



COMITÉ TECNICO DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRAFICO (BIT)

**METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO DEL FIRME
EN UNA CARRETERA DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO A
PARTIR DE SU INSPECCION VISUAL. PROPUESTA DE POSIBLES
ACTUACIONES DE CONSERVACION DEL FIRME MEDIANTE
SOLUCIONES TECNICAS SOSTENIBLES**

Marzo 2021

INDICE

| | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| Resumen Ejecutivo | 3 |
| 1.-Introduccion | 5 |
| 2.- Tipos de firmes habituales en las carreteras BIT | 7 |
| 2.1.- <i>Introducción</i> | 7 |
| 2.2.- <i>Conclusiones</i> | 8 |
| 3.- Deterioros a valorar | 9 |
| 4.- Caracterización de los deterioros | 11 |
| 5.- Evaluación numérica del estado del firme | 12 |
| 5.1.- <i>Introducción</i> | 12 |
| 5.2.- <i>Inspección visual del firme de la carretera</i> | 14 |
| 5.3.- <i>Calculo del Indicador de Estado del Deterioro (IED)</i> | 20 |
| 5.4.- <i>Valoración del estado del firme</i> | 22 |
| 5.5.- <i>Calculo del Indicador de Estado de la Carretera (IEC)</i> | 23 |
| 6.- Priorización de las actuaciones. Criterios generales | 26 |
| 7.- Soluciones propuestas de actuación para cada deterioro. | |
| Técnicas más adecuadas | 27 |
| | |
| ANEXO 1.- Tipos de firmes habituales en las carreteras BIT | 29 |
| ANEXO 2.- Fichas para la caracterización de los deterioros | 42 |
| ANEXO 3.- Fichas para la toma de datos en la inspección visual. | |
| Calculo de los índices IED e IEC | 59 |
| ANEXO 4.- Soluciones técnicas para la reparación de los deterioros | 65 |
| ANEXO 5.- Desarrollo practico de la Metodología. Ejemplos | 68 |

RESUMEN EJECUTIVO

Este Documento ha sido elaborado por el Comité Técnico de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), a través de su Grupo de Trabajo 3.

Se han considerado como carreteras de Baja Intensidad de Tráfico en España, todas aquellas que tienen una IMD inferior a 2.000 vehículos/día o bien cuya categoría de tráfico pesado sea T31 o inferior (menos de 200 vehículos pesados/carril y día).

El presente Documento tiene como objetivo ayudar a las Administraciones responsables de las carreteras BIT cuando tengan que tomar decisiones sobre la conservación de los firmes de sus carreteras.

Suele ser habitual que la conservación del firme se gestione siguiendo la línea de la conservación curativa, pero es muy importante, siempre que sea posible, realizar actuaciones de tipo preventivo, pues son más económicas a medio y largo plazo y mantienen la carretera en un estado de servicio cómodo y seguro para el usuario.

Para tomar la decisión sobre la actuación más adecuada, lo primero que hay que hacer es conocer el estado del firme, bien mediante la auscultación empleando equipos específicos o bien mediante una inspección visual.

La auscultación mediante equipos específicos, como método para evaluar el estado del firme de las carreteras BIT, es más bien escasa especialmente en las DPFC (Diputaciones Provinciales, Diputaciones Forales y Cabildos Insulares), mientras que la auscultación visual se realiza prácticamente en la totalidad de ellas.

En el Apartado 2 se ha realizado un estudio del tipo de firme más habitual en las carreteras BIT, revisando los firmes incluidos en las distintas Instrucciones de Carreteras que a lo largo de más de cincuenta años se han utilizado en las carreteras españolas, contemplando tanto los definidos por el actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) como por las Comunidades Autónomas que han desarrollado documentos técnicos en este sentido.

En el Apartado 3 se han definido los deterioros más habituales en las carreteras BIT con firmes de rodadura bituminosa y se han elegido 16 deterioros de todos los posibles.

En el Apartado 4, cada uno de los deterioros seleccionados se han definido y analizado siguiendo una serie de apartados, que son los siguientes:

- *Descripción*
- *Causas que lo producen*
- *Incidencia en la vía y en el usuario*
- *Fotos orientativas del deterioro*
- *Criterios para evaluar el defecto*
- *Cuantificación del deterioro*

Para sistematizar la información se han confeccionado unas fichas, una para cada uno de los deterioros seleccionados, recogiendo todos los apartados anteriormente descritos.

En el Apartado 5 del Documento se han preparado unas fichas para recoger de forma sistemática la información obtenida en la inspección visual y para cada uno de los deterioros que presente el firme de la carretera BIT estudiada. Al final de cada ficha y para cada deterioro se obtiene un índice IED representativo del estado del mismo.

Para cada deterioro existente en la carretera se obtiene un Índice de Estado del Deterioro (IED) función de la FRECUENCIA y de la INTENSIDAD (definidas en las fichas del Apartado 4 e incluidas en el Anexo 2) del deterioro analizado en cada tramo en que se ha dividido la carretera. El valor del IED varía entre 0 y 100. Se propone una tabla de valores para evaluar el estado de la carretera para cada deterioro analizado. La tabla es la siguiente:

| Índice de Estado del Deterioro (IED) | ESTADO DE LA CARRETERA PARA EL DETERIORO ANALIZADO | ACTUACION |
|--------------------------------------|--|---|
| 0 – 18 | BUENO | |
| 18,01 – 37 | BUENO REGULAR | Actuaciones de conservación preventiva |
| 37,01 – 57 | REGULAR | Recomendable actuar |
| 57,01 – 78 | REGULAR MALO | Necesidad de actuar (conservación curativa) |
| 78,01 – 100 | MALO | |

A continuación se calcula el Indicador de Estado de la Carretera (IEC) a partir de los IED obtenidos para cada uno de los deterioros existentes.

En el Apartado 6 se proponen algunos criterios para establecer una priorización de las actuaciones, en función de algunos criterios como la importancia de la carretera en la red, tipo de deterioro predominante, afección a la seguridad vial, etc...

El valor del IEC obtenido servirá para valorar la evolución anual o bienal (según la periodicidad de la inspección visual realizada) respecto a los años anteriores. En función de esta evolución del IEC tendremos información sobre el estado del firme de la carretera inspeccionada, su evolución a lo largo del tiempo y la eficacia o no de las actuaciones de conservación realizadas anteriormente para mejorar los deterioros existentes.

Por último, en el Apartado 7, se definen un conjunto de propuestas de actuación para cada tipo de deterioro analizado y con soluciones técnicas en base a distintos tipos de conglomerantes: emulsiones bituminosas, betún asfáltico y cemento.

1.- INTRODUCCION

Este Documento ha sido elaborado por el Comité Técnico de Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC), a través de su Grupo de Trabajo 3.

Se consideran como carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) en España, a todas aquellas que tienen una IMD inferior a 2.000 vehículos/día o bien cuya categoría de tráfico pesado sea T31 o inferior (menos de 200 vehículos pesados/carril y día). Para tomar esta decisión nos hemos basado en los resultados de una encuesta realizada en los meses de junio a diciembre de 2019 entre las distintas Administraciones responsables de este tipo de carreteras en España, Diputaciones Provinciales, Diputaciones Forales y Cabildos Insulares (DPFC) y Comunidades Autónomas (CCAA) y cuyo resultado, en cuanto a datos de tráfico en las carreteras BIT, ha sido el que aparece en la Tabla 1 siguiente:

| IMD | <100 | >100 | >250 | >500 | >1000 | >2000 | >5000 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | <250 | <500 | <1000 | <2000 | <5000 | | |
| DPFC | | | | | | | |
| Km | 5.041 | 5.394 | 4.355 | 3.474 | 2.498 | 1.895 | 1.704 |
| % | 20,69% | 22,14% | 17,88% | 14,26% | 10,25% | 7,78% | 7,00% |
| % acumulado | 20,69% | 42,83% | 60,71% | 74,97% | 85,22% | 93,00% | 100,00% |
| CCAA | | | | | | | |
| Km | 1.815 | 5.616 | 7.799 | 8.678 | 8.259 | 6.338 | 3.499 |
| % | 4,32% | 13,37% | 18,57% | 20,66% | 19,66% | 15,09% | 8,33% |
| % acumulado | 4,32% | 17,69% | 36,26% | 56,92% | 76,58% | 91,67% | 100,00% |
| Conjunto de ambas redes | | | | | | | |
| Km | 6.855 | 11.010 | 12.154 | 12.152 | 10.757 | 8.233 | 5.204 |
| % | 10,33% | 16,59% | 18,31% | 18,31% | 16,21% | 12,41% | 7,84% |
| % acumulado | 10,33% | 26,92% | 45,23% | 63,55% | 79,75% | 92,16% | 100,00% |

TABLA 1.- Datos de la red de carreteras de DPFC y CCAA en función de la IMD.

En esta Tabla se puede observar que en DPFC algo más del 85% de la red tiene una IMD inferior a 2.000 veh/día. En las CCAA algo más del 76% de la red tiene una IMD inferior a 2.000 veh/día. En el total de la red de ambas administraciones casi el 80% de la red tiene una IMD inferior a 2.000 veh/día.

El presente Documento tiene como objetivo ayudar a las Administraciones responsables de las carreteras BIT cuando tengan que tomar decisiones sobre la conservación de los firmes de sus carreteras.

En la conservación del firme de una carretera hay dos posibles estrategias a seguir:

- **CONSERVACION PREVENTIVA**
- **CONSERVACION CURATIVA**

Suele ser habitual que la conservación del firme se gestione siguiendo la línea de la conservación curativa, pero es muy importante, siempre que sea posible, realizar actuaciones de tipo preventivo, pues son más económicas a medio y largo plazo y mantienen la carretera en un estado de servicio cómodo y seguro para el usuario.

Para tomar la decisión sobre la actuación más adecuada, lo primero que hay que hacer es conocer el estado del firme, bien mediante la auscultación empleando equipos específicos o bien mediante una inspección visual.

De acuerdo con los resultados de la encuesta realizada, anteriormente mencionada, la auscultación mediante equipos específicos, como método para evaluar el estado del firme de las carreteras BIT, es más bien escasa especialmente en las DPFC, mientras que la auscultación visual se realiza prácticamente en la totalidad de ellas.

Las dos Tablas siguientes recogen los resultados de la encuesta en este sentido:

| | CC AA | DPFC |
|---|-------|-------|
| Auscultación de cualquier elemento de la carretera | 88,9% | 33,3% |
| CRT | 44,4% | 13,3% |
| IRI | 66,7% | 26,7% |
| Deflexiones | 33,3% | 20,0% |

En la encuesta y como complemento al aspecto de si se ausulta las redes de carreteras, se plantea si cuando menos se realiza una inspección visual, en estas administraciones, para la red de carreteras con IMD menor o igual a 2000 veh/día. Los datos obtenidos son los siguientes:

| Inspección visual | CC AA | DPFC |
|-----------------------------------|-------|--------|
| De firmes | 89,0% | 100,0% |
| De señalización | 78,0% | 100,0% |
| De elementos de contención | 78,0% | 88,0% |
| De obras de paso | 78,0% | 94,0% |

TABLAS 2 y 3.- Tipos de auscultación en las carreteras BIT.

Como la mayoría de las inspecciones en las carreteras BIT se realizan de manera visual, el objetivo de este Documento es facilitar a las distintas Administraciones responsables de las carreteras BIT, un procedimiento sencillo y ágil para valorar el estado del firme, a partir de los resultados de la inspección debidamente realizada y normalizar una metodología para la toma y tratamiento de los datos de la misma.

Si la Administración responsable de la carretera BIT en cuestión ya tuviera implantado y desarrollado un Sistema de Gestión de Firmes, la utilidad del Método aquí descrito es mínima, exclusivamente puede ser útil a nivel informativo.

El Documento no tiene en absoluto carácter normativo, solamente es un procedimiento informativo y de ayuda para regularizar la toma de datos de la inspección visual y su posible interpretación.

En el Apartado 2 se ha realizado un estudio del tipo de firme más habitual en las carreteras BIT, revisando los firmes incluidos en las distintas Instrucciones de Carreteras que a lo largo de más de cincuenta años se han utilizado en las carreteras españolas, contemplando tanto los definidos por el actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) como por las Comunidades Autónomas que han desarrollado documentos técnicos en este sentido.

En el Apartado 3 se han definido los deterioros más habituales de los firmes en las carreteras BIT. Existen numerosos documentos en los que se encuentran definidos y caracterizados estos deterioros. En este

Documento se han utilizado, fundamentalmente, tres de todos los documentos existentes. Se detallan en el Apartado 3.

A continuación y dentro de este mismo Apartado, se han seleccionado aquellos deterioros que se presentan más habitualmente en las Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) con firmes de rodadura bituminosa, y que son relacionados en el mismo.

En el Apartado 4, cada uno de los deterioros seleccionados se han definido y analizado siguiendo una serie de apartados, que son los siguientes:

- ***Descripción***
- ***Causas que lo producen***
- ***Incidencia en la vía y en el usuario***
- ***Fotos orientativas del deterioro***
- ***Criterios para evaluar el defecto***
- ***Cuantificación del deterioro***

Para sistematizar la información se han confeccionado unas fichas, una para cada uno de los deterioros seleccionados, recogiendo todos los apartados anteriormente descritos.

En el Apartado 5 del Documento se han preparado unas fichas para recoger de forma sistemática la información obtenida en la inspección visual y para cada uno de los deterioros que presente el firme de la carretera BIT estudiada. Al final de cada ficha y para cada deterioro se obtiene un índice (IED) representativo del estado del mismo.

En este mismo Apartado 5 se dan algunas recomendaciones para realizar la tramificación de la carretera para hacer la inspección visual correctamente.

En el Apartado 6 se proponen algunos criterios para establecer una priorización de las actuaciones, en función de algunos criterios como la importancia de la carretera en la red, tipo de deterioro predominante, afección a la seguridad vial, etc...

Por último, en el Apartado 7, se definen un conjunto de propuestas de actuación para cada tipo de deterioro analizado y con soluciones técnicas en base a distintos tipos de conglomerantes: emulsiones bituminosas, betún asfáltico y cemento.

A partir de las distintas soluciones posibles, cada técnico responsable de la conservación de la carretera BIT en estudio, y en función de los criterios técnicos, económicos y medioambientales que tengan establecidos en su Administración, deberá seleccionar la actuación más adecuada.

2.- TIPOS DE FIRMES HABITUALES EN LAS CARRETERAS BIT

2.1.- INTRODUCCION

Como ya se ha definido anteriormente, vamos a considerar como carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) en España, a todas aquellas que tienen una IMD inferior a 2.000 vehículos/día o bien cuya categoría de tráfico pesado sea T31 o inferior (menos de 200 vehículos pesados/día).

Para la construcción de este tipo de carreteras, a lo largo de los años, generalmente se han utilizado las prescripciones técnicas al respecto recogidas en la Instrucción de Carreteras 6.1-IC, en las distintas versiones que ha tenido, o en las prescripciones de las Administraciones Autonómicas responsables de carreteras desde la constitución de las Autonomías.

Las distintas versiones de la norma 6.1 IC que se han publicado en España, hasta la fecha actual, son las siguientes:

- *Orden del Ministerio de Obras Publicas de 21 de marzo de 1963, publicada en el B.O.E nº 110 de fecha 8 de mayo de 1963.*
- *Orden del Ministerio de Obras Publicas de 12 de mayo de 1976, publicada en el B.O.E. nº 238 de fecha 4 de octubre de 1976.*
- *Orden del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de fecha 23 de mayo de 1989, publicada en el B.O.E. nº 155 de fecha 30 de junio de 1989.*
- *Orden Circular 10/2002 del Ministerio de Fomento de fecha 30 de septiembre de 2002.*
- *Orden FOM 3460/2003 del Ministerio de Fomento de fecha 28 de noviembre de 2003, publicada en el B.O.E. nº 297 de fecha 12 de diciembre de 2003.*

En cuanto a recomendaciones para el diseño de secciones de firmes de las Administraciones Autonómicas, igualmente hasta la fecha actual se han publicado las siguientes:

- *Recomendaciones de proyecto y construcción de firmes y pavimentos de CASTILLA Y LEÓN, de 1996 y actualizada en 2004.*
- *Instrucción para el diseño de firmes de la Red de Carreteras de ANDALUCÍA, de 1999 y actualizada en 2007.*
- *Recomendaciones para el diseño y rehabilitación de secciones de firme en la red de carreteras de EXTREMADURA, de 2004.*
- *Norma para el dimensionamiento de firmes en la Red de Carreteras del PAÍS VASCO, de 2007 y actualizada en 2012.*
- *Norma de secciones de firme de la COMUNIDAD VALENCIANA, de 2009.*
- *Recomendaciones técnicas para el dimensionamiento de firmes de la red autonómica de ARAGÓN, de 2011.*

En el ANEXO nº 1 de este documento se describe toda la información que se ha analizado para definir los firmes tipo habituales en las carreteras BIT.

2.2.- CONCLUSIONES

A partir de todos estos datos, podemos considerar que los firmes habituales en las denominadas carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) en España suelen estar formados de la manera siguiente:

CAPAS INFERIORES (BASE Y SUBBASE)

- Material granular (zahorra natural, zahorra artificial o macadam) en espesor variable entre 20 y 50 cm, según la categoría de tráfico de la carretera y según la calidad de la explanada de apoyo.
- Suelo cemento en un espesor variable entre 18 y 30 cm, según la categoría de tráfico de la carretera y según la calidad de la explanada de apoyo.

- En firmes muy antiguos es posible encontrar bases bituminosas formadas por los denominados macadam bituminosos de penetración con ligantes viscosos, prescritos en el antiguo artículo 533 del PG-3 del año 1975.

CAPAS SUPERIORES (INTERMEDIA Y RODADURA)

Estas capas suelen ser de tipo asfáltico, formadas por mezclas bituminosas en caliente o en frío, o bien por tratamientos superficiales mediante riegos con gravillas (especialmente sobre capas de base granulares o bituminosas antiguas). En numerosas ocasiones se encuentra, como capa de impermeabilización y rodadura, un tratamiento con lechada bituminosa.

En muchas carreteras BIT muy antiguas, con anchos de plataforma entre 4 y 5 metros, se han realizado operaciones de ensanche de la calzada, bien por ambos lados o por uno solo, para conseguir plataformas de 6 a 7 m. de ancho. Estos ensanches se han realizado normalmente con materiales diferentes a los antiguos existentes y así se encuentran secciones transversales de la carretera muy heterogéneas.

3.- DETERIOROS A VALORAR

Existen numerosos documentos relativos a los deterioros en los firmes de carreteras. Para la elaboración de esta Metodología se han utilizado, fundamentalmente, tres de estos documentos, que son los siguientes:

- **Catálogo de deterioros de firmes. Actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). 1989.**
- **Monografía 14. Patologías de los pavimentos. ASEFMA. 2017.**
- **M5.1 Catalogo de deterioros de pavimentos flexibles. Consejo de Directores de Carreteras de Iberia e Iberoamérica. 2002.**

El paso siguiente ha sido seleccionar aquellos deterioros que se presentan más habitualmente en las Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) con firmes de capa de rodadura bituminosa. Se han clasificado en tres grandes grupos según como se manifiestan en la carretera, y se han seleccionado, en cada grupo, los deterioros siguientes:

A.- FISURAS Y GRIETAS

- ***Estructurales***
- ***Reflejadas***
- ***Generalizadas pero sin deformación de la rodadura***

Hay otros dos tipos de fisuras y grietas que se presentan con bastante frecuencia, pero no en las carreteras BIT. Por su interés los describimos someramente a continuación:

GRIETAS CONSTRUCTIVAS.



Son grietas producidas por asientos diferenciales en los encuentros de distintos elementos constructivos. En el caso de las carreteras las encontramos entre la calzada y el arcén o en los trasdosos de las obras de fábrica. En los viales urbanos, muchas de ellas son consecuencia de la existencia de unidades de servicio bajo la calzada como son las canalizaciones y por obras de reposición o reparación de estas unidades.

Figura 1.- Grietas constructivas

GRIETAS PARABOLICAS.



Son grietas en forma de líneas de rotura curvadas que se asemejan a parábolas o a medias lunas crecientes.

Figura 2.- Grietas parabólicas

B.- DEFORMACION PERMANENTE

- **Roderas**
- **Hundimiento**
- **Blandón**
- **Ondulaciones**
- **Escalones**

C.- DEGRADACION SUPERFICIAL

- **Pavimento deslizante.**
- **Arcén en mal estado.**
- **Descarnaduras**
- **Surgencias**
- **Peladuras**
- **Vertidos**
- **Exudaciones**
- **Baches**

En total se han seleccionado 16 deterioros como los que habitualmente se suelen producir, en mayor o menor grado, en las denominadas Carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT).

4.- CARACTERIZACION DE LOS DETERIOROS

Para cada uno de los deterioros elegidos se han elaborado unas fichas que incluyen los apartados siguientes:

- **Descripción**
- **Causas que lo producen**
- **Incidencia en la vía y en el usuario**
- **Fotos orientativas del deterioro**
- **Criterios para evaluar el deterioro**
- **Cuantificación del deterioro**

Con estas fichas el objetivo es facilitar la realización de las inspecciones visuales y homogeneizar los resultados en todas las carreteras inspeccionadas, independientemente de la persona que realiza la inspección.

Estas fichas se han incluido en el ANEXO nº 2 de este Documento y por supuesto cada técnico y cada Administración responsables de las carreteras BIT, puede modificarlas, especialmente en sus apartados *“Criterios para evaluar el deterioro”* y *“Cuantificación del deterioro”*, de acuerdo con sus criterios y experiencias personales.

Para evaluar y cuantificar el deterioro se han utilizado los dos parámetros siguientes:

- **FRECUENCIA**
- **INTENSIDAD**

Para cada deterioro se han definido estos dos parámetros y la forma de evaluarlos en cada una de las fichas.

Para la cuantificación de cada deterioro se han establecido 5 niveles (**No existe, escasa, media, frecuente y muy frecuente**) para la **FRECUENCIA** y otros 5 niveles (**No existe, ligera, media, importante y muy grave**) para la **INTENSIDAD**. En ambos casos se han valorado de 0 a 4 los cinco niveles establecidos.

