	0	0.00%
DPT	0	0.00%
DSU	1	0.15%
GL	3	0.46%
GP	1	0.15%
DST	0	0.00%
GB	1	0.15%
TOTAL	19	2.88%

Figura 38. Tabla resumen de deterioros con severidad alta

PATOLOGÍAS DE SEVERIDAD ALTA		
DETERIORO	AREA AFECTADA	% FRENTE AL TOTAL
GT	1	0.15%
GE	4	0.61%
DPL	0	0.00%
DPT	0	0.00%
DSU	0	0.00%
GL	1	0.15%
GP	0	0.00%
DST	0	0.00%
GB	0	0.00%
TOTAL	6	0.91%

Con las tablas resumen de deterioros mostradas anteriormente, se busca conocer los daños predominantes en cada tramo en estudio, estas tablas tienen como finalidad generar una gráfica de ocurrencia de daños por severidades (Figura 39).

Figura 39. Ejemplo de la gráfica de daños por patologías y por severidades.



4.1.3 Resumen de daños encontrados Se presenta una tabla resumen con el inventario de losas dañadas por tramo, agrupando las diferentes patologías encontradas (Figura 40). A continuación se presenta un ejemplo de diligenciamiento de una tabla resumen:

Figura 40. Cuadro resumen de patologías encontradas.

TRAMO	PR inicial	PATOLOGÍA	SEVERIDAD	No. DE PLACAS AFECTADAS
1	K 2 + 445	GT	B	3
		GL	B	3
2	K 3 + 036	GT	B	7
3	K 3 + 568	GT	M	2
		GT	B	3
4	K 4 + 129	DPT	B	1
		DPL	B	1
		GP	B	1
		GE	A	2
		GT	B	4
		DST	B	1
		DSU	B	1
5	K 5 + 990	GE	A	1
		GE	M	1
		DPT	B	1
		GT	A	1
		GT	M	4
		GT	B	3
		GP	M	1
6	K 6 + 537	GT	M	4
		GT	B	27
		GE	A	1
		GE	M	2
		GE	B	1
		DSU	M	1
		GL	A	1
		GL	M	3
		GL	B	9
		GB	M	1
		GP	B	2

Con esta información se busca tener el panorama general de las losas afectadas por tramo, y la severidad de los daños encontrados.

4.2 REPORTE DE DAÑOS EN EL INFORME

El informe debe incluir por separado el reporte de los daños en el pavimento y los daños en las bermas que deben definirse de acuerdo a los daños descritos a lo largo del manual. 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
- Área total afectada
- Porcentaje de afectación
- Los deterioros (con sus severidades) más frecuentes
- El porcentaje de afectación representado por dichos deterioros
- Los deterioros menos frecuentes
- Los tramos de vía más afectados (abscisas, áreas afectadas y porcentajes de afectación)

Adicionalmente se deben presentar en el informe todas los gráficos y tablas descritos en el numeral 4.1, 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 4.1, será suficiente con reportar los daños con sus severidades, su localización y todas las anotaciones relevantes tomadas durante el levantamiento.

5. BIBLIOGRAFÍA

- CORONADO, Jorge. Catálogo Centroamericano de daños en 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.
- CONSEJO DE DIRECTORES DE CARRETERAS DE IBERIA E IBEROAMÉRICA. Catálogo de Deterioros de Pavimentos Rígidos. Volumen nº 12. 2002.
- FUNDACIÓN DE INVESTIGACIONES DE PAVIMENTOS INNOVADORES. Mejores prácticas para la construcción de pavimentos de concreto de cemento Pórtland (Pavimento rígido para aeropuertos) Documento ACPA Nº JP007P: Oficina de Gestión de Programas, Washington, DC. 2003.
- INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO – UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Manual de diagnóstico de fallas y mantenimiento de vías. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2001.
- 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.
- http://training.ce.washington.edu/WSDOT/Modules/02_pavement_types/02-6_body.htm
Consultada el 15 de Junio de 2006.
- www.icpc.org.co/includes/scripts/open.asp?ruta=/images/dynamic/articles/47/DeterioroPC.pdf
Consultada el 13 de Junio de 2006.
- U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program. Publication No. FHWA – RD -03 -031. 2003

Anexo A

Formato de recolección de Información

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ

TERRITORIAL : _____	FECHA : _____	CONCESIÓN	
CÓDIGO DE LA VÍA : _____	CONTRATO No : _____	MANTENIMIENTO INTEGRAL	HOJA: ____ DE: ____
NOMBRE DE LA VÍA : _____	LEVANTADO POR: _____	A.M.V.	

[illegible]

Observaciones:

ANEXO A

Anexo B

Definición de tipos de daño

DEFINICIÓN DE TIPOS DE DAÑO

DEFINICIÓN DE TIPOS DE DAÑO Y SEVERIDADES EN PAVIMENTO RÍGIDO

No.	Tipo de Daño (unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS					
1.	Grietas longitudinales (m)	GL	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
2.	Grietas transversales (m)	GT	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
3.	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
4.	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
5.	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB	Siempre altas		
6.	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	<3mm	3 - 10mm	>10mm
JUNTAS					
7.	Separación de juntas (m)	SJ	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
8.	Deficiencias de sellado (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
DETERIORO SUPERFICIAL					
9.	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
10.	Descascaramientos (m2)	DE	Sin severidad		
11.	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12.	Desintegración (m2)	DI	Sin severidad		
13.	Cabezas duras (m2)	CD	Sin severidad		
14.	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
15.	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
16.	Parches (m2)	PCHA, PCHC	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
17.	Hundimientos o asentamientos (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor.	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.
OTROS DAÑOS					
18.	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m2)	FR	Sin descascarar	desc < 10%	desc > 10%
19.	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20.	Fisuración por durabilidad (m2)	FD	Sin severidad		
21.	Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
22.	Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
DAÑOS EN BERMAS					
23.	Descenso de la berma (m)	DB	h<10mm	10 - 30mm	>30mm
24.	Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura < 3mm.	Entre 3mm y 10mm.	> 10mm.

ANEXO C

Formato de Campo diligenciado

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ



TERRITORIAL :	<u>Amazonas</u>	FECHA :	<u>30/10/2011</u>	CONCESIÓN	☒
CÓDIGO DE LA VÍA :	<u>666</u>	CONTRATO No :	<u>115/2007</u>	MANTENIMIENTO INTEGRAL	☐
NOMBRE DE LA VÍA	<u>Amacayu</u>	LEVANTADO POR:	<u>Alberto Vargas</u>	A.M.V.	☐

HOJA: 5 DE: 10

[illegible]

Las grietas en bloque fueron selladas y no presentan escalonamiento o evolución del daño la estructura de pavimento no posee cunetas ni sardinel se observa incrustación de material particulado proveniente de la cantera contigua en el sello transversal de la vía desportillamiento generalizado en la junta longitudinal

Espesor de la losa: 0,3