Como ejemplo, a continuación se incluye una de las fichas propuestas:

| DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------|-------------|--|------------|---|--|------------|--|--|------------|--|--|----|------------|----------|----|------------|----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|--------|--------|---|--------|---------------------|---|-------|-------------|---|-------|----------------------------|---|-----------|-------------|---|------------|------------------------------|---|---------------|--------|---|-----------|---|
| Denominación del deterioro: 10 PELADURAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOTOS ORIENTATIVAS (*)  | | | Descripción del deterioro: Es la pérdida de la capa de rodadura que se produce generalmente de manera aislada en alguna zona del pavimento de una calzada. Se distingue de las descarnaduras, que en este caso también se llega a perder la capa de rodadura en alguna zona localizada y porque en las peladuras, la mezcla bituminosa alrededor de la misma, se mantiene en buen estado. Se produce en capas de rodadura bituminosas muy delgadas, especialmente cuando son tratamientos superficiales. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS. | | | Causas del deterioro: Las peladuras se suelen producir por una o varias de las causas siguientes: <ul style="list-style-type: none"> • Inadecuado diseño de la técnica y tipo de mezcla empleada para la fabricación de la capa de rodadura en relación al tráfico de la vía. • Deficiente preparación del soporte a tratar, por falta de limpieza, mal saneamiento o deficiente riego de adherencia. • Envejecimiento prematuro del producto bituminoso utilizado. • Mala adherencia entre la capa de rodadura muy delgada y la superficie sobre la que se apoya (por ejemplo de hormigón). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| El deterioro asociado a las peladuras incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • En general este tipo de patología tiene poca incidencia en la comodidad y seguridad del usuario, solo puede haber algún problema con lluvia por la acumulación de agua en la peladura y el consiguiente riesgo de hidroplaneo. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Criterios para evaluar el deterioro: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| INTENSIDAD: Profundidad de la peladura en cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cuantificación del deterioro: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">FRECUENCIA</th> <th colspan="3">INTENSIDAD</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>Valoración</th> <th>medición</th> <th>Nº</th> <th>valoración</th> <th>medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>No existe</td> <td>No existe</td> <td>0</td> <td>No existe</td> <td>No existe</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Escasa</td> <td>% < 10</td> <td>1</td> <td>Ligera</td> <td>Profundidad ≤ 1 cm.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Media</td> <td>10 < % < 20</td> <td>2</td> <td>Media</td> <td>1 cm < Profundidad < 2 cm.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Frecuente</td> <td>20 < % < 30</td> <td>3</td> <td>Importante</td> <td>2 cm < Profundidad < 2,5 cm.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Muy frecuente</td> <td>% > 30</td> <td>4</td> <td>Muy grave</td> <td>Profundidad > 2,5 cm (en este caso debe tratarse como si fuese un bache).</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición | 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | Profundidad ≤ 1 cm. | 2 | Media | 10 < % < 20 | 2 | Media | 1 cm < Profundidad < 2 cm. | 3 | Frecuente | 20 < % < 30 | 3 | Importante | 2 cm < Profundidad < 2,5 cm. | 4 | Muy frecuente | % > 30 | 4 | Muy grave | Profundidad > 2,5 cm (en este caso debe tratarse como si fuese un bache). |
| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | Profundidad ≤ 1 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Media | 10 < % < 20 | 2 | Media | 1 cm < Profundidad < 2 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Frecuente | 20 < % < 30 | 3 | Importante | 2 cm < Profundidad < 2,5 cm. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Muy frecuente | % > 30 | 4 | Muy grave | Profundidad > 2,5 cm (en este caso debe tratarse como si fuese un bache). | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 3.- Modelo de ficha de deterioro

5.- EVALUACION NUMERICA DEL ESTADO DEL FIRME

5.1.- INTRODUCCION

Es recomendable y es normal que cada Administración tenga clasificadas sus carreteras BIT dentro de unos criterios en función de la IMD y de la importancia de la carretera por su estrategia en el territorio. En función de esta clasificación las inspecciones visuales de las carreteras BIT podrán tener carácter anual o bienal según su nivel de importancia.

Una vez elegida una carretera BIT para realizar la inspección visual del firme, es conveniente disponer, de ella, la mayor información posible sobre sus características. Como mínimo debe tenerse los datos siguientes:

- **Longitud.**
- **Sección transversal (ancho de la plataforma, ancho de la calzada y ancho de los arcenes si existen).** *¿Es homogénea esta sección en toda la carretera?. Si hay distintas secciones definirlas y longitud de cada tramo diferente.*
- **Sección estructural del firme existente.** *¿Es homogénea esta sección en toda la carretera?. Si hay distintas secciones definirlas y longitud de cada tramo.*
- **En cada tramo se define un coeficiente de tramo (CF TRM) como el cociente de su longitud entre la longitud total de la carretera. La suma de los CF TRM de todos los tramos de la carretera deberá ser igual a 1.**

Los datos se recogen en una tabla como la que se adjunta a continuación:

| DATOS INFORMATIVOS DE LA CARRETERA BIT | |
|---|---|
| DENOMINACION: | ADMON: |
| Longitud total de la carretera: | |
| ¿HAY TRAMOS CON SECCION DIFERENTE?: | ¿CUANTOS?: |
| TRAMO 1 | |
| Longitud (en metros) = | |
| Coeficiente del tramo (CF TRM 1) = | |
| Ancho de la plataforma (en metros) = | |
| Ancho de la calzada (en metros) = | |
| Ancho de arcenes (en metros) = | |
| SECCION ESTRUCTURAL DEL FIRME EN TRAMO 1 | |
| DENOMINACION | ESPESOR Y MATERIAL QUE LO CONSTITUYE |
| | • |
| | • |
| | • |
| | • |

(para otros tramos repetir aquí la zona sombreada tantas veces como tramos haya)

Figura 4.- Impreso para datos informativos de la carretera BIT

5.2.- INSPECCION VISUAL DEL FIRME DE LA CARRETERA

En el ANEXO nº 5 de esta METODOLOGIA se realiza un desarrollo práctico de la misma con la inclusión de dos ejemplos prácticos.

Establecidos los datos informativos de la carretera, se sabe si hay un tramo único que comprende la totalidad de la carretera a inspeccionar o si se tienen varios tramos según las distintas secciones (geométricas y estructurales) existentes. Así pues, se tramifica la carretera en secciones homogéneas (TRAMOS), considerando tanto las distintas secciones geométricas como las estructurales. Una vez realizada la tramificación de la carretera, la inspección visual de cada tramo se realiza de forma independiente.

Para realizar la inspección visual se han preparado varios impresos para recoger sistematizada toda la información de la carretera o tramo y de su inspección.

La inspección visual detallada de la longitud total de una carretera o tramo de la misma es un trabajo muy arduo, largo en el tiempo y cuyo resultado puede obtenerse, con un error significativamente bajo, realizando la inspección en subtramos aleatoriamente elegidos en un número suficientemente representativo.

En esta METODOLOGIA se propone dividir la carretera o tramo (sección) de la misma en subtramos de 200 metros de longitud cada uno, obteniéndose N subtramos.

Para la realización de las inspecciones visuales se consideran el 40% del total de subtramos N obtenidos al dividir la carretera. En ningún caso el número de subtramos a inspeccionar podrá ser inferior a 10. Cuando el número resultante del cálculo sea inferior a este valor (por la corta longitud del tramo a inspeccionar), se tomará este valor mínimo indicado (10).

Esto es una recomendación que proponemos en este Documento. En cada caso, el ingeniero responsable de la conservación podrá elegir (aumentando o disminuyendo) el porcentaje de subtramos a considerar para la inspección.

En el impresos de la figura 5.1 deberá indicarse el subtramo que se adopta (aleatoriamente) como inicial, que en todo caso deberá estar dentro del primer kilómetro de la carretera o tramo a inspeccionar. Cuando la longitud total del tramo sea inferior a 5 kilómetros, el primer subtramo deberá ser uno de los 3 primeros del ya citado primer kilómetro.

Una vez seleccionado un cierto porcentaje de los subtramos de 200 metros de la carretera, tramo o sección a inspeccionar, se considera que, para hacer una inspección visual correcta, completa y evaluando cada deterioro con precisión, es suficiente con analizar en detalle una zona de inspección de 50 metros dentro del subtramo correspondiente.

La posición de esta zona de inspección de 50 m dentro de los subtramos seleccionados deberá ser el mismo en todos ellos y por ello se indicará, en el impreso de la figura 5.1, su posición, es decir, si se eligen los primeros, los segundos, los terceros o los cuartos 50 m dentro del subtramo seleccionado.

Toda esta información se recoge en un primer impreso que refleja la identificación de la carretera o el tramo de la misma objeto de la inspección, la ubicación del primer subtramo y también de la zona de inspección de 50 m donde se inicia la misma, la fecha y el nombre de la persona que la realiza.

| | |
|---|----------|
| Carretera: | |
| Denominación: | |
| Provincia: | |
| Fecha: | |
| Oficial inspección: | |
| PK inicial: | |
| PK final: | |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | |
| Nº de subtramos en inspección: | 0 |
| Longitud total TRAMO (m): | 0 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | #¡DIV/0! |

Figura 5.1.- Impreso para identificación de la carretera o sección a inspeccionar

Su aspecto, una vez relleno, sería el siguiente:

| | |
|---|--------------------|
| Carretera: | BIT 1001 |
| Denominación: | Tramo de prueba 01 |
| Provincia: | C.T. BIT |
| Fecha: | 15/02/2021 |
| Oficial inspección: | Comité Técnico BIT |
| PK inicial: | 0,000 |
| PK final: | 14,850 |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | 3 |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | 2 |
| Nº de subtramos en inspección: | 30 |
| Longitud total TRAMO (m): | 14850 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | 495 |

Figura 5.2.- Ejemplo de impreso para identificación de la carretera o sección a inspeccionar rellenado

Para cada tramo a inspeccionar se determinan los deterioros significativos existentes en el mismo. Del ANEXO nº 2 de la METODOLOGIA se obtienen las fichas correspondientes a los deterioros existentes.

Con todos estos pasos queda perfectamente definido, en cada carretera, tramo o sección a inspeccionar, el número de subtramos elegidos, la ubicación del primero donde se inicia la inspección, la ubicación precisa de la primera zona de inspección de 50 m y la del resto de zonas donde deberá realizarse la inspección informativa o detallada.

Los datos de la inspección visual se recogen en una ficha específica que se ha preparado para ello. En la ficha hay hasta seis columnas disponibles donde se pueden recoger los deterioros que aparecen en la carretera y que van a ser inspeccionados (caso de haber más de seis deterioros, se utilizarán dos o más fichas). Cada columna está dividida en otras dos donde se recogen la FRECUENCIA y la INTENSIDAD (vienen definidas y medidas en las fichas de los deterioros correspondientes en el ANEXO nº 2) para cada una de las zonas de inspección de los subtramos elegidos en que se ha dividido la totalidad de la carretera inspeccionada. El aspecto de esta ficha para recogida de datos es el siguiente:

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

Figura 6.1.- Modelo de impreso para realizar la inspección visual de una carretera

La medida de la FRECUENCIA y de la INTENSIDAD, se realiza mediante una valoración numérica. Para la cuantificación de cada deterioro se han establecido 5 niveles (**No existe, escasa, media, frecuente y muy frecuente**) para la FRECUENCIA y otros 5 niveles (**No existe, ligera, media, importante y muy grave**) para la INTENSIDAD. En ambos casos se valoran de 0 a 4 los cinco niveles establecidos.

En cualquiera de ellas y para cada medida, cuando el valor reflejado es 2, el cuadro aparece en amarillo, cuando el valor es 3, el cuadro aparece en naranja y cuando el valor es 4, el cuadro aparece en rojo, lo que

permite una primera visualización por colores del estado del deterioro en la carretera inspeccionada. El aspecto de la ficha, una vez rellenada, podría ser el siguiente:

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

$$IED = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

Figura 6.2.- Modelo de impreso para realizar la inspección visual de una carretera rellenable

Al final de cada columna aparecen unos datos resumen de las calificaciones que el inspector haya realizado, con los porcentajes y longitudes parciales para cada valoración.

| Longitud total y promedio | 700 | 0,43 | 0,43 | 0,36 | 0,38 | 0,57 | 0,36 | 4,00 | 3,57 | #IDIV/0! | #iDIV/0! | #jDIV/0! | #IDIV/0! |
|---------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| No existe | 0 | 450 | 450 | 550 | 500 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 64,29% | 64,29% | 78,57% | 71,43% | 71,43% | 71,43% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Escasa o ligera | 1 | 200 | 200 | 50 | 50 | 50 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 28,57% | 28,57% | 7,14% | 7,14% | 7,14% | 21,43% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Media | 2 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 7,14% | 7,14% | 14,29% | 14,29% | 14,29% | 7,14% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Frecuente o importante | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 7,14% | 0,00% | 0,00% | 42,86% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Muy frecuente o grave | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 85,71% | 57,14% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |

Figura 6.3.- Información final resumen de la inspección visual realizada

Al final de la columna de cada deterioro aparece el valor correspondiente del INDICE DE ESTADO DEL DETERIORO (IED) que en el Apartado siguiente 5.3 detallaremos como se calcula. Este IED nos permitirá saber si es necesario actuar en la carretera y qué tipo de actuación de conservación es recomendable hacer (ninguna, preventiva o curativa) para el deterioro analizado.

| Longitud total y promedio | 700 | 0,43 | 0,43 | 0,36 | 0,38 | 0,57 | 0,36 | 4,00 | 3,57 | #IDIV/0! | #iDIV/0! | #jDIV/0! | #IDIV/0! |
|---------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| No existe | 0 | 450 | 450 | 550 | 500 | 500 | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 64,29% | 64,29% | 78,57% | 71,43% | 71,43% | 71,43% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Escasa o ligera | 1 | 200 | 200 | 50 | 50 | 50 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 28,57% | 28,57% | 7,14% | 7,14% | 7,14% | 21,43% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Media | 2 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 7,14% | 7,14% | 14,29% | 14,29% | 14,29% | 7,14% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Frecuente o importante | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 7,14% | 0,00% | 0,00% | 42,86% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |
| Muy frecuente o grave | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 600 | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 85,71% | 57,14% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% |

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| CALCULO DE SUMA DE R_i | 900 | 1000 | 900 | 12800 | 0 | 0 |
| CALCULO DE IED | 10,71 | 8,93 | 10,71 | 91,43 | 0,00 | 0,00 |

Figura 6.4.- Obtención del IED para cada deterioro considerado en la carretera inspeccionada

Por último y a partir de los IED de los distintos deterioros existentes, se obtendrá un INDICE DE ESTADO DE LA CARRETERA (IEC) que permitirá evaluar el estado del firme de la carretera BIT estudiada y su evolución desde inspecciones visuales realizadas anteriormente. Con este IEC y su evolución en el tiempo, se pretende facilitar un Sistema de Gestión de Firmes sencillo para tomar decisiones sobre la eficacia de las actuaciones de conservación realizadas anteriormente y sobre la necesidad o no de realizar nuevas actuaciones de Conservación.

La explicación del procedimiento de cálculo de estos índices se detalla en los Apartados 5.3 y 5.4 de este Documento. Las fichas están desarrolladas en archivos Excel y aparecen en el ANEXO nº 3 del Documento.

5.3.- CALCULO DEL INDICADOR DE ESTADO DEL DETERIORO (IED)

A partir de los valores de los parámetros FRECUENCIA e INTENSIDAD, recogidos en la ficha para la evaluación numérica de la inspección visual, obtenemos, en primer lugar, unos indicadores del estado de cada uno de los deterioros (IED) analizados en la carretera objeto de la inspección.

Como cada deterioro tiene una importancia e influencia diferente desde el punto de vista de la seguridad y la comodidad del usuario, así como su incidencia en el estado del firme y en su evolución futura, se ha hecho una valoración de cada deterioro de 1 a 5 según su importancia y afección en estos conceptos (estos valores aparecen ya formando parte de la ficha de la figura 6.2 para cada deterioro que se analiza). En este Documento se proponen las valoraciones que aparecen a continuación en la Tabla de la figura 7 para los 16 deterioros considerados en esta METODOLOGIA.

| DETERIORO | COMENTARIO | VALORACION (P) |
|------------------------|---|----------------|
| Grietas Reflejadas | Facilitan la entrada de agua en el firme. Conviene sellarlas. | 1 |
| Ondulaciones | Afecta especialmente a la comodidad | 1 |
| Vertidos | Deben repararse de manera inmediata y localizada | 1 |
| Descarnaduras | Deben corregirse cuando se inician | 2 |
| Escalones | Deben repararse de manera inmediata y localizada | 2 |
| Exudaciones | Según su causa y extensión puede ser necesario actuar inmediatamente | 2 |
| Peladuras | Conviene corregir su causa antes de repararlas | 2 |
| Surgencias | Suelen estar asociadas a grietas generalizadas o a blandones | 2 |
| Baches | Deben repararse de manera inmediata y localizada | 3 |
| Blandones | Deben repararse de manera inmediata y localizada | 3 |
| Grietas Generalizadas | Indican el agotamiento de la capa de rodadura. Conviene sellarlas cuando aparecen | 3 |
| Hundimientos | Deben repararse de manera inmediata y localizada | 3 |
| Arcén en mal estado | Especialmente en carreteras estrechas, es un problema que puede afectar a la seguridad vial. | 4 |
| Grietas Estructurales | Indican que la capacidad estructural del firme es baja. Según su frecuencia pueden determinar el colapso a corto plazo del firme. | 4 |
| Roderas | Afectan claramente a la comodidad y seguridad del usuario | 4 |
| Pavimentos Deslizantes | Muy peligroso, se debe actuar de forma inmediata | 5 |

Figura 7.- Tabla de valoraciones (P) propuestas para cada deterioro

No obstante, cada técnico responsable de la conservación podrá establecer sus valoraciones personales o bien adoptar las que aquí se proponen.

En la Tabla de la figura 7 hay una columna denominada COMENTARIO donde se hace referencia a la incidencia de cada deterioro en la carretera y en algunos casos se indica que una vez detectada la existencia del mismo, por sus características, debería ser reparado de manera localizada e inmediata (HUNDIMIENTOS, BLANDONES, BACHES, VERTIDOS y ESCALONES).

Para cada deterioro existente se obtiene un Índice de Estado del Deterioro IED (poner a continuación el nombre del mismo). En la inspección visual y para cada zona de inspección de 50 m de longitud elegidas para realizar la inspección visual de la carretera o tramo de la misma considerado inicialmente, se evalúa la FRECUENCIA y la INTENSIDAD, según se detalla en las fichas correspondientes a los deterioros (ANEXO nº 2).

Hacemos un primer cálculo auxiliar para cada zona de inspección, que llamamos R_i y que se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$R_i = L_i (F_i + (I_i \times P))$$

Para cada deterioro y en cada zona de inspección, se multiplica cada una de las intensidades I_i por la valoración P del deterioro y, el resultado, se suma con la frecuencia F_i del mismo. Este resultado se multiplica por la longitud (L_i) de la zona de inspección analizada (salvo que se modifique, esta longitud será 50 metros).

A continuación se hace la suma de los R_i para todas las zonas de inspección existentes en la carretera analizada. Finalmente el IED se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IED = \frac{100 \times \sum R_i}{(L \times 4 \times (P+1))}$$

O bien, expresado en su totalidad, la formula seria la siguiente:

$$IED = \frac{100 \times \sum (L_i (F_i + (I_i \times P)))}{(L \times 4 \times (P+1))}$$

Siendo L la longitud total de la carretera o tramo considerado.

El valor del Índice de Estado del Deterioro (IED) así calculado es un numero comprendido entre 0 y 100.

Todos estos cálculos se realizan automáticamente en la hoja Excel donde se toman los resultados de la inspección visual para cada carretera.

Según el valor de este Índice de Estado del Deterioro, ya estamos en condiciones de decidir si es necesario actuar o no en la carretera como consecuencia del mismo y de su afección a la misma.

5.4.- VALORACION DEL ESTADO DEL FIRME

Los valores del IED obtenidos en cada carretera, tramo o sección inspeccionada se recogen en una tabla cuyo formato aparece en la figura 8 y que es la siguiente:

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | 0 | Carretera: | 0 | | TRAMO: | | |
|------------------------|-------|------------|-----------|--|------------|--|-------------------------|
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | 00/01/1900 | Tomado por: | 0 |
| DETERIOROS | | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO (Figura nº 9) | | ACTUACION RECOMENDADA (Figura nº 9) | PROPIUESTA DE ACTUACION |
| Grietas reflejadas | 1 | | | | | | |
| Ondulaciones | 1 | | | | | | |
| Vertidos | 1 | | | | | | |
| Escalones | 2 | | | | | | |
| Descarnaduras | 2 | | | | | | |
| Surgencias | 2 | | | | | | |
| Peladuras | 2 | | | | | | |
| Exudaciones | 2 | | | | | | |
| Grietas generalizadas | 3 | | | | | | |
| Hundimientos | 3 | | | | | | |
| Blandones | 3 | | | | | | |
| Baches | 3 | | | | | | |
| Grietas estructurales | 4 | | | | | | |
| Roderas | 4 | | | | | | |
| Arcen en mal estado | 4 | | | | | | |
| Pavimentos deslizantes | 5 | | | | | | |

Figura 8.- Tabla resumen de los IED obtenidos para la carretera inspeccionada visualmente.

A partir de la experiencia del Grupo de Trabajo redactor de esta METODOLOGIA, se propone la siguiente Tabla para evaluar el IED para cada deterioro existente en la carretera inspeccionada:

| Índice de Estado del Deterioro (IED) | ESTADO DE LA CARRETERA PARA EL DETERIORO ANALIZADO | ACTUACION |
|--------------------------------------|--|---|
| 0 – 18 | BUENO | |
| 18,01 – 37 | BUENO REGULAR | Actuaciones de conservación preventiva |
| 37,01 – 57 | REGULAR | Recomendable actuar |
| 57,01 – 78 | REGULAR MALO | Necesidad de actuar |
| 78,01 – 100 | MALO | (conservación curativa) |

Figura 9.- Tabla para la valoración de los IED obtenidos en las carreteras inspeccionadas visualmente.

Estos valores son una propuesta y podrán ser modificados por cualquier Administración responsable de la gestión de las carreteras BIT según su experiencia.

Los pasos siguientes se realizan ya en oficina y tienen como objetivo definir el tipo de actuación más recomendable (caso de que sea necesaria).

Con estos valores del IED se puede confeccionar una Tabla informativa (Figura 8) con los distintos deterioros analizados y los valores obtenidos para cada deterioro y en cada TRAMO de los considerados.

Comparando los valores del IED obtenidos con los que aparecen en la tabla de la Figura 9, es posible determinar el estado de la carretera para cada deterioro analizado y en el tramo inicialmente elegido, y la necesidad o no de realizar actuaciones de conservación y el tipo de la misma (preventiva o curativa) recomendable.

En el Apartado 6 de esta METODOLOGIA se dan algunos criterios generales a tener en cuenta para la priorización de las actuaciones de conservación según los resultados obtenidos a partir de los IED.

5.5.- CALCULO DEL INDICADOR DE ESTADO DE LA CARRETERA (IEC)

El paso siguiente es sacar un Índice de Estado de la Carretera (IEC) a partir de los Índices correspondientes a cada uno de los deterioros existentes (IED) en la carretera inspeccionada. Para ello vamos a calcular un valor del IED medio para cada grupo de valoraciones P que hemos establecido en la Tabla de la Figura 7.

Para cada deterioro analizado tenemos el valor IED obtenido (tabla de la figura 8) y su valoración P (tabla de la figura 7).

Ordenamos los valores de los IED obtenidos según el valor de P correspondiente a cada uno, agrupando los IED correspondientes a deterioros con igual valoración P. Esto lo recogemos en la tabla de la figura 10 que aparece a continuación:

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| | | | | | |
|---------------------|-------|---------------------------------|-------------------|--------|------------------------|
| Provincia: | 0 | Carretera: | 0 | TRAMO: | |
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | 00/01/1900 Tomado por: |
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | | |
| | 1 | | 0,00 | | |
| | 1 | | 0,00 | | |
| | 1 | | 0,00 | | |

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 3 | | 0,00 |
| | 3 | | 0,00 |
| | 3 | | 0,00 |
| | 3 | | 0,00 |

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |

| | | | |
|----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| Pavimento deslizante | 5 | | 0,00 |

Figura 10.- Tabla para la valoración de los IED obtenidos en las carreteras inspeccionadas visualmente.

Para cada grupo de valoración P del deterioro proponemos obtener un valor medio **IED_{medio}** representativo de dicha valoración P. Este valor medio lo obtenemos de forma ponderada mediante el procedimiento siguiente:

- Ordenamos de mayor a menor los valores de IED obtenidos para deterioros con igual valoración P. IED₁ será el mayor valor, IED₂ será el siguiente y así sucesivamente.
- Según los valores P propuestos en la tabla de la figura 7, podemos tener 2, 3, 4 o 5 valores de IED correspondientes a una misma valoración P (cuando haya un solo valor, ese es el **IED_{medio}**).
- El valor medio de IED, para un determinado valor P, se obtiene con las formulas siguientes:
 - Para el caso de 2 valores de IED con igual valoración P:

$$\text{IED}_{\text{medio}} = (3 \times \text{IED}_1 + \text{IED}_2)/3$$

- Para el caso de 3 valores de IED con igual valoración P:

$$\text{IED}_{\text{medio}} = (6 \times \text{IED}_1 + 3 \times \text{IED}_2 + \text{IED}_3)/6$$

- Para el caso de 4 valores de IED con igual valoración P:

$$\text{IED}_{\text{medio}} = (9 \times \text{IED}_1 + 6 \times \text{IED}_2 + 3 \times \text{IED}_3 + \text{IED}_4)/9$$

- Para el caso de 5 valores de IED con igual valoración P:

$$\text{IED}_{\text{medio}} = (12 \times \text{IED}_1 + 9 \times \text{IED}_2 + 6 \times \text{IED}_3 + 3 \times \text{IED}_4 + \text{IED}_5)/12$$

El propósito es obtener un valor de IED medio para cada valoración dando en el cálculo mayor peso a los valores más altos.

En el caso de que el valor **IED_{medio}** obtenido sea superior a 100 (que con los cálculos propuestos es posible), se adoptará como valor 100, para que el valor final del IEC que se va a calcular, sea un número comprendido entre 0 y 100.

En la tabla de la figura 10 estos cálculos se realizan automáticamente cuando se utiliza la hoja Excel preparada para ello y que se incluye en el ANEXO 3 de esta METODOLOGIA.

Una vez obtenidos los valores medios de IED para cada valoración P, se procede a calcular el valor del Índice de Estado de la Carretera (IEC). Para ello hemos adoptado una formula cuyo numerador es el sumatorio de cada **IED_{medio i}** correspondiente a un valor P_i, multiplicado por este valor y poniendo en el denominador 15 (1+2+3+4+5). Como máximo va a haber 5 valores de IED, uno por cada P. El denominador será la suma de los 5 valores de P.

Es decir, la formula seria:

$$\text{IEC} = \frac{\sum (P_i \times \text{IED}_{\text{medio } i})}{15}$$

Y el valor estará siempre comprendido entre 0 y 100.

Todos los valores de IED medios obtenidos en cada tramo con sus valoraciones P correspondientes, se recogen en la tabla de la figura 11 y se obtiene el valor de IEC correspondiente a la carretera inspeccionada. La tabla se recoge a continuación:

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

| TABLA DE CALCULO DEL VALOR DEL IEC DE LA CARRETERA. PARA UNO O VARIOS TRAMOS. | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|
| Provincia: | 0 | | Carretera: | 0 | | | | | | |
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | | 00/01/1900 | | Tomado por: | | 0 |
| Pi | TRAMO 1 | | TRAMO 2 | | TRAMO 3 | | TRAMO 4 | | TRAMO 5 | |
| | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i |
| 1 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 2 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 3 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 4 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 5 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | | | | | | | | |
| SUMAS | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| $(\sum IED_i \times P_i) / 15 =$ | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | SUMA |
| CF TRM (de cada tramo) = | | | | | | | | | | 0,00 |
| $(\sum IED_i \times P_i) / 15 \times CF$ TRM (de cada tramo) = | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| CALCULO FINAL DEL IEC DE LA CARRETERA = | | | | | | | | 0,00 | | |

Figura 11.- Tabla para el cálculo del Índice de Estado de la Carretera (IEC).

La tabla está diseñada para poder obtener el valor de IEC en una carretera formada por un tramo único o por varios tramos (el impreso admite hasta 5 tramos).

A continuación, en el Apartado 6 del Documento se indica cómo utilizar este Índice así obtenido.

6.- PRIORIZACION DE LAS ACTUACIONES. CRITERIOS GENERALES

Cada Administración deberá tener clasificadas sus carreteras BIT dentro de unos criterios que, como mínimo, deberán ser función de la IMD y de la importancia de la carretera por su estrategia en el territorio. Esta clasificación de la Red deberá tenerse en cuenta a la hora de analizar el valor del Índice IED obtenido, de manera que, a igualdad de valores del Índice en dos carreteras inspeccionadas, se actuará prioritariamente en las carreteras de mayor importancia dentro de la clasificación realizada por la Administración responsable. Esta clasificación de la red de carreteras podrá ser revisada y modificada periódicamente.

Es importante dentro de cualquier actuación de conservación del firme, analizar el estado del cimiento y del drenaje, procediendo a su mejora previa si es necesario.

Cuando las capas inferiores del firme son deficientes (cimento en mal estado o contaminado), las actuaciones de renovación superficial o las actuaciones de refuerzo del firme, no deben realizarse sin mejorar previamente las capas inferiores en mal estado. Solamente cuando la seguridad vial este gravemente afectada y no exista posibilidad a corto y medio plazo de mejorar el firme, se podría hacer una actuación de renovación superficial de emergencia.

El deterioro denominado **FIRMES DESLIZANTES** afecta claramente a la seguridad del usuario. Cuando se presente este deterioro y se haya determinado su existencia real mediante ensayos de auscultación para determinar el CRT o el CRL existente, se debe actuar lo antes posible en la carretera para corregir este deterioro.

Para cualquier carretera se debe disponer de la mayor información posible sobre el firme existente, su sección estructural, capas y materiales que las forman, actuaciones realizadas anteriormente, etc., es decir, tener un inventario lo más completo posible de la Red de Carreteras BIT dependientes de la Administración correspondiente.

Respecto a los valores del IED obtenido y según la actuación que sea recomendable realizar según la tabla de la Figura nº 9, en el Apartado 7 del Documento se plantean una serie de posibles actuaciones en función de las distintas técnicas disponibles y según el tipo de conglomerante a utilizar. El técnico responsable de la conservación de la carretera en estudio, decidirá cuál es la solución técnica más adecuada.

Para ello, es aconsejable y deseable que cada Administración tenga establecidos unos criterios para actuar en función del estado del firme y de la categoría de la carretera BIT analizada. Como creemos que estos criterios son bastante subjetivos para cada Administración y para cada técnico responsable, no consideramos conveniente establecer, en este Documento, unos criterios generales aplicables a las carreteras BIT.

Si presupuestariamente es posible, se debe actuar en todas las carreteras que, por el valor de los Índices calculados, sea necesario.

El valor del IEC obtenido servirá para valorar la evolución anual o bienal (según la periodicidad de la inspección visual realizada) respecto a los años anteriores. En función de esta evolución del IEC tendremos información sobre el estado del firme de la carretera inspeccionada, la eficacia o no de las actuaciones de conservación realizadas para mejorar los deterioros existentes y la evolución general del firme en el tiempo.

7.- SOLUCIONES PROPUESTAS DE ACTUACION PARA CADA DETERIORO. TECNICAS MAS ADECUADAS

Por último y una vez evaluado el estado de la carretera mediante los Índices IED y determinado que es necesario actuar para la conservación de la misma, se han planteado tres grupos distintos de posibles actuaciones técnicas para cada tipo de deterioro, en base a los distintos conglomerantes habitualmente utilizados para la pavimentación de las carreteras, y que son los siguientes:

- **SOLUCIONES TECNICAS CON EMULSION BITUMINOSA**
- **SOLUCIONES TECNICAS CON BETUN ASFALTICO**
- **SOLUCIONES TECNICAS CON CEMENTO.**

En una tabla se han enumerado los 16 deterioros que se han considerado para las carreteras BIT, se han descrito cada uno de ellos, se han puesto algunas fotos informativas para cada deterioro y a continuación en 3 columnas distintas, se han enumerado las posibles soluciones para cada una de las técnicas descritas. Se ha añadido una cuarta columna para OTRAS SOLUCIONES TECNICAS. En principio desde este Documento no se propugna ninguna solución como la mejor y queda al criterio del Ingeniero responsable de la conservación de la carretera. Se recomienda que, en el caso de carreteras con varios tramos con deterioros distintos, se elija una solución técnica que puede ser utilizada en la mayoría o en todos los tramos, siempre que sea posible.

La Tabla se ha incluido en el ANEXO nº 4.

ANEXO 1

Tipos de firmes habituales en las carreteras BIT

1.- SECCIONES DE LA NORMA 6.1 IC

1.1.- NORMA DEL AÑO 1963

Consideraba 3 grupos de tráfico en función de la IMD, que eran los siguientes:

- Trafico ligero IMD < 500
- Trafico medio 500 > IMD < 2.000
- Tráfico pesado 2.000 > IMD

De acuerdo con lo que actualmente consideramos como carreteras BIT deberíamos considerar los tráficos ligero y medio. Teniendo en cuenta los crecimientos del parque automovilístico en estos años, vamos a considerar solo el denominado tráfico ligero.

Las secciones que propone están formadas por una explanada mejorada y sobre ella una base formada por una capa granular en espesor variable entre 10 y 20 cm, según lo que se coloque encima, que puede ser un simple tratamiento superficial (base de 20 cm) o una capa de base bituminosa de 7 cm (sobre 10 cm de base granular).

1.2.- NORMA DEL AÑO 1976

Consideraba 4 categorías de tráfico en función del número acumulado de ejes equivalentes de 13 t. en el carril y periodo de proyecto, que eran los siguientes:

- Trafico ligero (T4) 10^4 a 8×10^4
- Trafico medio bajo (T3) 8×10^4 a 8×10^5
- Trafico medio alto (T2) 8×10^5 a 4×10^6
- Tráfico pesado (T1) 4×10^6 a 10^7

Plantea tres tipos de secciones de firme en función del tipo de base utilizada. Las propuestas son las siguientes:

1.2.1.- BASE GRANULAR

| E 1 | | E 2 | | E 3 | | | | | | | | |
|-------|---------------|-------|-----------------|-------|---------------|-------|-----------------|-------|---------------|-------|-----------------|----|
| A-311 | 8 20 20 | A-312 | DTS 25 20 | A-321 | 8 20 15 | A-322 | DTS 25 15 | A-331 | 8 20 15 | A-332 | DTS 25 20 | T3 |
| A-411 | 5 15 20 | A-412 | DTS 20 20 | A-421 | 5 15 15 | A-422 | DTS 20 15 | A-431 | 5 15 15 | A-432 | DTS 20 20 | T4 |

No están representados los riesgos de imprimación, adherencia y curado.

Espesores en centímetros

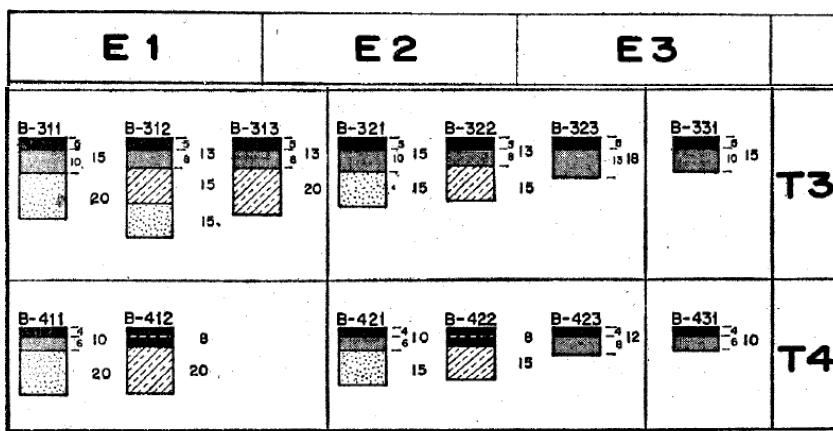
MEZCLAS BITUMINOSAS (3.3.2) **DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL (3.3.5)**

SIMBOLOGIA

| | | | |
|--|------------------|--|---------------------------|
| | CAPA DE RÓDADURA | | BASE GRANULAR (3.3.9) |
| | CAPA INTERMEDIA | | SUBBASE GRANULAR (3.3.10) |

En las secciones con doble tratamiento superficial (DTS) la base será de macadom.

1.2.2.- BASE BITUMINOSA



No están representados los riegos de imprimación, adherencia y curado.

Espesores en centímetros.

MEZCLAS BITUMINOSAS (3.3.2)

SIMBOLOGIA

CAPA DE RODADURA

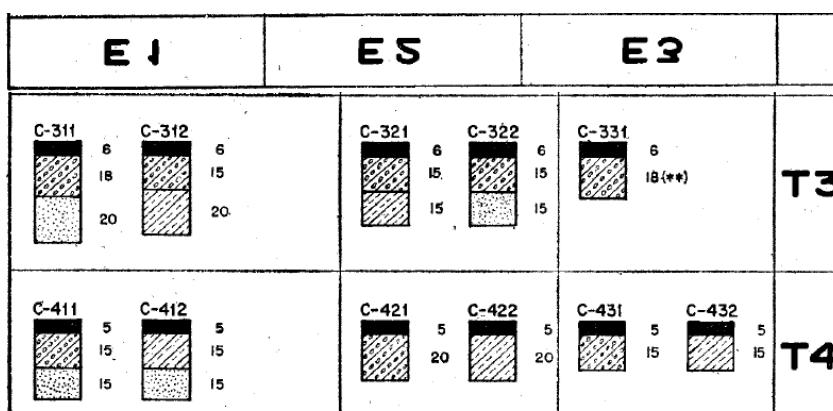
CAPA INTERMEDIA

CAPA DE BASE

SUELO-CEMENTO (3.3.8)

SUBBASE GRANULAR (3.3.10)

1.2.3.- BASE DE GRAVA CEMENTO



No están representados los riegos de imprimación, adherencia y curado.

Espesores en centímetros.

MEZCLAS BITUMINOSAS (3.3.2)

SIMBOLOGIA

CAPA DE RODADURA

CAPA INTERMEDIA

GRAVA-CEMENTO (3.3.7)

SUELO-CEMENTO (3.3.8)

ZAHORRA ARTIFICIAL (3.3.9)

SUBBASE GRANULAR (3.3.10)

(*) Si la explanada está estabilizada con cemento en 15 cm. de profundidad se podrá suprimir la subbase, aumentando en este caso el espesor de la base a 20 cm.

(**) 15 cm. con explanada estabilizada con cemento.

Los firmes posibles en carreteras de BIT estaban formados por capas de subbase y base granulares, en espesor variable entre 15 y 45 cm, según la calidad de la explanada y la categoría de tráfico. Sobre estas capas granulares se construían capas bituminosas en espesor de 5 a 8 cm, admitiéndose un DTS como rodadura en los casos de mayor espesor de material granular.

En el caso de construirse la capa de base con material bituminoso, se colocaban subbases granulares cuando la explanada era de peor calidad. Por debajo de la base bituminosa se podía colocar una capa de suelo cemento en espesor de 15 a 20 cm. El espesor de mezcla bituminosa en rodadura variaba entre 4 y 5 cm. Cuando la rodadura iba directamente sobre el suelo cemento, el espesor era de 8 cm.

1.3.- NORMA DEL AÑO 1989

Introduce el concepto de categoría de tráfico pesado y establece 5 categorías distintas:

- $T_0 \quad IMD_p \geq 2000$
- $T_1 \quad 2000 > IMD_p \geq 800$
- $T_2 \quad 800 > IMD_p \geq 200$
- $T_3 \quad 200 > IMD_p \geq 50$
- $T_4 \quad IMD_p < 50$

Respecto a las secciones de firme que considera, para las categorías de tráfico T3 y T4, son las siguientes:

TS = Tratamiento superficial mediante capas con gravilla
*** = TS ó 4 cm. de M.B.**
**** = Sólo con explanada con superficie estabilizada**

| TRÁFICO | T - 3 | | | | | | | | | | | | T - 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 331 | 332 | 333 | 334 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 |
| HORMIGÓN VIBRADO | | | | | | 21 | | | | | | | 21 | | | | | | | | 20 | | | | 20 | | | | | | 20 | | | | |
| MEZCLAS BITUMINOSAS | 20 | 18 | 12 | 6 | * | | 18 | 15 | 12 | 6 | * | | 18 | 15 | 12 | 6 | * | 5 | TS | 8 | 6 | * | 5 | TS | 8 | 6 | * | 5 | TS | 8 | 6 | * | | | |
| HORMIGÓN COMPACTADO | | | | | | 20 | | | | | | | 20 | | | | | | | 20 | | | | 20 | | | | | | 20 | | | | | |
| GRAVA CEMENTO | | | | 18 | | | | | 18 | | | | | | | | | 18 | | | | | 18 | | | | | | 18 | | | | | | |
| SUELO CEMENTO | | 25 | 20 | 15 | | | 22 | 15 | 15 | | | | 22 | | | | | 25 | 15 | | | | 22 | | | | | | 22 | | | | | | |
| ZAHORRA ARTIFICIAL | 25 | 25 | | | | 25 | 25 | | | | | | 25 | | | | 30 | 30 | | | | 20 | 20 | | | | | 30 | 30 | | | | | | |
| ZAHORRA NATURAL | 25 | 20 | | 20 | | 25 | | | 20 | | | | | | | | 20 | 25 | 20 | 20 | 20 | 25 | | 20 | | | | | | | | | | | |
| EXPLANADA | | | | | | E 1 | | | | | | | E 2 | | | | | E 1 | | | | | E 2 | | | | | | E 3 | | | | | | |

Con explanadas de baja calidad se solían colocar subbases de zahorra natural en espesor de 20 a 25 cm. Como capas de base se proponía el uso de zahorra artificial, suelo cemento, grava cemento u hormigón compactado. En las carreteras BIT se utilizaron muy poco las soluciones tratadas con cemento.

El espesor de la capa de base con zahorra artificial, con mezcla bituminosa como capas superiores, variaba entre 20 y 30 cm. La mezcla bituminosa variaba entre 15 y 20 cm para la categoría de tráfico T3. El espesor era de 5 cm o mediante un tratamiento superficial para la categoría de tráfico T4.

1.4.- NORMA DE LOS AÑOS 2002 y 2003

Son prácticamente iguales en cuanto a las secciones de firme propuestas para las categorías de tráfico pesado que estamos contemplando T3 y T4, se diferencian que en 2002 se promulgó mediante la O.C. 10/2002 y la de 2003, y la vigente en la actualidad se promulgó mediante la Orden FOM/3460/2003.

Respecto a las categorías de tráfico pesado introduce una nueva denominada T00 y las categorías T3 y T4 las subdivide cada una en dos categorías, de forma que la clasificación es la siguiente:

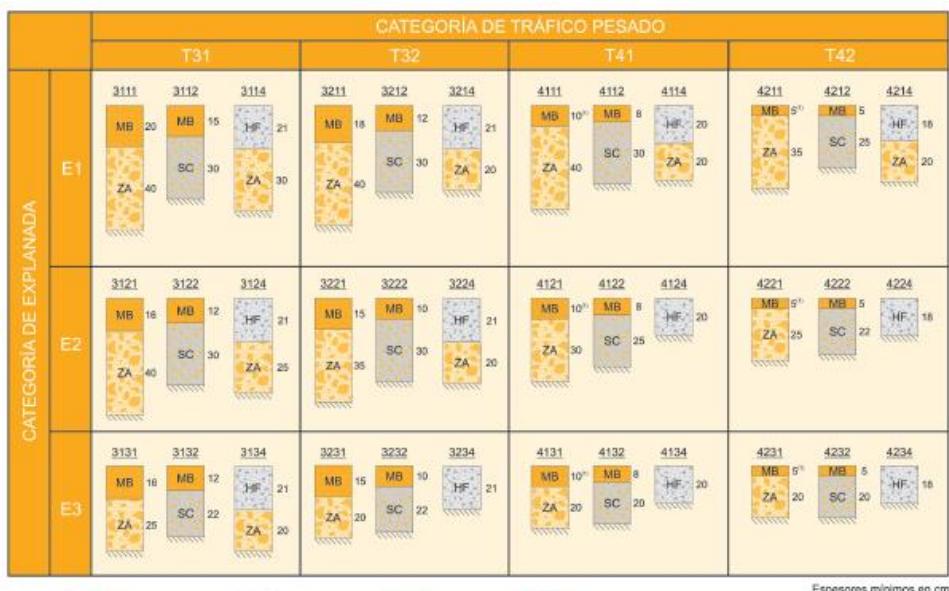
TABLA 1.A. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T00 A T2

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | T00 | T0 | T1 | T2 |
|---------------------------------|---------|--------------------|------------------|----------------|
| IMDp (vehículos pesados/día) | ≥ 4 000 | < 4 000 ≥ 2 000 | < 2 000 ≥ 800 | < 800 ≥ 200 |

TABLA 1.B. CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 Y T4

| CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | T31 | T32 | T41 | T42 |
|---------------------------------|-------|---------------|--------------|------|
| IMDp (vehículos pesados/día) | < 200 | < 100 ≥ 50 | < 50 ≥ 25 | < 25 |

Las secciones de firme que proponen, en función del tipo de la explanada, para las categorías de tráfico pesado T3 y T4, son las siguientes:



Nota 1: Para las categorías de tráfico pesado T3 (T31 y T32) las capas tratadas con cemento deberán prefisurarse con espesamientos de 3 a 4 m, de acuerdo con el artículo 513 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales (PG-3).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con tráficos de intensidad reducida (menor que 100 vehículos/camino/día) podrá disponerse un riego con grava/bicapa como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

FIGURA 2.2. CATÁLOGO DE SECCIONES DE FIRME PARA LAS CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO T3 (T31 y T32) y T4 (T41 y T42), EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA DE EXPLANADA

Aunque se admitían soluciones diferentes en capa de rodadura, la más utilizada ha sido con mezcla bituminosa. En este caso, generalmente se disponían capas granulares de zahorra artificial en espesores de 20 a 40 cm según la categoría de tráfico pesado y la calidad de la explanada. O bien se colocaban capas de suelo cemento en espesor de 20 a 30 cm según los mismos criterios. El espesor de mezcla bituminosa variaba entre 20 cm para la T31 y con explanada tipo E1 hasta 5 cm para la T42, admitiendo en este caso sustituir esta capa de 5 cm de mezcla bituminosa por un DTS sobre la zahorra artificial.

2.- SECCIONES DE LAS NORMAS AUTONOMICAS

Las primeras normas autonómicas aparecen en 1998 (Castilla y León) y 1999 (Andalucía). Ambas han sido posteriormente actualizadas en 2004 y 2007 respectivamente. Las demás normas autonómicas son de 2004 (Extremadura), 2007 (País Vasco), 2008 (Comunidad Valenciana) y 2011 (Aragón).

Respecto a la clasificación del tráfico son todas iguales que la normativa estatal excepto Aragón y País Vasco que son algo diferentes.

En Aragón prescinden de los tráficos superiores a T1, pues no los hay, mantienen los intervalos de la norma estatal pero realizan varias subdivisiones de cada categoría.

TABLA 4.1 CATEGORÍAS DE TRÁFICO PESADO

| CATEGORÍAS DEL TRÁFICO PESADO | | |
|-------------------------------|--------------|------------------|
| CATEGORÍA | SUBCATEGORÍA | IMD _P |
| T1 | T1 | 800 - 2000 |
| T2 | T2a | 600 - 799 |
| | T2b | 400 - 599 |
| | T2c | 200 - 399 |
| T3 | T3a | 150 - 199 |
| | T3b | 100 - 149 |
| | T3c | 50 - 99 |
| T4 | T4a | 25 - 49 |
| | T4b | < 25 |

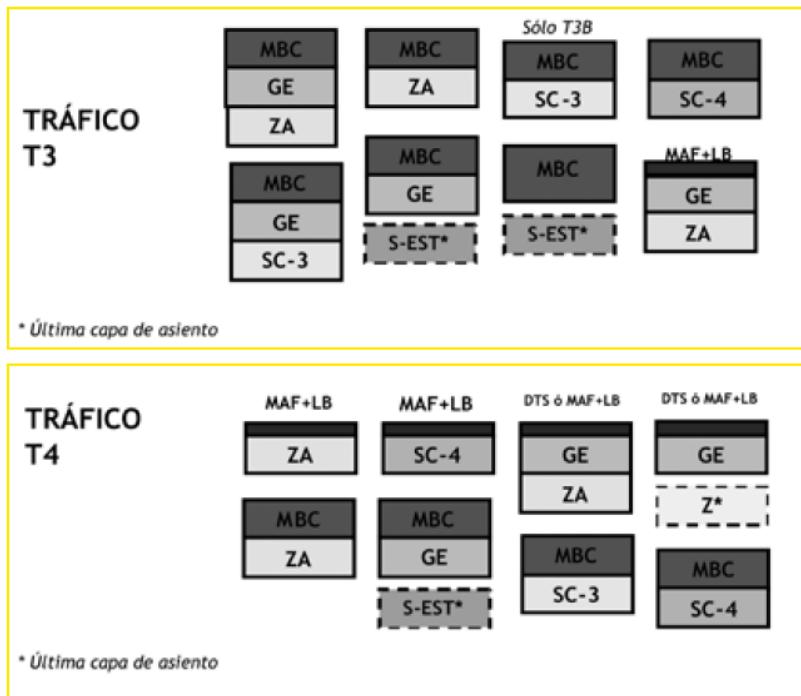
En la norma del País Vasco hace la clasificación en función del número de ejes equivalentes en el periodo de proyecto, aunque también introduce, en un anexo, una clasificación similar a las otras normas.

Tabla A1.4 Categorías de tráfico de proyecto. Método simplificado

| CATEGORÍA DE TRÁFICO | (IMD _P) ^{APS} * | |
|----------------------|--------------------------------------|---------------|
| | (F=30) | (F=25) |
| T00 | 4.000 – 8.000 | 4.800 – 9.600 |
| T0 | 2.000 – 4.000 | 2.400 – 4.800 |
| T1A | 1.400 – 2.000 | 1.680 – 2.400 |
| T1B | 800 – 1.400 | 960 – 1.680 |
| T2A | 400 – 800 | 480 – 960 |
| T2B | 200 – 400 | 240 – 480 |
| T3A | 100 – 200 | 120 – 240 |
| T3B | 50 – 100 | 60 – 120 |
| T4A | 25 – 50 | 30 – 60 |
| T4B | < 25 | < 30 |

Las secciones propuestas en cada norma autonómica son las siguientes:

ANDALUCIA



MBC: Mezcla bituminosa en caliente; ZA: Zahorra artificial; SC-4: Suelocemento tipo SC-4; GE: Gravaemulsión; MAF+LB: Mezcla abierta en frío sellada con lechada bituminosa; SC-3: Suelocemento tipo SC-3; DTS: Doble tratamiento superficial; Z: Zahorra; S-EST: Suelo estabilizado in situ.

Admite bases con grava emulsión, zahorra artificial y suelo cemento. Las capas superiores son con mezcla bituminosa en caliente o bien, para la categoría de tráfico T4, admite mezcla abierta en frío y una lechada bituminosa o bien la aplicación de un tratamiento superficial mediante riegos con gravillas.

ARAGON

FIGURA 7.1 CATÁLOGO DE SECCIONES PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN - CONTINUACIÓN
(Espesores de las capas en cm)

| RED AUTONÓMICA ARAGONESA | SUBCATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| | T3a | T3b | T3c | T4a | T4b | | | | | | |
| CATEGORÍA DE LA EXPLANADA MEJORADA | EX1 (BAJA) | MB 18 ZA 40 | MB 13 SC 30 | MB 15 ZA 40 | MB 12 SC 30 | MB 12 ZA 40 | MB 10 SC 30 | MB 5 ZA 40 | MB 5 SC 30 | | |
| | EX2 (MEDIA) | MB 16 ZA 25 | MB 13 SC 25 | MB 14 ZA 25 | MB 12 SC 25 | MB 14 ZA 25 | MB 12 SC 25 | MB 12 ZA 25 | MB 10 SC 25 | MB 5 ZA 25 | MB 5 SC 25 |
| | EX3 (ALTA) | MB 16 ZA 15 | MB 11 SC 22 | MB 14 ZA 15 | MB 11 SC 22 | MB 12 ZA 15 | MB 10 SC 22 | MB 10 ZA 15 | MB 10 SC 22 | MB 5 ZA 15 | MB 5 SC 22 |

MB: Mezcla bituminosa

SC: Suelocemento

ZA: Zahorra artificial

Se proponen capas granulares con espesores de 15 a 40 cm, nuevamente según la categoría de tráfico y la explanada, y bases de suelo cemento con espesores de 22 a 30 cm. Las capas superiores del firme son con mezclas bituminosas en espesor variable entre 5 y 18 cm nuevamente con el criterio del tráfico y la explanada.

CASTILLA Y LEON

TABLA 7.3 Secciones de nueva construcción para tráfico T31 (espesores en cm)

| Tráfico | | T 31 (de 100 a 200 vehículos pesados/día/carril) | | | |
|-----------|----|--|----------|----------|---------------|
| | | 311-1A | 311-1B | 311-2A | 311-2B |
| Explanada | E1 | 20 25 25 | 20 40 | 12 35 | 15 30 |
| | E2 | 16 25 25 | 16 40 | 12 30 | |
| | E3 | 16 25 | | 12 22 | |
| | | | | 312-3 | 8 20 20 |
| | | | | 312-4 | 21 20 |
| | | | | 313-3 | 8 18 |
| | | | | 313-4 | 21 |

TABLA 7.4 Secciones de nueva construcción para tráfico T32 (espesores en cm)

| Tráfico | | T 32 (de 50 a 100 vehículos pesados/día/carril) | | | |
|-----------|----|---|----------|----------|---------------|
| | | 321-1A | 321-1B | 321-2A | 321-2B |
| Explanada | E1 | 18 20 25 | 18 40 | 10 35 | 12 30 |
| | E2 | 15 20 25 | 15 35 | 10 30 | |
| | E3 | 15 20 | | 10 22 | |
| | | | | 321-3 | 8 18 15 |
| | | | | 321-4 | 21 20 |
| | | | | 322-3 | 8 18 20 |
| | | | | 322-4 | 21 20 |
| | | | | 323-3 | 8 18 |
| | | | | 323-4 | 21 |

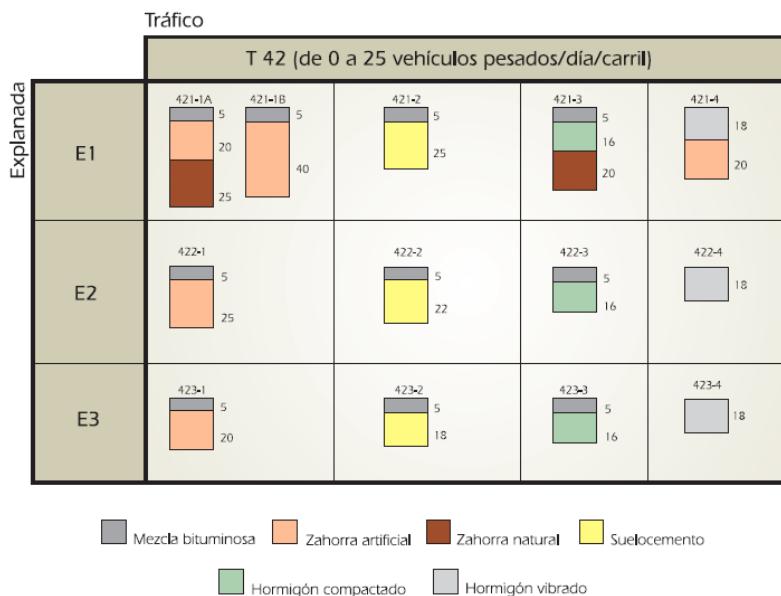
■ Mezcla bituminosa ■ Zahorra artificial ■ Zahorra natural ■ Suelo/cemento

■ Hormigón compactado ■ Hormigón vibrado

TABLA 7.5 Secciones de nueva construcción para tráfico T41 (espesores en cm)

| Tráfico | | T 41 (de 25 a 50 vehículos pesados/día/carril) | | | |
|-----------|----|--|----------|---------|---------------|
| | | 411-1A | 411-1B | 411-2 | 411-3 |
| Explanada | E1 | 10 20 25 | 10 40 | 8 30 | 5 18 15 |
| | E2 | 10 30 | | 8 25 | 5 18 20 |
| | E3 | 10 20 | | 8 20 | 5 18 |
| | | | | 411-4 | 20 20 |
| | | | | 412-2 | 8 25 |
| | | | | 412-3 | 5 18 20 |
| | | | | 412-4 | 20 |
| | | | | 413-2 | 8 20 |
| | | | | 413-3 | 5 18 |
| | | | | 413-4 | 20 |

TABLA 7.6 Secciones de nueva construcción para tráfico T42 (espesores en cm)



Los firmes para carreteras BIT están formados por capas granulares (natural y artificial) en espesor variable entre 20 y 50 cm según la categoría de tráfico y la calidad de la explanada. Las bases pueden ser también de suelo cemento en espesores de 18 a 35 cm, con los mismos criterios.

Las capas superiores de mezcla bituminosa, en ambos casos, varían entre 5 y 20 cm según los mismos criterios anteriormente expuestos.

COMUNIDAD VALENCIANA

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO

| | | T31 | T32 | T41 | T42 ⁽¹⁾ | | | | | | | |
|------------------------|----|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| CATEGORÍA DE EXPLANADA | E1 | 3111 MB 20 ZA 40 | 3112 MB 14 ZA 29 | 3114 HF 21 ZA 20 | 3211 ZA 40 | 3212 MB 13 ZA 29 | 3214 HF 21 ZA 20 | 4111 ZA 40 | 4112 MB 12 ZA 25 | 4114 HF 20 ZA 20 | 4211 ZA 40 | 4214 HF 18 ZA 20 |
| | E2 | 3121 MB 17 ZA 30 | 3122 MB 15 ZA 22 | 3124 HF 21 ZA 20 | 3221 ZA 30 | 3222 MB 14 ZA 22 | 3224 HF 21 ZA 20 | 4121 ZA 30 | 4122 MB 13 ZA 30 | 4124 HF 20 ZA 20 | 4221 ZA 30 | 4224 HF 18 ZA 20 |
| | E3 | 3131 MB 16 ZA 30 | 3134 HF 21 ZA 20 | | 3231 ZA 40 | 3234 HF 21 ZA 20 | | 4131 ZA 25 | 4134 HF 20 ZA 20 | | 4231 ZA 20 | 4234 HF 18 ZA 20 |
| | E4 | 3142 MB 10 ZA 20 | 3144 HF 21 ZA 20 | | 3244 HF 21 ZA 20 | | 4144 HF 20 ZA 20 | | | 4244 HF 18 ZA 20 | | |

(1) En las categorías de tráfico T42 podrá disponerse un riego-bicapa con gravilla como sustitución de los 5 cm de mezcla bituminosa.

Espesores mínimos en centímetros

Legend:

- MB (Grey)
- Mezclas bituminosas
- HF (Yellow)
- Pavimento de hormigón
- SC (Dark Green)
- Suelocemento
- ZA (Orange)
- Zahorra artificial

Las capas inferiores del firme son de zahorra artificial en espesor de 20 a 40 cm, o de suelo cemento en espesor de 20 a 25 cm. En ambos casos las capas superiores son de mezcla bituminosa con espesores de 5 a 20 cm sobre zahorra y de 12 a 15 cm sobre suelo cemento. En todos los casos los espesores varían en función de la categoría de tráfico pesado y de la calidad de la explanada.

EXTREMADURA

| | | CATEGORÍA DE EXPLANADA | | | | |
|----------------------|-----|------------------------|----------------------|----------------------|--|--|
| | | E1 | E2 | E3 | | |
| CATEGORÍA DE TRÁFICO | T31 | 3111 3112 3114 | 3113 3114 3124 | 3131 3132 3134 | | |
| | T32 | 3211 3212 3214 | 3221 3222 3224 | 3231 3232 3234 | | |
| | T41 | 4111 4112 4114 | 4121 4122 4124 | 4131 4132 4134 | | |
| | T42 | 4211 4212 4214 | 4221 4222 4224 | 4231 4232 4234 | | |

MEZCLAS BITUMINOSAS HORMIGÓN VIBRADO HORMIGÓN MICRO VIBRADO GRAVETAMENTO SUELDAMENTO ZAHORRA ARTIFICIAL

(1) Para los trámites de tráfico pesado T3 y T4 se deben aclarar las dimensiones de los espesores prefijados. (2) Para los trámites de tráfico pesado T3 se deben aclarar los espesores prefijados de 10 y 14 cm con el artículo 513 del Plego de Prescripciones Técnicas Generales (PTG-1). (3) Para poder proyectar esta sección será preciso que la espesor de la explanada E2 sea substituido con cemento.

(4) Las mezclas bituminosas podrán ser proyectadas con mezclas bituminosas en colada más flexibles, gravetamento selecto con un tratamiento superficial (reja con grava o lechada bituminosa) o mezclas bituminosas cubiertas con un tránsito superficial (reja con grava o lechada bituminosa).

Nota 1: Para los trámites de tráfico pesado T3 y T4 se deben aclarar los espesores prefijados de 10 y 14 cm con el artículo 513 del Plego de Prescripciones Técnicas Generales (PTG-1).

Nota 2: En la categoría de tráfico pesado T42 con trámites de intensidad reducida (menor de 100 vehículos/centro/día) podrá dispensarse un

espacio

Los firmes que se proponen son similares a los descritos anteriormente para otras autonomías.

PAÍS VASCO

Secciones de mezclas bituminosas sobre bases granulares.

| | | EX1 | EX2 | EX3 (*) |
|----|-----|---|---|---------|
| T3 | T3A | 17 MEZCLAS BITUMINOSAS 35 ZAHORRA ARTIFICIAL | 17 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL | -- |
| | T3B | 15 MEZCLAS BITUMINOSAS 35 ZAHORRA ARTIFICIAL | 14 MEZCLAS BITUMINOSAS 25 ZAHORRA ARTIFICIAL | -- |
| T4 | T4A | 10 MEZCLAS BITUMINOSAS 40 ZAHORRA ARTIFICIAL | 10 MEZCLAS BITUMINOSAS 30 ZAHORRA ARTIFICIAL | -- |
| | T4B | 5 MEZCLAS BITUMINOSAS 40 ZAHORRA ARTIFICIAL | 5 MEZCLAS BITUMINOSAS 30 ZAHORRA ARTIFICIAL | -- |

(*) Sólo secciones de Explanada Mejorada con coronación de suelo seleccionado tipo 4.

Nota: Espesores en cm

Secciones de mezclas bituminosas sobre materiales tratados con cemento.

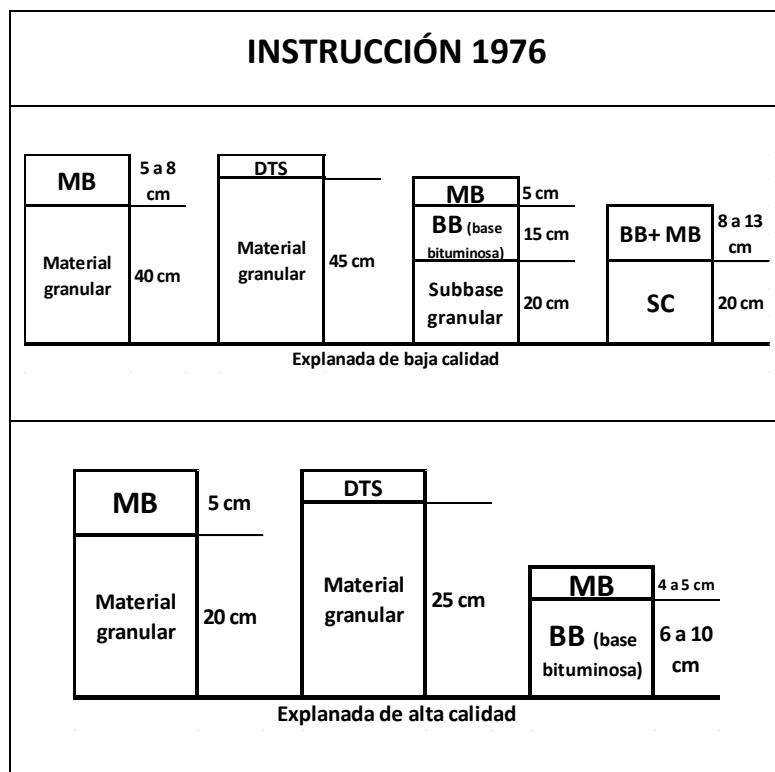
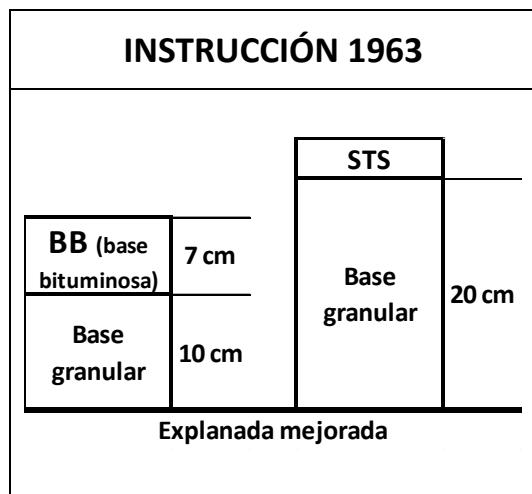
| | | EX1 | EX2 | EX3 (*) |
|----|-----|--|--|---------|
| T3 | T3A | 13 MEZCLA BITUMINOSA 30 SUELDAMENTO | 14 MEZCLA BITUMINOSA 25 SUELDAMENTO | -- |
| | T3B | 11 MEZCLA BITUMINOSA 30 SUELDAMENTO | 13 MEZCLA BITUMINOSA 25 SUELDAMENTO | -- |
| T4 | T4A | 10 MEZCLA BITUMINOSA 30 SUELDAMENTO | 12 MEZCLA BITUMINOSA 25 SUELDAMENTO | -- |
| | T4B | | 11 MEZCLA BITUMINOSA 25 SUELDAMENTO | -- |

Nota: Espesores en cm

Similar a los casos anteriores, las bases granulares varían entre 25 y 40 cm y en las que llevan suelo cemento, el espesor es de 25 a 30 cm. Las capas bituminosas superiores varían entre 5 y 17 cm sobre capas granulares y entre 10 y 14 cm sobre suelo cemento. En todos los casos los espesores varían según la categoría de tráfico pesado y según la calidad de la explanada.

3.- TIPOS DE FIRMES HABITUALES EN LAS CARRETERAS BIT DE ESPAÑA

A partir de toda esta información, consideramos que las secciones de firme que habitualmente se encuentran en las carreteras de Baja Intensidad de Tráfico (BIT) en España pueden ser, a partir de las prescripciones y normas de las carreteras del Estado y de las Autonomías, de los tipos siguientes:



| INSTRUCCIÓN 1989 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|----|------------|----|-------|----|----------------|----|-----------|----|-------|----|------------|----|------------|----|-------|----|------------|----|-------|--|--|
| <table border="1"> <tr> <td>MB</td> <td>5 a 18 cm</td> <td>MB</td> <td>8 a 12 cm</td> <td>SC</td> <td>25 cm</td> </tr> <tr> <td>ZA</td> <td>25 a 30 cm</td> <td>ZA</td> <td>25 a 30 cm</td> <td>SC</td> <td>22 cm</td> </tr> <tr> <td>ZN</td> <td>20 a 25 cm</td> <td>ZN</td> <td>20 cm</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Explanada de baja calidad</p> | | | | | | MB | 5 a 18 cm | MB | 8 a 12 cm | SC | 25 cm | ZA | 25 a 30 cm | ZA | 25 a 30 cm | SC | 22 cm | ZN | 20 a 25 cm | ZN | 20 cm | | |
| MB | 5 a 18 cm | MB | 8 a 12 cm | SC | 25 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZA | 25 a 30 cm | ZA | 25 a 30 cm | SC | 22 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZN | 20 a 25 cm | ZN | 20 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>MB</td> <td>5 o TS a 15 cm</td> <td>MB</td> <td>8 a 12 cm</td> <td>SC</td> <td>22 cm</td> </tr> <tr> <td>ZA</td> <td>25 a 30 cm</td> <td>ZA</td> <td>25 a 30 cm</td> <td>SC</td> <td>22 cm</td> </tr> </table> <p>Explanada de alta calidad</p> | | | | | | MB | 5 o TS a 15 cm | MB | 8 a 12 cm | SC | 22 cm | ZA | 25 a 30 cm | ZA | 25 a 30 cm | SC | 22 cm | | | | | | |
| MB | 5 o TS a 15 cm | MB | 8 a 12 cm | SC | 22 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZA | 25 a 30 cm | ZA | 25 a 30 cm | SC | 22 cm | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| INSTRUCCIÓN 2002 y 2003 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------|----|------------|----|------------|----|-----------|----|-----------|----|------------|----|------------|----|------------|----|------------|
| <table border="1"> <tr> <td>MB</td> <td>5 a 20 cm</td> <td>MB</td> <td>5 a 15 cm</td> <td>SC</td> <td>25 a 30 cm</td> </tr> <tr> <td>ZA</td> <td>35 a 40 cm</td> <td>ZA</td> <td>25 a 30 cm</td> <td>SC</td> <td>20 a 22 cm</td> </tr> </table> <p>Explanada de baja calidad</p> | | | | | | MB | 5 a 20 cm | MB | 5 a 15 cm | SC | 25 a 30 cm | ZA | 35 a 40 cm | ZA | 25 a 30 cm | SC | 20 a 22 cm |
| MB | 5 a 20 cm | MB | 5 a 15 cm | SC | 25 a 30 cm | | | | | | | | | | | | |
| ZA | 35 a 40 cm | ZA | 25 a 30 cm | SC | 20 a 22 cm | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>MB</td> <td>5 a 16 cm</td> <td>MB</td> <td>5 a 12 cm</td> <td>SC</td> <td>20 a 22 cm</td> </tr> <tr> <td>ZA</td> <td>20 a 25 cm</td> <td>ZA</td> <td>20 a 25 cm</td> <td>SC</td> <td>20 a 22 cm</td> </tr> </table> <p>Explanada de alta calidad</p> | | | | | | MB | 5 a 16 cm | MB | 5 a 12 cm | SC | 20 a 22 cm | ZA | 20 a 25 cm | ZA | 20 a 25 cm | SC | 20 a 22 cm |
| MB | 5 a 16 cm | MB | 5 a 12 cm | SC | 20 a 22 cm | | | | | | | | | | | | |
| ZA | 20 a 25 cm | ZA | 20 a 25 cm | SC | 20 a 22 cm | | | | | | | | | | | | |

| ANDALUCIA | | | PAÍS VASCO | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------------------------------------|------------|--|--|------------|---|--|--|----|-----------|----|------------|----|------------|
| Para tráfico T3 | | Para tráfico T4 | | | | | | | | | | | | | |
| Para capa de rodadura | | MAF + LB, TS (riego con gravillas) | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td>MBC</td> <td>GE, ZA, SC</td> </tr> </table> <p>CIMENTO DEL FIRME (a diseñar según la Instrucción)</p> | | | MBC | | | GE, ZA, SC | <table border="1"> <tr> <td>MB</td> <td>5 a 17 cm</td> <td>MB</td> <td>10 a 14 cm</td> </tr> <tr> <td>ZA</td> <td>25 a 40 cm</td> <td>SC</td> <td>25 a 30 cm</td> </tr> </table> <p>Explanada de tipo medio</p> | | | MB | 5 a 17 cm | MB | 10 a 14 cm | ZA | 25 a 40 cm |
| MBC | GE, ZA, SC | | | | | | | | | | | | | | |
| MB | 5 a 17 cm | MB | 10 a 14 cm | | | | | | | | | | | | |
| ZA | 25 a 40 cm | SC | 25 a 30 cm | | | | | | | | | | | | |
| <p>Los espesores de las capas vienen determinados por el cálculo analítico del firme según la Instrucción</p> | | | | | | | | | | | | | | | |

| ARAGON | | | COMUNIDAD VALENCIANA | | |
|---------------------------|--------------|----|----------------------|----|---------------|
| MB | 5 a 18 cm | MB | 5 a 20 cm | MB | 12 a 14 cm |
| ZA | 40 cm | SC | 30 cm | SC | 20 a 25 cm |
| Explanada de baja calidad | | | | | |
| Explanada de baja calidad | | | | | |
| MB | 5 a 16 cm | MB | 5 a 11 cm | MB | 10 cm |
| ZA | 15 cm | SC | 22 cm | SC | 20 cm |
| Explanada de alta calidad | | | | | |
| Explanada de alta calidad | | | | | |

| CASTILLA Y LEON | | | EXTREMADURA | | |
|---------------------------|------------------|----|---------------|----|---------------|
| MB | 5 a 20 cm | MB | 5 a 16 cm | MB | 5 a 15 cm |
| ZN + ZA | 40 A 50 cm | SC | 18 a 30 cm | SC | 18 a 22 cm |
| Explanada de baja calidad | | | | | |
| Explanada de alta calidad | | | | | |
| MB | 5 a 16 cm | MB | 5 a 15 cm | MB | 5 a 12 cm |
| ZA | 20 a 25 cm | SC | 18 a 22 cm | SC | 20 a 22 cm |
| Explanada de alta calidad | | | | | |
| Explanada de alta calidad | | | | | |

ANEXO 2

Fichas para la caracterización de los deterioros

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 01 RODERAS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



Descripción del deterioro:

Las roderas son deformaciones plásticas, en la capa de rodadura, formando depresiones longitudinales del firme, originadas por el paso de los vehículos en el sentido de circulación y coincidente con las zonas de rodada. La deformación permanente generada se manifiesta generalmente por una fluencia lateral del material bituminoso.

Causas del deterioro:

Las roderas se producen a consecuencia de factores como son densidad del tráfico y altas temperaturas, combinados con un diseño deficiente de la mezcla bituminosa empleada.

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

Los deterioros asociados a las roderas afectan al usuario y a la vía de alguna o de todas las maneras siguientes:

- *La irregularidad de la superficie provoca que en la conducción, especialmente a altas velocidades, pueda haber una pérdida de adherencia e incluso contacto del neumático y el pavimento. Riesgo de pérdida de control y salida de la vía.*
- *La presencia de agua en las zonas bajas de la deformación puede provocar fenómenos de hidroplaneo e incluso formarse hielo en ciertas épocas.*
- *Las irregularidades de la superficie de rodadura hacen que la conducción sea incomoda por los balanceos del vehículo y ruidos por los desplazamientos verticales. Especialmente para vehículos de dos ruedas.*

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de longitud del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Profundidad de la rodera, medida como la distancia entre el punto más alto y el más bajo de la rodera, en cm.

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | INTENSIDAD | | | | |
|---|---------------|-------------|------------|----|------------|-------------------------------|--|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición | |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe | |
| 1 | Escasa | % < 15 | | 1 | Ligera | Profundidad < 1,5 cm | |
| 2 | Media | 15 < % < 30 | | 2 | Media | 1,5 cm < Profundidad < 3,5 cm | |
| 3 | Frecuente | 30 < % < 60 | | 3 | Importante | 3,5 cm < Profundidad < 5 cm | |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | Profundidad > 5 cm | |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: **02 HUNDIMIENTOS**

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Son diferencias de nivel localizadas en la rasante de la carretera o superficie de rodadura. Los desniveles pueden ser importantes y bruscos, formándose un escalonamiento en la calzada.

Causas del deterioro:

Este deterioro suele producirse por errores en el proceso de diseño o en el constructivo, como los siguientes:

- *Falta de compactación de las capas asfálticas o de las capas inferiores.*
- *Deterioros localizados por defectos en el drenaje.*
- *Fallos localizados en terraplenes.*
- *Mal funcionamiento de las conexiones con las obras de fábrica (losas de transición, bloques técnicos, ...).*
- *Fallos no previstos en el terreno natural.*

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los hundimientos incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- *Pérdida de la adherencia neumático-pavimento.*
- *Pérdida de control de la dirección del vehículo.*
- *Acumulación de agua en momentos de lluvia, que puede provocar hidroplaneo.*
- *Suelen provocar movimientos bruscos y frenazos inesperados del conductor favoreciendo la accidentabilidad.*
- *Este deterioro provoca un daño en la vía y daños en los vehículos.*

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada.

INTENSIDAD: Profundidad en la zona de máximo hundimiento medida en cm.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|-------------|------------|------------|-------------------------------|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | Profundidad < 1 cm |
| 2 | Media | 10 < % < 30 | 2 | Media | 1 cm < Profundidad < 3,5 cm |
| 3 | Frecuente | 30 < % < 60 | 3 | Importante | 3,5 cm < Profundidad < 5,5 cm |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | 4 | Muy grave | Profundidad > 5,5 cm |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 03 BLANDONES

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

El blandón se produce por una pérdida de la capacidad portante del firme por fallo de las capas inferiores del mismo. En la capa de rodadura se manifiesta por un asiento localizado importante.

Causas del deterioro:

Este deterioro se produce por la acción aislada o conjunta de algunos de los siguientes factores:

- *Presencia de agua en las capas inferiores del firme o la explanada, debido a un drenaje deficiente o entrada de agua masiva por rotura de canalizaciones, en el caso de vías urbanas.*
- *Materiales usados en estas capas inferiores demasiado plásticos, presencia de arcillas.*
- *Mala ejecución de las mismas, construidas con materiales heterogéneos o mal compactados.*
- *Pérdida de la capacidad soporte de la explanada o de la sub-base por agotamiento.*

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los blandones incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Produce el deterioro inmediato de todas las capas del firme y, en caso de no corregirse inmediatamente, supone una nueva vía de entrada de agua al conjunto del firme pudiendo provocar mayores deterioros en otras zonas del firme de la carretera.
- La zona del firme afectada pierde las características superficiales y la capacidad estructural, ocasionando la incomodidad del usuario y pudiendo suponer un peligro para la seguridad vial.
- Provoca el hundimiento localizado de la calzada que resulta especialmente peligroso para los usuarios por la acumulación de agua, en días de lluvia, en especial para los vehículos de dos ruedas.

Este deterioro debe repararse puntualmente y de forma inmediata una vez que se ha detectado en la carretera.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: Número de blandones en el tramo (N).

INTENSIDAD: % de superficie, dentro del tramo, afectada por los blandones.

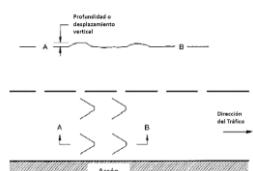
Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|----------------|------------|------------|-------------------|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | $N \leq 1$ | 1 | Ligera | $\% \leq 5$ |
| 2 | Media | $1 < N \leq 2$ | 2 | Media | $5 < \% \leq 15$ |
| 3 | Frecuente | $2 < N \leq 4$ | 3 | Importante | $15 < \% \leq 30$ |
| 4 | Muy frecuente | $5 \leq N$ | 4 | Muy grave | $\% > 30$ |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 04 ONDULACIONES

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Son deformaciones del perfil longitudinal, en forma de ondas transversales al eje de la vía, paralelas y regulares, con crestas y valles regularmente espaciados a distancias cortas o muy próximas.

Se pueden clasificar de la forma siguiente:

a) Ondulaciones secuenciales

- *Ondulaciones de onda muy corta (centimétrica) y de poca profundidad.*
- *Ondulaciones de onda corta (decimétrica)*
- *Ondulaciones de onda media (desde varios decímetros hasta 1,5 metros) y de profundidad ya acusada.*

b) Ondulaciones aisladas o arrollamientos

Son ondulaciones que se presentan en forma de onda transversal muy acusada, aislada, como un arrollamiento.

Causas del deterioro:

a) Originadas en la construcción o a edades muy tempranas.

En este grupo están las ondulaciones de onda corta o muy corta, de baja severidad, poco profundas, en general tienen su origen en la etapa de construcción del firme.

b) Ondulaciones formadas después de la puesta en servicio. Suelen estar causadas por:

- *La acción del tráfico, asociadas a zonas de frenado o aceleración brusca.*
- *Circulación lenta de vehículos pesados en rampas. Zonas de frenado en intersecciones o glorietas, especialmente en curvas.*

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a una ondulación incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Cualquiera de los tipos de ondulaciones descritas afectan al confort en la circulación del usuario, desde leves vibraciones hasta situaciones de afección a la seguridad en los casos de ondulaciones más severas.
- Las **ondulaciones de onda más larga y las aisladas o arrollamientos**, producen en los usuarios efectos similares a las de onda corta y afectan a la regularidad superficial con deterioro de los valores del IRI y reducen la durabilidad del firme.
- En todos los casos y en presencia de lluvia, se pueden formar charcos de agua afectando a la seguridad vial.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectado por las ondulaciones.

INTENSIDAD: Medida de la profundidad de ondulación, entre cresta y seno, expresada en cm (ver gráfico incluido en las FOTOS).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | INTENSIDAD | | | |
|---|---------------|-------------|------------|----|------------|-------------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 15 | | 1 | Ligera | Profundidad < 1,5 cm |
| 2 | Media | 15 < % < 30 | | 2 | Media | 1,5 cm < Profundidad < 3,0 cm |
| 3 | Frecuente | 30 < % < 60 | | 3 | Importante | 3,0 cm < Profundidad < 4,5 cm |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | Profundidad > 4,5 cm |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 05 GRIETAS ESTRUCTURALES (*Piel de cocodrilo*)

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro se caracteriza por la aparición en la superficie del firme de una serie de grietas interconectadas en forma de malla. El tamaño de los bloques de la malla indica el grado de evolución del deterioro. Cuanto menor es, mayor es la evolución del deterioro.

La malla también se conoce como "*piel de cocodrilo*".

Causas del deterioro:

La repetición de cargas producidas por el tráfico puede ocasionar el agotamiento estructural de las capas inferiores del firme, produciéndose su rotura.

El inicio del deterioro suele comenzar en la cara inferior de la capa bituminosa más profunda o, si existe, en una capa tratada con un conglomerante hidráulico. Es donde se producen los mayores esfuerzos de tracción en el firme.

Si la rotura por fatiga se produce en alguna capa granular, suele aparecer una deformación vertical que se transmite hasta la superficie de rodadura.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las grietas estructurales incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- En estado avanzado favorece el despegue de las capas de mezcla bituminosa y, como consecuencia, el desprendimiento de parte de los pequeños bloques formados.
- Este desprendimiento supone un peligro para la circulación al poder ser proyectados contra otros vehículos, al tiempo que puede suponer una situación de riesgo para la conducción cuando el tamaño de la superficie desprendida es de dimensiones considerables.
- Un grado avanzado de este deterioro puede dar lugar a la formación de otro distinto denominado "BACHE", que en época de lluvia por acumulación de agua, puede facilitar la formación de charcos.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Anchura de la grieta medida en mm (se considera una anchura media predominante).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | INTENSIDAD | | | |
|---|---------------|-------------|------------|----|------------|---------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 15 | | 1 | Ligera | Anchura < 1,0 mm |
| 2 | Media | 15 < % < 35 | | 2 | Media | 1,0 mm < Anchura < 2,0 mm |
| 3 | Frecuente | 35 < % < 60 | | 3 | Importante | 2,0 mm < Anchura < 3,0 mm |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | Anchura > 3,0 mm |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 06 GRIETAS REFLEJADAS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



Descripción del deterioro:

La grieta reflejada es aquella que progresa a través del paquete de mezclas bituminosas como continuación de una fisura preexistente en la capa de apoyo, pudiendo ser ésta de capas bituminosas fisuradas o bien de capas tratadas con conglomerantes hidráulicos (cemento), que se denominarán CTCH. Estas grietas facilitan la entrada de agua a las capas inferiores del firme, que facilita el deterioro estructural del mismo. Con el paso del tiempo las grietas reflejadas van degradándose en los bordes, perdiendo material y pueden llegar a formar pequeños baches.

Causas del deterioro:

La retracción hidráulica posfraguado de los materiales tratados con conglomerantes hidráulicos y los cambios térmicos en esas capas hacen que estos materiales estén sometidos a tensiones de tracción y compresión alternativa, a la vez que a fenómenos de alabeo debidos al gradiente térmico vertical entre caras superior e inferior de la losa. Ello lleva a que, si se supera la resistencia a tracción del material, se fisuren. Cuando en un firme hay capas bituminosas agrietadas y se realiza un refuerzo mediante nuevas capas bituminosas sobre las capas envejecidas, las grietas existentes pueden reflejarse a través de las nuevas capas.

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las grietas reflejadas incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Una grieta en la capa de rodadura supone siempre una discontinuidad en la adherencia del neumático y el pavimento, que puede agravarse con presencia de agua en superficie, especialmente para los vehículos de dos ruedas.
- Afecta al confort del usuario por la percepción de un ruido periódico al pasar el vehículo sobre las grietas reflejadas.
- Los bordes de las grietas pueden deteriorarse por el paso de los vehículos, incluso con pérdida de material, que supone un aumento del ruido y se ve afectada la comodidad y seguridad de los usuarios por la formación de baches al perder material el borde de la grieta.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Anchura de la grieta medida en mm (se considera una anchura media predominante).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|---|---------------|-------------|----------|------------|------------|---------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 15 | | 1 | Ligera | Anchura < 1,0 mm |
| 2 | Media | 15 < % < 35 | | 2 | Media | 1,0 mm < Anchura < 2,0 mm |
| 3 | Frecuente | 35 < % < 60 | | 3 | Importante | 2,0 mm < Anchura < 3,0 mm |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | Anchura > 3,0 mm |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

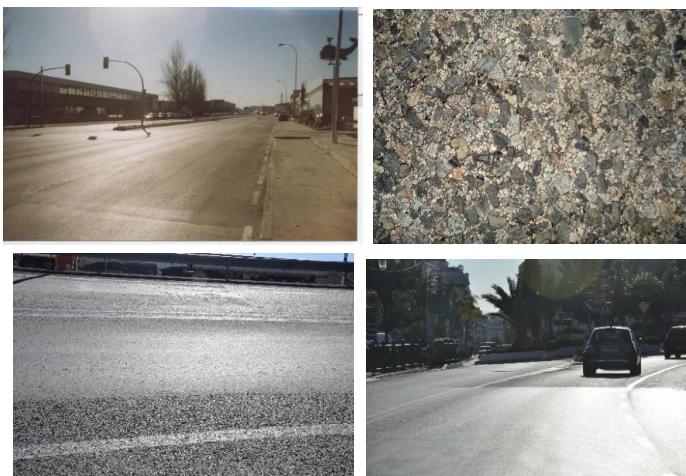
Denominación del deterioro: 07 GRIETAS GENERALIZADAS SIN DEFORMACIÓN

| FOTOS ORIENTATIVAS (*) | Descripción del deterioro: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|------------|------------|---------------------------|--|--|----|------------|----------|----|------------|----------|---|-----------|-----------|---|-----------|-----------|---|--------|--------|---|--------|------------------|---|-------|-------------|---|-------|---------------------------|---|-----------|-------------|---|------------|---------------------------|---|---------------|--------|---|-----------|------------------|
|   | <p>Estas grietas se caracterizan por ser generalmente longitudinales y rectilíneas, aunque con alguna pequeña sinuosidad, aparecen en la capa de rodadura y se propagan hacia abajo, denominándose también fisuración descendente o Top-Down Cracking (en inglés), situándose normalmente a ambos lados de las rodadas de los vehículos pesados. En una segunda fase aparecen algunas fisuras transversales entre las grietas longitudinales, pudiendo llegar a aparecer una fisuración generalizada del pavimento. En este tipo de grietas, no hay deformación superficial.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|   | <p>Causas del deterioro:</p> <p>Esta patología se suele producir por una combinación de baja resistencia o capacidad de deformarse a esfuerzos de tracción de la mezcla bituminosa de la capa de rodadura y por la aparición de esfuerzos de tracción en la superficie del firme.</p> <p>Cuando la capa de rodadura no está adherida a la siguiente capa, suelen aparecer este tipo de grietas.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>El deterioro asociado a las grietas generalizadas sin deformación incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> La presencia superficial de este tipo de grietas facilita la entrada de agua en el firme, lo que supone una pérdida de capacidad estructural del conjunto y puede llegar a afectar incluso a la explanada del mismo. Si el agrietamiento se generaliza, pueden producirse pequeños desprendimientos de material en las zonas deterioradas, con la aparición de BACHES y los consiguientes riesgos para la vía y el usuario. La rodadura sobre este pavimento es incómoda, ruidosa y puede resultar incluso peligrosa en época de lluvia por la acumulación de agua en la superficie de rodadura. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Criterios para evaluar el deterioro:</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>INTENSIDAD: Anchura de la grieta medida en mm (se considera una anchura media predominante).</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Cuantificación del deterioro:</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">FRECUENCIA</th> <th colspan="3">INTENSIDAD</th> </tr> <tr> <th>Nº</th> <th>Valoración</th> <th>medición</th> <th>Nº</th> <th>valoración</th> <th>medición</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>No existe</td> <td>No existe</td> <td>0</td> <td>No existe</td> <td>No existe</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Escasa</td> <td>% < 15</td> <td>1</td> <td>Ligera</td> <td>Anchura < 1,0 mm</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Media</td> <td>15 < % < 35</td> <td>2</td> <td>Media</td> <td>1,0 mm < Anchura < 2,0 mm</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Frecuente</td> <td>35 < % < 60</td> <td>3</td> <td>Importante</td> <td>2,0 mm < Anchura < 3,0 mm</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Muy frecuente</td> <td>% > 60</td> <td>4</td> <td>Muy grave</td> <td>Anchura > 3,0 mm</td> </tr> </tbody> </table> | | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición | 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | 1 | Escasa | % < 15 | 1 | Ligera | Anchura < 1,0 mm | 2 | Media | 15 < % < 35 | 2 | Media | 1,0 mm < Anchura < 2,0 mm | 3 | Frecuente | 35 < % < 60 | 3 | Importante | 2,0 mm < Anchura < 3,0 mm | 4 | Muy frecuente | % > 60 | 4 | Muy grave | Anchura > 3,0 mm |
| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Escasa | % < 15 | 1 | Ligera | Anchura < 1,0 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Media | 15 < % < 35 | 2 | Media | 1,0 mm < Anchura < 2,0 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Frecuente | 35 < % < 60 | 3 | Importante | 2,0 mm < Anchura < 3,0 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | 4 | Muy grave | Anchura > 3,0 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 08 PAVIMENTOS DESLIZANTES

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro se manifiesta por la pérdida de la resistencia al deslizamiento de la capa de rodadura.

Causas del deterioro:

Un pavimento puede volverse deslizante por alguna de las siguientes causas, por separado o combinadas entre sí:

- **Pulimento excesivo de los áridos.**
- **Granulometría de la mezcla muy cerrada, dando como resultado una textura lisa o poco rugosa.**
- **Drenaje superficial de la mezcla bituminosa de rodadura insuficiente o defectuoso.**
- **Pérdida de la textura superficial de la mezcla bituminosa utilizada en la capa de rodadura (betún blando, incrustación del árido grueso, etc.).**

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a un pavimento deslizante incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Pérdida de adherencia entre neumático y pavimento afectando a la seguridad vial, especialmente con pavimento mojado y a alta velocidad. Se puede producir el hidroplaneo, propiciando un posible accidente por salida de la calzada o por alcance a otro vehículo.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Medida del CRT (transversal) o del CRL (longitudinal), ambos mediante aparatos específicos para su evaluación: SCRIM (CRT), PÉNDULO DE FRICCIÓN Y GRIP TESTER (CRL).

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | | | | |
|---------------|-------------|----|------------|-------------------|----|------------|-------------------|--|
| Valoración | medición | Nº | valoración | medición | Nº | valoración | medición | |
| No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | |
| Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | 0,55 ≥ CRT > 0,45 | 1 | Ligera | 0,60 ≥ CRL > 0,50 | |
| Media | 10 < % < 30 | 2 | Media | 0,45 ≥ CRT > 0,40 | 2 | Media | 0,50 ≥ CRL > 0,45 | |
| Frecuente | 30 < % < 60 | 3 | Importante | 0,40 ≥ CRT > 0,35 | 3 | Importante | 0,45 ≥ CRL > 0,40 | |
| Muy frecuente | % > 60 | 4 | Muy grave | 0,35 ≥ CRT | 4 | Muy grave | 0,40 ≥ CRL | |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 09 DESCARNADURAS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Las descarnaduras se caracterizan por la pérdida de áridos en la mezcla bituminosa de la capa de rodadura y que es detectable a simple vista.

Causas del deterioro:

Esta patología se produce por alguna de estas causas:

- Falta de adhesividad árido/betún.
- Betún muy envejecido.
- Dosificación baja de ligante en la mezcla.
- Falta de compactación de la mezcla bituminosa puesta en obra o compactación a temperatura insuficiente.
- Tamaño máximo del árido inadecuado para el espesor de capa.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las descarnaduras incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- En su fase inicial, la influencia en la seguridad vial para los vehículos no es significativa, afecta exclusivamente al confort. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el desprendimiento de árido de la mezcla puede provocar proyecciones que afectarán tanto a los vehículos como a los peatones. La afección puede ser especialmente grave para los vehículos de dos ruedas por riesgo de deslizamiento sobre el árido desprendido.
- Con el tiempo este deterioro puede evolucionar y formarse otro tipo de deterioro denominado PELADURAS.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: % de pérdida del espesor de la capa (medido mediante regla horizontal apoyada en la zona no deteriorada. Se considera un espesor medio representativo por tramo).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | INTENSIDAD | | | |
|---|---------------|-------------|------------|------------|-----------------------------|-----------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 20 | 1 | Ligera | 20 < % perdida espesor < 40 | |
| 2 | Media | 20 < % < 40 | 2 | Media | 20 < % perdida espesor < 40 | |
| 3 | Frecuente | 40 < % < 60 | 3 | Importante | 40 < % perdida espesor < 60 | |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | 4 | Muy grave | % perdida espesor > 60 | |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 10 PELADURAS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Es la pérdida de la capa de rodadura que se produce generalmente de manera aislada en alguna zona del pavimento de una calzada.

Se distingue de las descarnaduras, que en este caso también se llega a perder la capa de rodadura en alguna zona localizada y porque en las peladuras, la mezcla bituminosa alrededor de la misma, se mantiene en buen estado.

Se produce en capas de rodadura bituminosas muy delgadas, especialmente cuando son tratamientos superficiales.

Causas del deterioro:

Las peladuras se suelen producir por una o varias de las causas siguientes:

- Inadecuado diseño de la técnica y tipo de mezcla empleada para la fabricación de la capa de rodadura en relación al tráfico de la vía.
- Deficiente preparación del soporte a tratar, por falta de limpieza, mal saneamiento o deficiente riego de adherencia.
- Envejecimiento prematuro del producto bituminoso utilizado.
- Mala adherencia entre la capa de rodadura muy delgada y la superficie sobre la que se apoya (por ejemplo de hormigón).

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las peladuras incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- En general este tipo de patología tiene poca incidencia en la comodidad y seguridad del usuario, solo puede haber algún problema con lluvia por la acumulación de agua en la peladura y el consiguiente riesgo de hidroplaneo.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Profundidad de la peladura en cm.

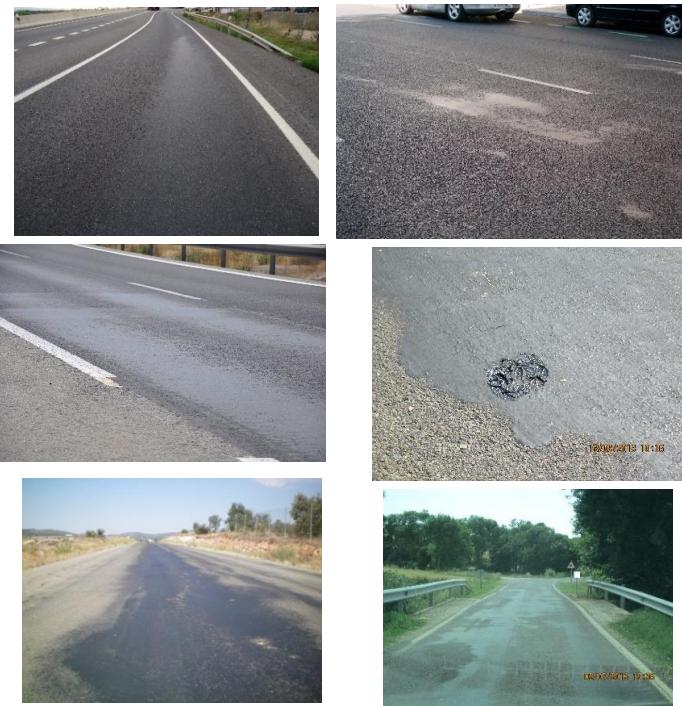
Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | INTENSIDAD | | | |
|---|---------------|-------------|------------|----|------------|--|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | | 1 | Ligera | Profundidad \leq 1 cm |
| 2 | Media | 10 < % < 20 | | 2 | Media | 1 cm < Profundidad < 2 cm |
| 3 | Frecuente | 20 < % < 30 | | 3 | Importante | 2 cm < Profundidad < 2,5 cm |
| 4 | Muy frecuente | % > 30 | | 4 | Muy grave | Profundidad > 2,5 cm (en este caso debe tratarse como si fuese un bache) |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 11 EXUDACIONES DE LIGANTE

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro consiste en la afloración superficial de betún o de mástico en la capa de rodadura del firme de una carretera, creando una película superficial deslizante, de aspecto brillante y sin textura.

Causas del deterioro:

Las exudaciones aparecen en la superficie del pavimento por alguna de las causas siguientes:

- *Sobredosificación del ligante bituminoso.*
- *Defecto en el diseño de la mezcla (bajo contenido de huecos en la mezcla).*
- *Utilización de betunes no adecuados a la zona térmica (betunes blandos).*
- *Excesiva dotación del riego de adherencia.*
- *Deficiente adhesividad árido-ligante (aglutinación de ligante libre).*
- *Utilización de productos antiadherentes inadecuados (gasóleo y derivados del petróleo).*
- *Derrame de solventes.*

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

Este deterioro puede causar los siguientes problemas en la vía y en los usuarios:

- *Disminuye la resistencia al deslizamiento reduciendo la seguridad de los usuarios, agravándose en condiciones de lluvia.*
- *Pérdida de características estructurales incluso degradación prematura del pavimento, por falta de homogeneidad en el reparto del ligante dentro de la mezcla bituminosa.*
- *Formación de roderas por deformación plástica debido al exceso de ligante en la mezcla.*

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Dentro de la zona con exudaciones, % superficie exudada.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|-------------|------------|------------|--------------------------------|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | % superficie exudada < 15 |
| 2 | Media | 10 < % < 20 | 2 | Media | 15 < % superficie exudada < 30 |
| 3 | Frecuente | 20 < % < 30 | 3 | Importante | 30 < % superficie exudada < 45 |
| 4 | Muy frecuente | % > 30 | 4 | Muy grave | % superficie exudada > 45 |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 12 BACHES

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro consiste en una cavidad localizada, con cierta profundidad, producida en el firme de una carretera, de forma irregular y de diferentes tamaños.

Causas del deterioro:

Este deterioro se produce por diferentes causas según en qué etapa se produzca. Así, se pueden distinguir:

a) Causas relacionadas con el estado estructural del firme.

Puede ser la consecuencia final de la evolución de otros deterioros. Por ejemplo, la piel de cocodrilo.

b) Causas relacionadas con la fabricación de la mezcla bituminosa.

Un inadecuado proceso de fabricación de una mezcla bituminosa puede provocar la aparición de baches. Masas de mezcla segregadas, o muy frías, o con betún muy envejecido, o pequeñas masas de áridos inadecuados.

c) Causas relacionadas con la puesta en obra.

- o *Un defectuoso drenaje.*
- o *Falta de compactación de la mezcla.*
- o *Zonas con poco espesor.*
- o *Problemas en el riego de adherencia.*

d) Causas externas al proceso de asfaltado.

Deterioros producidos por algún accidente de tráfico o vandalismo, por derrames de aceites o carburantes y que no han sido saneados de forma adecuada.

Por el propio proceso de envejecimiento de la mezcla que ocurre durante su vida en servicio.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los baches incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Un bache en una carretera, según su tamaño, puede afectar de manera importante a la seguridad vial de los usuarios, tanto al intentar esquivarlo como si se pisa, con riesgo de perder el control del vehículo y de sufrir daño en las llantas o en los neumáticos. Este riesgo es mayor para los vehículos de dos ruedas.
- Este deterioro se inicia en la capa de rodadura, con el tiempo aumenta su tamaño y puede llegar a afectar a las capas inferiores del firme por entrada de agua a través del bache.

Este deterioro debe repararse puntualmente y de forma inmediata una vez que se ha detectado en la carretera.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: Número de baches en el tramo afectado por el deterioro (N).

INTENSIDAD: Profundidad del bache medido en cm (se toma un valor medio y representativo en cada tramo).

Cuantificación del deterioro:

| RECUENCIA | | | INTENSIDAD | |
|---------------|----------------|----|------------|---|
| Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| Escasa | $N \leq 2$ | 1 | Ligera | $Profundidad \leq 2 \text{ cm.}$ |
| Media | $2 < N \leq 4$ | 2 | Media | $2 \text{ cm} < Profundidad \leq 3 \text{ cm.}$ |
| Frecuente | $4 < N \leq 6$ | 3 | Importante | $3 \text{ cm} < Profundidad \leq 4 \text{ cm.}$ |
| Muy frecuente | $N > 6$ | 4 | Muy grave | $Profundidad > 4 \text{ cm.}$ |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 13 SURGENCIAS DE AGUA Y FINOS

| FOTOS ORIENTATIVAS (*) | Descripción del deterioro: |
|--|---|
|  | <p>Este deterioro consiste en el afloramiento en la superficie de la carretera, o de los viales urbanos, de agua y finos, generalmente de mala calidad, procedentes de las capas inferiores a la de rodadura. Aunque en la superficie de la carretera se pueden presentar agua, finos o una combinación de ambos, (barro), lo usual es que la surgencia sea de agua que en su ascenso arrastra finos; posteriormente este agua puede o no evaporarse dejando en la superficie barro o solo finos.</p> <p>Lo habitual es que este deterioro concorra con otros, como son fisuraciones, agrietamientos, hundimientos, cordones laterales, baches, etc. Esta conjunción de deterioros importa a la hora de determinar las causas del mismo.</p> |
|  | <p>Causas del deterioro: Para que se pueda producir este deterioro es necesario que aparezcan las circunstancias siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua bajo la capa de rodadura. • Posibilidad de ascensión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Fisuras, grietas. ○ Roturas. ○ Porosidad. <p>Además de ello, para que surjan finos, es necesaria la presencia o exceso de material fino en las capas granulares, zahorras o terraplén del firme. Dependiendo de cómo el agua ha llegado a estas capas inferiores a la de rodadura y de dónde proceden las surgencias, se tienen distintas causas y, consecuentemente, distintos tratamientos de reparación.</p> |

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a la surgencia de agua y finos incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- La presencia de agua y finos de mala calidad provoca una pérdida de la capacidad portante del firme y su consiguiente y rápido deterioro.
- La presencia de agua, finos o la combinación de ambos (barro) en la superficie del firme, afecta a la seguridad vial, especialmente de los vehículos de dos ruedas.
- El deterioro superficial que provoca la presencia de surgencias de agua y finos, puede producir un deterioro del firme, con la formación de grietas y el desprendimiento de partículas más gruesas que podrían proyectarse sobre otros vehículos o los peatones.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Dentro de la zona afectada, % de la superficie con surgencias.

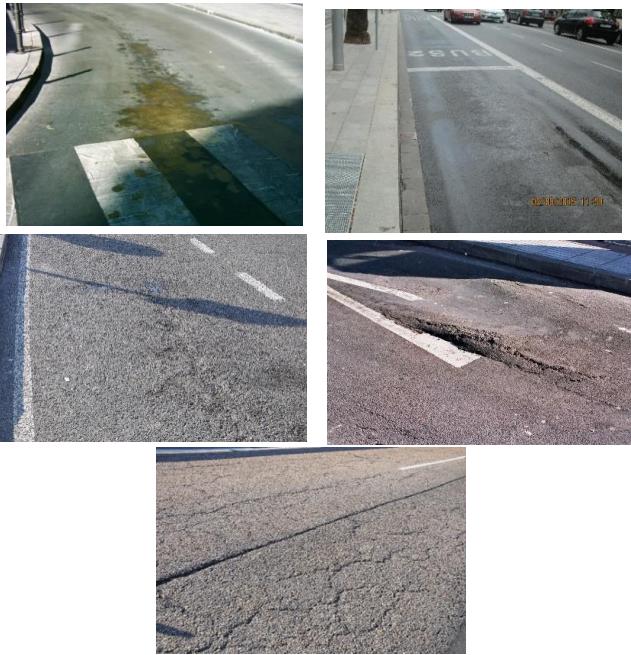
Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | INTENSIDAD | | | |
|---|---------------|-------------|------------|----|------------|---------------------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | | 1 | Ligera | % superficie con surgencias < 10 |
| 2 | Media | 10 < % < 25 | | 2 | Media | 10 < % superficie con surgencias < 20 |
| 3 | Frecuente | 25 < % < 35 | | 3 | Importante | 20 < % superficie con surgencias < 30 |
| 4 | Muy frecuente | % > 35 | | 4 | Muy grave | 30 < % superficie con surgencias |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 14 VERTIDOS SUPERFICIALES

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



Envejecimiento por vertido de sales y bajas temperaturas.

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro incluye los distintos problemas que aparecen en la superficie de un firme cuando se produce, sobre el mismo, el vertido de determinados productos que afectan a su integridad y características. Se consideran como vertidos superficiales que producen esta patología sobre la superficie de un firme a aquellos vertidos de líquidos o productos sólidos que modifican sus características. Los derrames de hidrocarburos (combustibles, carburantes y lubricantes) y los vertidos de sales fundentes para nieve o hielo, son los que afectan principalmente al deterioro de firmes con pavimentos bituminosos.

Causas del deterioro:

Con respecto a los hidrocarburos, modifican la estructura coloidal del ligante, que se traduce en un reblandecimiento del betún tanto a nivel de penetración como de anillo-bola. Disminuye e incluso desaparece el poder conglomerante del ligante, se produce un descubrimiento del árido y su posible desprendimiento de la mezcla bituminosa.

En relación a las sales fundentes, en combinación con el agua disminuye la adhesividad pasiva de la mezcla provocando descarnaduras en el pavimento. Asimismo, debido al aceleramiento del proceso de oxidación del ligante bituminoso, provocan un exceso de fragilidad y pérdida de flexibilidad con la consecuente facilidad de agrietamiento del firme.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los vertidos superficiales incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Influencia en la comodidad y seguridad del usuario.
- Si no se toman medidas de conservación y mantenimiento, la desintegración de la mezcla bituminosa con el paso de los vehículos será mayor y esto originará otros desperfectos en el firme (especialmente deformaciones) que pueden afectar de forma significativa en la seguridad vial.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: % de la superficie afectada, que presenta vertidos superficiales.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|-------------|------------|------------|--|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | % superficie real con vertidos ≤ 7 |
| 2 | Media | 10 < % < 20 | 2 | Media | 7 < % superficie real con vertidos ≤ 15 |
| 3 | Frecuente | 20 < % < 30 | 3 | Importante | 15 < % superficie real con vertidos ≤ 22 |
| 4 | Muy frecuente | % > 30 | 4 | Muy grave | 22 < % superficie real con vertidos |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 15 ARCÉN EN MAL ESTADO

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS

Descripción del deterioro:

Este tipo de deterioro se produce cuando el arcén, en alguna zona o en toda la carretera, es impracticable por encontrarse en mal estado, es insuficiente o es inexistente, no permitiendo circular o estacionar en él en cualquiera de los casos en que está permitido.

Causas del deterioro:

Este deterioro se debe a distintas razones:

- Presencia de suciedad, elementos u obstáculos, debido a una deficiente conservación y mantenimiento de la vía.
- Pavimentación en mal estado.
- Deterioro de los bordes del firme (mordientes), por roturas y pérdidas del mismo en zonas del mordiente del firme.
- Agrietamientos longitudinales del firme, por asentamientos post-constructivos en los rellenos (terraplenes), o en el terreno natural de apoyo.
- Anchura de arcén insuficiente o inexistente.
- Invasión del arcén por la vegetación.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a un arcén en mal estado incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- La afección principal es al usuario de la vía al no poder cumplir las funciones que tiene un arcén dentro de la carretera. Por ser insuficiente o inexistente, o por encontrarse en mal estado, no se dispone de espacio suficiente para la detención ocasional de los vehículos en caso de necesidad o avería, desaparece el margen de seguridad que supone ante pérdidas del control del vehículo o adelantamientos inadecuados, se dificulta la circulación de vehículos lentos y de servicios de emergencia, se complican las obras de conservación, etc.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de longitud del arcén del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Tipo y nivel de afección al arcén.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|-------------|------------|------------|--|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | Solo daños en el mordiente. Arcén en buen estado y practicable |
| 2 | Media | 10 < % < 25 | 2 | Media | Arcén dañado, practicable con precaución. |
| 3 | Frecuente | 25 < % < 40 | 3 | Importante | Igual al anterior y daños apreciables en el mordiente. |
| 4 | Muy frecuente | % > 40 | 4 | Muy grave | Arcén impracticable o inexistente. |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 16 ESCALONES

| FOTOS ORIENTATIVAS (*) | Descripción del deterioro: |
|--|--|
|   Hundimiento | <p>Este deterioro consiste en una deformación puntual y vertical de la vía (hacia arriba o hacia abajo) que provoca desplazamientos puntuales y verticales del vehículo, bien por impacto directo de los neumáticos o bien por caída. Cuando la deformación no es vertical y puntual, se debe analizar como un deterioro de HUNDIMIENTO. Se incluye una foto de este segundo deterioro para distinguirlos.</p> |
| <p data-bbox="168 1001 851 1028">(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.</p> | <p>Causas del deterioro:</p> <p>Las causas más normales y frecuentes de este deterioro son las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <i>Mala ejecución en obra.</i> <i>Asentamiento localizado de las capas inferiores.</i> <i>Inicio o final de una estructura.</i> <i>Zanja localizada mal reconstruida, que sufre un asentamiento posterior.</i> <i>Rotura de obras de fábrica interiores del firme</i> <p>No siempre es fácil de apreciar este deterioro a simple vista, pero bien mediante la medición de Índice de Regularidad Internacional (IRI) o circulando sobre la vía, es posible su localización.</p> |

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los escalones incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Este deterioro afecta a la seguridad del usuario de manera creciente con la evolución del mismo en el tiempo, al provocar desplazamientos y variaciones de la trayectoria no deseadas del vehículo, con reducción de la estabilidad del mismo, que en determinadas condiciones pueden provocar un accidente o colisión con otro.
- El impacto del vehículo en el desplazamiento vertical sobre el firme produce una carga dinámica elevada que puede afectar, cuando se repite de forma continuada, a la vida útil del firme.

Este deterioro debe repararse puntualmente y de forma inmediata una vez que se ha detectado en la carretera.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: Número de escalones en el tramo considerado.

INTENSIDAD: Profundidad o altura del escalón en cm. (considerar una altura media representativa).

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | |
|---------------|------------|----|------------|---|
| Valoración | Medición | Nº | Valoración | Medición |
| No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| Escasa | N = 1 | 1 | Ligera | Profundidad o altura \leq 1 cm |
| Media | N = 2 | 2 | Media | 1 cm < Profundidad o altura \leq 2,5 cm |
| Frecuente | N = 3 | 3 | Importante | 2,5 cm < Profundidad o altura \leq 4 cm |
| Muy frecuente | N \geq 4 | 4 | Muy grave | Profundidad > 4 cm |

ANEXO 3

**Fichas para la toma de datos en la inspección visual.
Calculo de los Índices IED e IEC**

Todas las Tablas incluidas en este Anexo aparecen como una imagen de los originales, que son tablas en formato Excel, para facilitar su inclusión en el Documento. Los originales están en un archivo en formato Excel.

| | |
|---|---------|
| Carretera: | |
| Denominación: | |
| Provincia: | |
| Fecha: | |
| Oficial inspección: | |
| PK inicial: | |
| PK final: | |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | |
| Nº de subtramos en inspección: | 0 |
| Longitud total TRAMO (m): | 0 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | #DIV/0! |

Hoja de DATOS (Figura 5.1)

| Deterioros | Valoración (P) |
|-----------------------|----------------|
| Grietas reflejadas | 1 |
| Ondulaciones | 1 |
| Vertidos | 1 |
| Escalones | 2 |
| Descarnaduras | 2 |
| Surgencias | 2 |
| Peladuras | 2 |
| Exudaciones | 2 |
| Grietas generalizadas | 3 |
| Hundimientos | 3 |
| Blandones | 3 |
| Baches | 3 |
| Grietas estructurales | 4 |
| Roderas | 4 |
| Arcén en mal estado | 4 |
| Pavimento deslizante | 5 |

Relación de Deterioros y su Valoración (P)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

$$IED = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

CALCULO DE SUMA DE RI

#####

11

11

11

11

Impreso para la realización de la inspección visual y cálculo del Índice de Estado del Piso (IEP)

(Figura 6.1)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | 0 | Carretera: | 0 | TRAMO: | | | |
|------------------------|-------|------------|-----------|--|--|-------------------------|---|
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | 00/01/1900 | Tomado por: | 0 |
| DETERIOROS | | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO (Figura nº 9) | ACTUACION RECOMENDADA (Figura nº 9) | PROPIUESTA DE ACTUACION | |
| Grietas reflejadas | 1 | | | | | | |
| Ondulaciones | 1 | | | | | | |
| Vertidos | 1 | | | | | | |
| Escalones | 2 | | | | | | |
| Descarnaduras | 2 | | | | | | |
| Surgencias | 2 | | | | | | |
| Peladuras | 2 | | | | | | |
| Exudaciones | 2 | | | | | | |
| Grietas generalizadas | 3 | | | | | | |
| Hundimientos | 3 | | | | | | |
| Blandones | 3 | | | | | | |
| Baches | 3 | | | | | | |
| Grietas estructurales | 4 | | | | | | |
| Roderas | 4 | | | | | | |
| Arcen en mal estado | 4 | | | | | | |
| Pavimentos deslizantes | 5 | | | | | | |

Tabla resumen de los valores de IED obtenidos en un tramo de carretera (Figura 8)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| | | | | | |
|----------------------------|-------|------------|---|--------------------------|------------------------|
| Provincia: | 0 | Carretera: | 0 | TRAMO: | |
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | 00/01/1900 Tomado por: |
| DETERIOROS (nombre) | | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | |
| | | 1 | | 0,00 | |
| | | 1 | | 0,00 | |
| | | 1 | | 0,00 | |

| | | | |
|----------------------------|----------|---|--------------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 2 | | 0,00 |

| | | | |
|----------------------------|----------|---|--------------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 3 | | 0,00 |

| | | | |
|----------------------------|----------|---|--------------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |

| | | | |
|----------------------------|----------|---|--------------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| Pavimento deslizante | 5 | | 0,00 |

Tabla de los valores de IED para el cálculo del IED_{medio} aplicable en el cálculo del IEC (Figura 10)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

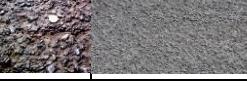
TABLA DE CALCULO DEL VALOR DEL IEC DE LA CARRETERA. PARA UNO O VARIOS TRAMOS.

| Provincia: | 0 | Carretera: | | 0 | | | | | | | |
|--|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|------|
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | | 00/01/1900 | Tomado por: | | 0 | | |
| Pi | TRAMO 1 | | TRAMO 2 | | TRAMO 3 | | TRAMO 4 | | TRAMO 5 | | |
| | IED _{medioi} | IED _{medioi x P_i} | |
| 1 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| 2 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| 3 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| 4 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| 5 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | | | | | |
| SUMAS | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | 0,00 |
| $((\sum IED_i \times P_i) / 15) =$ | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | SUMA |
| CF TRM (de cada tramo) = | | | | | | | | | | | 0,00 |
| $((\sum IED_i \times P_i) / 15) \times CF$ TRM (de cada tramo) = | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| CALCULO FINAL DEL IEC DE LA CARRETERA = | | | | | | | | | 0,00 | | |

Cálculo del Índice de Estado de la Carretera (IEC) (Figura 11)

ANEXO 4

Soluciones técnicas para la reparación de los deterioros

| PATOLOGÍA | DESCRIPCIÓN | FOTOS ORIENTATIVAS | SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO | OTRAS SOLUCIONES TÉCNICAS |
|---------------------------------------|--|---|---|--|--|---------------------------|
| Roderas | Deformación plástica permanente y longitudinal de la capa de rodadura, producida por el paso de las ruedas. |  | Fresado y reposición con MBF o MBT | Fresado zona y capas afectadas. Reposición MBC o MBSC en las capas inferiores tipo AC y del mismo tipo que la existente en la capa de rodadura. Empleo MAM en zonas con problemas repetitivos. | 1.- Fresado y refuerzo delgado de hormigón. 2.- Reciclado con cemento + rodadura bituminosa (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB/PH) | |
| Hundimientos | Diferencias de nivel en la superficie de la calzada. Si estos son importantes, pueden generar desniveles importantes, con escalonamiento. |  | Depende de las causas: 1.- Fresado y reposición con MBF o MBT 2.- Regularización con GE+ Rodadura (MBF/MBT/TSRG/Microf o LB) 3.- RE+Rodadura (MBF/MBT/TSRG/Microf o LB) | Regularización con MBC o MBSC tipos AC, BBTM A, SMA. Si el hundimiento es importante puede ser necesaria la aplicación de capa intermedia + capa de rodadura. | Depende de las causas: 1.- Fresado y refuerzo delgado de hormigón o 2.- reciclado con cemento del firme (si es debido a la base o subbase) + rodadura bituminosa | |
| Blandones | Asiento localizado de la superficie de la vía, perfectamente perceptible. Se debe a una pérdida de la capacidad portante producida por un fallo en capas inferiores. |  | Según dimensiones, saneo con retirada de materiales contaminados de la base del firme: 1.-GE+ Rodadura (MBF/MBT/TSRG/Microf o LB) 2.-Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/MBT/TSRG/Microf o LB) | Saneo de la zona y capas afectadas. Reposición con MBC o MBSC de las capas inferiores y para la capa de rodadura la misma mezcla existente, si es posible. | Si son muchos, reciclado con cemento de la base, la subbase o explanada en su caso + rodadura bituminosa (MBF/ MBT/TSRG/ /Microf o LB/PH). | |
| Ondulaciones | Deformaciones en forma de ondas transversales paralelas y regulares del perfil longitudinal, regularmente espaciados. |  | 1.- Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB) 2.- Regularización con MBF o MBT+ Rodadura(MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB) | Regularización con MBC o MBSC + capa de rodadura (MBC o MBSC, tipos AC, BBTM A, SMA, AUTL) | 1.- Fresado y refuerzo delgado de hormigón o 2.- reciclado con cemento del firme (si es debido a la base o subbase) + rodadura bituminosa | Microfresado |
| Grietas Estructurales | Grieta que aparece por agotamiento estructural del firme. Este tipo de grietas también se conoce como "piel de cocodrilo" |  | 1.- Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB) 2.- Microf-8 o LB si no son grietas generalizadas 3.- TSRG Las soluciones 2 y 3 se pueden utilizar en niveles iniciales de estas grietas (sin deformaciones) | Reciclado in situ con emulsión o fresado y reposición zonas agotadas. Aplicación MBC o MBSC tipo AC en capas inferiores. En capa de rodadura emplear, si es posible, mismo tipo de mezcla existente. | Reciclado con cemento de la base +rodadura bituminosa (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB/PH). | |
| Grietas Reflejadas | Grieta que aparece en la superficie del firme como consecuencia de una fisura preexistente en capas inferiores. |  | Un tratamiento bicapa con microaglomerado (Microf-5+Microf8/ LB-4+LB-2) o TSRG | Sellado de grietas y fisuras. Aplicación MBC tipo SMA, BBTM A ó AUTL | | |
| Grietas Generalizadas sin deformación | Grietas normalmente longitudinales que aparecen generalmente a ambos lados de la rodada pudiendo ir acompañadas de deformación superficial. Este tipo de grieta se genera en superficie y evoluciona hacia capas inferiores. |  | Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB) | Fresado y reposición con MBC ó MBSC tipo AC ó SMA | Reciclado con cemento + rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB/PH) | |
| Pavimentos Deslizantes | Son aquellos que han perdido su adherencia por falta de micro y/o macrotextura. |  | Microaglomerado en Frío tipo Microf-8 o LB-2 TSRG | Aplicación MBC tipo BBTM A, BBTM B ó AUTL | 1.- Reciclado con cemento + rodadura (MBF/ MBT/TSRG/ /Microf o LB/PH). 2.- Fresado y refuerzo delgado de hormigón. | |
| Descarnaduras | Pérdida de los materiales que constituyen de la capa de rodadura de manera generalizada. |  | Microaglomerados en Frío tipo bicapa (Microf-5+Microf 8 o LB4+LB2) | Aplicación MBC tipo BBTM A, BBTM B ó AUTL | Si son constantes por todo el pavimento, refuerzo delgado de hormigón | |

| PATOLOGÍA | DESCRIPCIÓN | FOTOS ORIENTATIVAS | SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO | OTRAS SOLUCIONES TÉCNICAS |
|---------------------|--|---|--|---|--|--|
| Peladuras | Pérdida de los materiales que constituyen de la capa de rodadura de manera aislada en alguna zona del pavimento. Se distingue de las descarnaduras en que la mezcla bituminosa alrededor de la peladura se mantiene en buen estado. Si la peladura se ha producido por un defecto en la capa de apoyo (suciedad, grietas, etc.), antes de cualquier actuación se deberá corregir el defecto en la capa de apoyo. |   | 1.- Microaglomerados en Frío tipo bicapa (Microf 5+Microf 8 o LB4+LB2 => Husos variables según profundidad de la peladura) 2.-Microaglomerado en frío o lechadas monocapa 3.- TSRG | Aplicación MBC tipo BBTM A, BBTM B ó AUTL | | |
| Exudaciones | Afloración superficial de betún o deástico en la capa de rodadura del firme de una carretera, creando una película superficial deslizante, brillante y sin textura. |   | 1.- TSRG preengravillado 2.- Microf/LB con mucha gravilla | Fresado o Microfresado zona exudada. Reposición con MBC, MBSC, BBTM A, BBTM B, SMA o AUTL en función del espesor fresado. | | Microfresado |
| Baches | Oquedades localizadas producidas en la superficie de una carretera. Suelen tener cierta profundidad. |   | 1.- Saneo y MBF en las zonas bacheadas y como capa de rodadura un micro o TSRG (en función del tipo de tráfico) 2.- TSRG | Saneo del bache y aplicación de MBC o MBSC tipo AC. | | |
| Surgencias | Afloramiento de agua y finos en superficie procedentes de capas inferiores. |   | 1.- Actuar en cunetas 2.- Reciclado en frío con emulsión +rodadura de lechada, TSRG o MBC 3.- TSRG | Reciclado in situ con emulsión o fresado y reposición zonas agotadas. Aplicación MBC o MBSC tipo AC en capas inferiores. En capa de rodadura emplear, si es posible, mismo tipo de mezcla existente. | | Possiblemente mejorando los drenajes fuera suficiente (cuneta revestida, drenaje longitudinal..) |
| Vertidos | Derrame de un producto sobre la carretera que puede afectar a la integridad y características del firme. |   | Fresado para eliminar el vertido y reposición de mezcla en frío y capa de rodadura que puede ser lechada, TSRG o MBC | Fresado zona afectada por el vertido (considerando todo el espesor afectado). Reposición MBC o MBSC en las capas inferiores tipo AC y del mismo tipo que la existente en la capa de rodadura. Empleo betún resistente a carburantes en zonas con problemas repetitivos. | | |
| Arcén en mal estado | Se produce cuando su anchura es insuficiente o no lo hay, obstruyendo la fluidez y seguridad de la circulación. |   | 1. - MBF 2.- Recrecimiento del arcén con el empleo de una grava emulsión o MBF o MBT | Construcción arcen con MBC o MBSC tipo AC. Bacheo mordiente en mal estado con MBC o MBSC tipo AC. | Reciclado con cemento del arcén + rodadura bituminosa igual a la de la calzada | |
| Escalones | Sobreelevación localizada en la vía, sobre la que se circula, provocando desplazamientos verticales del vehículo, en el momento de alcanzar el punto donde se encuentra la patología, bien por impacto directo de los neumáticos o bien por caída del vehículo. |   | 1.- Cuña con MBF/MBT 2.- Si es una patología concreta fresar y reponer con MBF y a continuación capa de rodadura uniforme en toda la calzada (MBF/MBT/TSRG/ Microf o LB) | Regularización con MBC o MBSC tipos AC, BBTM A, SMA. Si el hundimiento es importante puede ser necesaria la aplicación de capa intermedia + capa de rodadura. | | |

Levenda

MBF= Mezcla Bituminosa en Frío

MBT= Mezcla Bituminosa Templada

TSRG= Tratamiento Superficial de Riego con Gravilla

Microf= Microaglomerado en Frío

LB= Lechada Bituminosa

GE= Gravaemulsión

RE= Reciclado con emulsión

MBC= Mezcla Bituminosa en caliente

MBSC= Mezcla Bituminosa Semicaliente

PH= Pavimento de Hormigon

Soluciones propuestas de actuación para cada deterioro. Técnicas más adecuadas.

ANEXO 5

Desarrollo práctico de la Metodología

DESARROLLO PRÁCTICO DE LA METODOLOGIA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO DEL FIRME EN UNA CARRETERA DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO (BIT) A PARTIR DE SU INSPECCION VISUAL. PROPUESTA DE POSIBLES ACTUACIONES DE CONSERVACION DEL FIRME MEDIANTE SOLUCIONES TECNICAS SOSTENIBLES

1.- INFORMACION INICIAL DE LA CARRETERA

Una vez elegida una carretera BIT para realizar la inspección visual del firme, es conveniente disponer la mayor información posible sobre sus características. Como mínimo deben tenerse los datos siguientes:

- *Longitud.*
- *Sección transversal (ancho de la plataforma, ancho de la calzada y ancho de los arcenes si existen). ¿Es homogénea esta sección en toda la carretera?. Si hay distintas secciones definirlas y longitud de cada tramo diferente.*
- *Sección estructural del firme existente. ¿Es homogénea esta sección en toda la carretera?. Si hay distintas secciones definirlas y longitud de cada tramo.*
- *En cada tramo se define un coeficiente de tramo (CF TRM) como el cociente de su longitud entre la longitud total de la carretera. La suma de los CF TRM de todos los tramos de la carretera deberá ser igual a 1.*

Los datos se recogen en una tabla (figura 4 de la METODOLOGIA) como la que se adjunta a continuación.

| DATOS INFORMATIVOS DE LA CARRETERA BIT | |
|--|--------------------------------------|
| DENOMINACION: | ADMON: |
| Longitud total de la carretera: | |
| ¿HAY TRAMOS CON SECCION DIFERENTE?: | ¿CUANTOS?: |
| TRAMO 1 | |
| Longitud (en metros) = | |
| Coeficiente del tramo (CF TRM 1) = | |
| Ancho de la plataforma (en metros) = | |
| Ancho de la calzada (en metros) = | |
| Ancho de arcenes (en metros) = | |
| SECCION ESTRUCTURAL DEL FIRME EN TRAMO 1 | |
| DENOMINACION | ESPESOR Y MATERIAL QUE LO CONSTITUYE |
| | • |
| | • |
| | • |
| | • |

(para otros tramos repetir aquí la zona sombreada tantas veces como tramos haya)

2.- INSPECCION VISUAL DEL FIRME DE LA CARRETERA

A continuación se procede a la realización, en la carretera, de la inspección visual de la misma siguiendo los pasos siguientes:

- *Se tramifica la carretera por secciones homogéneas (TRAMOS), considerando tanto las distintas secciones geométricas como estructurales.*
- *Cada tramo se considera y analiza de forma independiente.*
- *El paso siguiente consiste en dividir cada tramo a inspeccionar en subtramos de 200 metros de longitud. Obteniéndose un número N de subtramos. Si resulta un número decimal, se redondea siempre al número entero superior.*
- *Para la realización de las inspecciones visuales se consideran el 40% del total de subtramos N obtenidos al dividir la carretera. En ningún caso el número de subtramos a inspeccionar podrá ser inferior a 10. Cuando el número resultante del cálculo sea inferior a este valor (por la corta longitud del tramo a inspeccionar), se tomará este valor mínimo indicado (10).*
- *Para definir en cada carretera o sección (TRAMO) el subtramo donde se inicia la inspección se establece que: cuando la longitud total del tramo sea igual o inferior a 5 km, el subtramo inicial será elegido aleatoriamente uno de los 3 primeros subtramos dentro del primer kilómetro; cuando la longitud del tramo sea superior a 5 km, el primer subtramo será elegido aleatoriamente dentro del primer kilómetro del tramo a inspeccionar.*
- *A su vez, en el subtramo de 200 m, se elegirá una zona de inspección de 50 m en el que se realizará la inspección visual de los deterioros (este tramo de 50 m tendrá la misma ubicación relativa en todos los subtramos a inspeccionar). Es decir, se deberá definir si se eligen los primeros, los segundos, los terceros o los cuartos 50 m del subtramo de 200 m elegido.*
- *Con todos estos pasos queda perfectamente definido, en cada carretera o sección a inspeccionar, el número de subtramos a inspeccionar, la ubicación del primer subtramo a inspeccionar y de la primera zona de inspección de 50 metros y del resto de zonas donde se realiza la inspección.*
- *A continuación, y con estos datos, se rellena el impreso de identificación de la carretera (figuras 5.1 de la METODOLOGIA):*

| | |
|---|----------|
| Carretera: | |
| Denominación: | |
| Provincia: | |
| Fecha: | |
| Oficial inspección: | |
| PK inicial: | |
| PK final: | |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | |
| Nº de subtramos en inspección: | 0 |
| Longitud total TRAMO (m): | 0 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | #¡DIV/0! |

- *Para cada tramo o carretera a inspeccionar se determinarán los deterioros significativos existentes en el mismo. En el Anexo 2 de la METODOLOGIA se incluyen las fichas correspondientes a los posibles deterioros que se consideran.*
- *En cada una de las zonas de inspección de 50 metros seleccionadas en la carretera, se tomará nota de los correspondientes valores de la FRECUENCIA y la INTENSIDAD (según se indica en la ficha del deterioro correspondiente) en la ficha de la Figura 6.1 (EVALUACION VISUAL GENERAL DE DETERIOROS) de la METODOLOGIA, que se recoge a continuación.*

Para cada tramo que se haya considerado como sección diferente en la carretera, se rellenará una ficha distinta.

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

$$IED = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

- *Al final de la columna correspondiente a cada deterioro aparece un valor numérico correspondiente al denominado INDICE DE ESTADO DEL DETERIORO (IED).*

Para cada tramo inspeccionado se obtendrá un valor del IED correspondiente a cada uno de los deterioros considerados en cada uno de los tramos estudiados.

3.- VALORACION DEL ESTADO DEL FIRME

Los pasos siguientes se realizan ya en oficina y tienen como objetivo definir el tipo de actuación más recomendable (caso de que sea necesaria).

Con estos valores del IED obtenidos, se puede confeccionar una Tabla informativa (figura 8 de la METODOLOGIA) con los distintos deterioros analizados y los valores para cada deterioro y en cada TRAMO de los considerados.

Comparando los valores del IED obtenidos con los que aparecen en la tabla de la Figura 9 de la METODOLOGIA, es posible determinar el estado de la carretera para el deterioro analizado y en el tramo inicialmente elegido, y la necesidad o no de realizar actuaciones de conservación y el tipo de la misma (preventiva o curativa) recomendable.

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | 0 | Carretera: | 0 | | TRAMO: | | |
|------------------------|-------|------------|--|-------------------------------------|-------------------------|-------------|---|
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | 00/01/1900 | Tomado por: | 0 |
| DETERIOROS | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO (Figura nº 9) | ACTUACION RECOMENDADA (Figura nº 9) | PROPIUESTA DE ACTUACION | | |
| Grietas reflejadas | 1 | | | | | | |
| Ondulaciones | 1 | | | | | | |
| Vertidos | 1 | | | | | | |
| Escalones | 2 | | | | | | |
| Descarnaduras | 2 | | | | | | |
| Surgencias | 2 | | | | | | |
| Peladuras | 2 | | | | | | |
| Exudaciones | 2 | | | | | | |
| Grietas generalizadas | 3 | | | | | | |
| Hundimientos | 3 | | | | | | |
| Blandones | 3 | | | | | | |
| Baches | 3 | | | | | | |
| Grietas estructurales | 4 | | | | | | |
| Roderas | 4 | | | | | | |
| Arcen en mal estado | 4 | | | | | | |
| Pavimentos deslizantes | 5 | | | | | | |

(Figura 8 de la METODOLOGIA)

| Índice de Estado del Deterioro (IED) | ESTADO DE LA CARRETERA PARA EL DETERIORO ANALIZADO | ACTUACION |
|--------------------------------------|--|--|
| 0 – 18 | BUENO | |
| 18,01 – 37 | BUENO REGULAR | Actuaciones de conservación preventiva |
| 37,01 – 57 | REGULAR | Recomendable actuar |
| 57,01 – 78 | REGULAR MALO | Necesidad de actuar (conservación curativa) |
| 78,01 – 100 | MALO | |

(Figura 9 de la METODOLOGIA)

El proceso continua de la forma siguiente:

- *En primer lugar se analizará el valor del IED obtenido y la clasificación de la carretera dentro de la Red de carreteras BIT de la Administración correspondiente, de manera que a igualdad de valores del IED para dos carreteras, será prioritario actuar en la carretera más importante dentro de la clasificación existente.*
- *Es importante dentro de cualquier actuación de conservación del firme, analizar el estado del cimiento y del drenaje, procediendo a su mejora previa si es necesario.*
- *Cuando las capas inferiores del firme son deficientes (cimiento en mal estado o contaminado), las actuaciones de renovación superficial o las actuaciones de refuerzo del firme, no deben realizarse sin mejorar previamente las capas inferiores en mal estado. Solamente cuando la seguridad vial este gravemente afectada y no exista posibilidad a corto y medio plazo de mejorar el firme, se podría hacer una actuación de renovación superficial de emergencia.*
- *El deterioro denominado FIRMES DESLIZANTES afecta claramente a la seguridad del usuario. Cuando se presente este deterioro y se haya determinado su existencia real mediante ensayos de auscultación para determinar el CRT o el CRL del TRAMO inspeccionado, se debe actuar lo antes posible en la carretera para su corrección y mejora.*

4.- VALORACION DEL ESTADO DE LA CARRETERA

- *A continuación se determina el denominado INDICE DE ESTADO DE LA CARRETERA (IEC) según se describe en el apartado 5.5 y utilizando los impresos que aparecen en las figuras 10 y 11 de la METODOLOGIA.*

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| | | | | | |
|---------------------|-------|------------|---------------------------------|-------------------|------------------------|
| Provincia: | 0 | Carretera: | 0 | TRAMO: | |
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | 00/01/1900 Tomado por: |
| DETERIOROS (nombre) | | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | |
| | | 1 | | 0,00 | |
| | | 1 | | 0,00 | |
| | | 1 | | 0,00 | |

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 3 | | 0,00 |
| | 3 | | 0,00 |
| | 3 | | 0,00 |
| | 3 | | 0,00 |

| | | | |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |

| | | | |
|----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
| Pavimento deslizante | 5 | | 0,00 |

(Figura 10 de la METODOLOGIA)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE CALCULO DEL VALOR DE LA IEC DE LA CARRETERA. PARA UNO O VARIOS TRAMOS.

| Provincia: | 0 | | Carretera: | | 0 | | | | | |
|--|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| PK de : | 0,000 | a | 0,000 | Fecha: | | 00/01/1900 | Tomado por: | | 0 | |
| Pi | TRAMO 1 | | TRAMO 2 | | TRAMO 3 | | TRAMO 4 | | TRAMO 5 | |
| | IED _{medioi} | IED _{medioi x P_i} |
| 1 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 2 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 3 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 4 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| 5 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| | | | | | | | | | | |
| SUMAS | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| ((\sumIED_i x P_i) /15)= | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| CF TRM (de cada tramo) = | | | | | | | | | | 0,00 |
| ((\sumIED_i x P_i) /15)x CF TRM (de cada tramo)= | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 |
| CALCULO FINAL DEL IEC DE LA CARRETERA = | | | | | | | | | 0,00 | |

(Figura 11 de la METODOLOGIA)

- *El valor del IEC obtenido servirá para valorar la evolución anual o bienal (según la periodicidad de la inspección visual realizada) de la carretera respecto a los años anteriores. En función de esta evolución del IEC tendremos información sobre el estado del firme de la carretera inspeccionada, la eficacia o no de las actuaciones de conservación realizadas para mejorar los deterioros existentes y la evolución general del firme.*
- *Por último y una vez evaluado el estado de la carretera mediante los Índices IED de los deterioros existentes y determinado que es necesario actuar para la conservación de la misma, se han planteado tres grupos distintos de posibles actuaciones técnicas para cada tipo de deterioro, en base a los distintos conglomerantes habitualmente utilizados para la pavimentación de las carreteras, y que son los siguientes:*
 - **SOLUCIONES TECNICAS CON EMULSION BITUMINOSA**
 - **SOLUCIONES TECNICAS CON BETUN ASFALTICO**
 - **SOLUCIONES TECNICAS CON CEMENTO.**

- *En una tabla incluida en el Anexo 4 de la METODOLOGIA se han enumerado los 16 deterioros que se han considerado para las carreteras BIT y se han enumerado las posibles soluciones para cada una de las técnicas descritas.*
- *En principio desde este Documento no se propugna ninguna solución como la mejor y queda al criterio y experiencia del Ingeniero responsable de la conservación de la carretera la elección de la solución más adecuada técnica, económica y medioambientalmente.*
- *En el caso de haber TRAMOS diferentes en la carretera, es recomendable elegir una solución aplicable a la totalidad de la carretera o la mayor parte de su longitud.*

EJEMPLOS DE DESARROLLO PRÁCTICO DE LA METODOLOGIA

DESARROLLO PRÁCTICO DE LA METODOLOGIA. EJEMPLO 1.

En este primer ejemplo vamos a considerar una carretera BIT de una Diputación Provincial que tiene una sección homogénea (tanto en cuanto a sus características geométricas como estructurales). Los datos se recogen en la tabla siguiente (figura 4 de la METODOLOGIA):

| DATOS INFORMATIVOS DE LA CARRETERA BIT | |
|---|---|
| DENOMINACION: BIT 1001 | ADMON: DIPUTACION P |
| Longitud total de la carretera: 14.850 metros | |
| ¿HAY TRAMOS CON SECCION DIFERENTE?: NO | ¿CUANTOS?: 1 |
| TRAMO 1 | |
| Longitud (en metros) = | 14.850 |
| Coeficiente del tramo (CF TRM 1) = | 1,00 |
| Ancho de la plataforma (en metros) = | 6,00 |
| Ancho de la calzada (en metros) = | 5,00 |
| Ancho de arcenes (en metros) = | 0,50 |
| SECCION ESTRUCTURAL DEL FIRME EN TRAMO 1 | |
| DENOMINACION | ESPESOR Y MATERIAL QUE LO CONSTITUYE |
| RODADURA | <ul style="list-style-type: none"> Tratamiento superficial mediante triple riego con gravillas. |
| BASE | <ul style="list-style-type: none"> 25 a 30 cm (variable) de zahorra artificial de buena calidad. |
| EXPLANADA | <ul style="list-style-type: none"> Terreno natural de buena calidad. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • |

2.- INSPECCION VISUAL DEL FIRME DE LA CARRETERA

A continuación se procede a la realización, en la carretera, de la inspección visual de la misma siguiendo los pasos siguientes:

- *Se tramifica la carretera en secciones homogéneas (TRAMOS), considerando tanto las distintas secciones transversales como estructurales. Se obtienen un número "X" de TRAMOS.*

En este caso como la sección tanto estructural como geométricamente es homogénea, se considera un único tramo de inspección (en este caso X = 1).

- *Cada tramo se considerará de forma independiente.*

En este caso solo hay un TRAMO.

- *El paso siguiente consiste en dividir cada tramo a inspeccionar en subtramos de 200 metros de longitud. Obteniéndose un número N de subtramos.*

En este caso $N = 14.850 / 200 = 74,25$. Redondeamos a 75 subtramos.

- *Para la realización de las inspecciones visuales se consideran el 40% del total de subtramos N obtenidos al dividir la carretera. En ningún caso el número de subtramos a inspeccionar podrá ser inferior a 10. Cuando el número resultante del cálculo sea inferior a este valor (por la corta longitud del tramo a inspeccionar), se tomará este valor mínimo indicado (10).*

En este caso el número de subtramos elegidos para inspeccionar será 30, el 40% de N, (75*0,4=30).

- *Para definir en cada carretera o sección (TRAMO) el subtramo donde se inicia la inspección se establece que: cuando la longitud total del tramo sea igual o inferior a 5 km, el subtramo inicial será elegido aleatoriamente uno de los 3 primeros subtramos dentro del primer kilómetro; cuando la longitud del tramo sea superior a 5 km, el primer subtramo será elegido aleatoriamente dentro del primer kilómetro del tramo a inspeccionar.*

En este caso, de forma aleatoria, se elige iniciar la inspección en el subtramo 3 del primer kilómetro, es decir entre el PK 0,400 y PK 0,600.

- *A su vez, en cada subtramo de 200 m, se elegirá una zona de inspección de 50 m en el que se realizará la inspección visual detallada de los deterioros (este tramo de 50 m tendrá la misma ubicación relativa en todos los subtramos a inspeccionar). Es decir, se deberá definir si se eligen los primeros, los segundos, los terceros o los cuartos 50 m del subtramo de 200 m elegido.*

En este caso se elige realizar la inspección en el segundo tramo de 50 m de cada subtramo a inspeccionar. Es decir, la primera zona de inspección está entre el PK 0,450 a PK 0,500.

- *Con todos estos pasos queda perfectamente definido, en cada carretera o sección a inspeccionar, el número de subtramos a inspeccionar, la ubicación de la primera zona a inspeccionar y la del resto de zonas de 50 metros donde se realiza la inspección.*

La ubicación de las demás zonas de inspección, se obtienen de forma automática en la hoja Excel donde se recogen los datos de la inspección visual.

- *A continuación, y con estos datos, se rellena el impreso de identificación de la carretera (figura 5.2 de la METODOLOGIA):*

| | |
|---|--------------------|
| Carretera: | BIT 1001 |
| Denominación: | Tramo de prueba 01 |
| Provincia: | C.T. BIT |
| Fecha: | 15/02/2021 |
| Oficial inspección: | Comité Técnico BIT |
| PK inicial: | 0,000 |
| PK final: | 14,850 |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | 3 |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | 2 |
| Nº de subtramos en inspección: | 30 |
| Longitud total TRAMO (m): | 14850 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | 495 |

- **Para cada tramo a inspeccionar se determinarán los deterioros significativos existentes en el mismo. En el Anexo 2 de la METODOLOGIA se incluyen las fichas correspondientes a los posibles deterioros que se consideran en las carreteras BIT.**

Una vez realizada una primera inspección de la carretera, se han encontrado los deterioros siguientes:

1. *Hay algunas zonas donde se ha perdido la capa de rodadura (tratamiento superficial) dando lugar al deterioro PELADURAS.*
2. *En otras zonas las peladuras han evolucionado perdiéndose parte de la capa de base (zahorra artificial) dando lugar al deterioro BACHES.*
3. *En algunas zonas de la carretera se aprecian problemas de drenaje de fondo, dando lugar al deterioro SURGENCIAS DE AGUA Y FINOS.*
4. *Por último y a lo largo de toda la carretera aparece el deterioro ARCEN EN MAL ESTADO, con anchura insuficiente, pavimentación en mal estado y deterioro del mordiente.*

Las fichas correspondientes a estos 4 deterioros son las siguientes:

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 10 PELADURAS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Es la pérdida de la capa de rodadura que se produce generalmente de manera aislada en alguna zona del pavimento de una calzada. Se distingue de las descamaduras, que en este caso también se llega a perder la capa de rodadura en alguna zona localizada y porque en las peladuras, la mezcla bituminosa alrededor de la misma, se mantiene en buen estado. Se produce en capas de rodadura bituminosas muy delgadas, especialmente cuando son tratamientos superficiales.

Causas del deterioro:

Las peladuras se suelen producir por una o varias de las causas siguientes:

- Inadecuado diseño de la técnica y tipo de mezcla empleada para la fabricación de la capa de rodadura en relación al tráfico de la vía.
- Deficiente preparación del soporte a tratar, por falta de limpieza, mal saneamiento o deficiente riego de adherencia.
- Envejecimiento prematuro del producto bituminoso utilizado.
- Mala adherencia entre la capa de rodadura muy delgada y la superficie sobre la que se apoya (por ejemplo de hormigón).

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las peladuras incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- En general este tipo de patología tiene poca incidencia en la comodidad y seguridad del usuario, solo puede haber algún problema con lluvia por la acumulación de agua en la peladura y el consiguiente riesgo de hidroplaneo.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Profundidad de la peladura en cm.

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|---|---------------|--------------------------|----------|------------|------------|--|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | | 1 | Ligera | Profundidad ≤ 1 cm |
| 2 | Media | 10 < % < 20 | | 2 | Media | 1 cm < Profundidad < 2 cm |
| 3 | Frecuente | 20 < % < 30 | | 3 | Importante | 2 cm < Profundidad < 2,5 cm |
| 4 | Muy frecuente | % > 30 | | 4 | Muy grave | Profundidad > 2,5 cm (en este caso debe tratarse como si fuese un bache) |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: **12 BACHES**

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



Descripción del deterioro:

Este deterioro consiste en una cavidad localizada, con cierta profundidad, producida en el firme de una carretera, de forma irregular y de diferentes tamaños.

Causas del deterioro:

Este deterioro se produce por diferentes causas según en qué etapa se produzca. Así, se pueden distinguir:

a) Causas relacionadas con el estado estructural del firme.

Puede ser la consecuencia final de la evolución de otros deterioros. Por ejemplo, la piel de cocodrilo.

b) Causas relacionadas con la fabricación de la mezcla bituminosa.

Un inadecuado proceso de fabricación de una mezcla bituminosa puede provocar la aparición de baches. Massas de mezcla segregadas, o muy frías, o con betún muy envejecido, o pequeñas masas de áridos inadecuados.

c) Causas relacionadas con la puesta en obra.

o *Un defectuoso drenaje.*

o *Falta de compactación de la mezcla.*

o *Zonas con poco espesor.*

o *Problemas en el riego de adherencia.*

d) Causas externas al proceso de asfaltado.

Deterioros producidos por algún accidente de tráfico o vandalismo, por derrames de aceites o carburantes y que no han sido saneados de forma adecuada.

Por el propio proceso de envejecimiento de la mezcla que ocurre durante su vida en servicio.

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los baches incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Un bache en una carretera, según su tamaño, puede afectar de manera importante a la seguridad vial de los usuarios, tanto al intentar esquivarlo como si se pisa, con riesgo de perder el control del vehículo y de sufrir daño en las llantas o en los neumáticos. Este riesgo es mayor para los vehículos de dos ruedas.
- Este deterioro se inicia en la capa de rodadura, con el tiempo aumenta su tamaño y puede llegar a afectar a las capas inferiores del firme por entrada de agua a través del bache.

Este deterioro debe repararse puntualmente y de forma inmediata una vez que se ha detectado en la carretera.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: Número de baches en el tramo afectado por el deterioro (N).

INTENSIDAD: Profundidad del bache medido en cm (se toma un valor medio y representativo en cada tramo).

Cuantificación del deterioro:

| RECUENCIA | | | INTENSIDAD | |
|---------------|-----------|----|------------|----------------------------|
| Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| Escasa | N ≤ 2 | 1 | Ligera | Profundidad ≤ 2 cm. |
| Media | 2 < N ≤ 4 | 2 | Media | 2 cm < Profundidad ≤ 3 cm. |
| Frecuente | 4 < N ≤ 6 | 3 | Importante | 3 cm < Profundidad ≤ 4 cm. |
| Muy frecuente | N > 6 | 4 | Muy grave | Profundidad > 4 cm. |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 13 SURGENCIAS DE AGUA Y FINOS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro consiste en el afloramiento en la superficie de la carretera, o de los viales urbanos, de agua y finos, generalmente de mala calidad, procedentes de las capas inferiores a la de rodadura. Aunque en la superficie de la carretera se pueden presentar agua, finos o una combinación de ambos, (barro), lo usual es que la surgencia sea de agua que en su ascenso arrastra finos; posteriormente este agua puede o no evaporarse dejando en la superficie barro o solo finos.

Lo habitual es que este deterioro concurre con otros, como son fisuraciones, agrietamientos, hundimientos, cordones laterales, baches, etc. Esta conjunción de deterioros importa a la hora de determinar las causas del mismo.

Causas del deterioro:

Para que se pueda producir este deterioro es necesario que aparezcan las circunstancias siguientes:

- **Agua bajo la capa de rodadura.**
- **Posibilidad de ascensión:**
 - *Fisuras, grietas.*
 - *Roturas.*
 - *Porosidad.*

Además de ello, para que surjan finos, es necesaria la presencia o exceso de material fino en las capas granulares, zahoras o terraplén del firme.

Dependiendo de cómo el agua ha llegado a estas capas inferiores a la de rodadura y de dónde proceden las surgencias, se tienen distintas causas y, consecuentemente, distintos tratamientos de reparación.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a la surgencia de agua y finos incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- La presencia de agua y finos de mala calidad provoca una pérdida de la capacidad portante del firme y su consiguiente y rápido deterioro.
- La presencia de agua, finos o la combinación de ambos (barro) en la superficie del firme, afecta a la seguridad vial, especialmente de los vehículos de dos ruedas.
- El deterioro superficial que provoca la presencia de surgencias de agua y finos, puede producir un deterioro del firme, con la formación de grietas y el desprendimiento de partículas más gruesas que podrían proyectarse sobre otros vehículos o los peatones.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Dentro de la zona afectada, % de la superficie con surgencias.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|-------------|------------|------------|---------------------------------------|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | % superficie con surgencias < 10 |
| 2 | Media | 10 < % < 25 | 2 | Media | 10 < % superficie con surgencias < 20 |
| 3 | Frecuente | 25 < % < 35 | 3 | Importante | 20 < % superficie con surgencias < 30 |
| 4 | Muy frecuente | % > 35 | 4 | Muy grave | 30 < % superficie con surgencias |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: **15 ARCÉN EN MAL ESTADO**

| FOTOS ORIENTATIVAS (*) | Descripción del deterioro: |
|---|--|
|  | <p>Este tipo de deterioro se produce cuando el arcén, en alguna zona o en toda la carretera, es impracticable por encontrarse en mal estado, es insuficiente o es inexistente, no permitiendo circular o estacionar en él en cualquiera de los casos en que está permitido.</p> |
|  | <p>Causas del deterioro:</p> <p>Este deterioro se debe a distintas razones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Presencia de suciedad, elementos u obstáculos, debido a una deficiente conservación y mantenimiento de la vía. Pavimentación en mal estado. Deterioro de los bordes del firme (mordientes), por roturas y pérdidas del mismo en zonas del mordiente del firme. Agrietamientos longitudinales del firme, por asentamientos post-constructivos en los rellenos (terraplenes), o en el terreno natural de apoyo. Anchura de arcén insuficiente o inexistente. Invasión del arcén por la vegetación. |

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a un arcén en mal estado incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- La afección principal es al usuario de la vía al no poder cumplir las funciones que tiene un arcén dentro de la carretera. Por ser insuficiente o inexistente, o por encontrarse en mal estado, no se dispone de espacio suficiente para la detención ocasional de los vehículos en caso de necesidad o avería, desaparece el margen de seguridad que supone ante pérdidas del control del vehículo o adelantamientos inadecuados, se dificulta la circulación de vehículos lentos y de servicios de emergencia, se complican las obras de conservación, etc.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de longitud del arcén del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Tipo y nivel de afección al arcén.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|-------------|------------|------------|--|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | Solo daños en el mordiente. Arcén en buen estado y practicable |
| 2 | Media | 10 < % < 25 | 2 | Media | Arcén dañado, practicable con precaución. |
| 3 | Frecuente | 25 < % < 40 | 3 | Importante | Igual al anterior y daños apreciables en el mordiente. |
| 4 | Muy frecuente | % > 40 | 4 | Muy grave | Arcén impracticable o inexistente. |

- En cada una de las zonas de inspección de 50 metros seleccionadas en la carretera, se tomará nota de los correspondientes valores de la FRECUENCIA y la INTENSIDAD (según se indica en la ficha del deterioro correspondiente) en la ficha de la Figura 6.1 (EVALUACION VISUAL GENERAL DE DETERIOROS) de la METODOLOGIA, que una vez rellenada se obtiene la figura 6.2 de la METODOLOGIA.

En este ejemplo hay un TRAMO único.

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

$$\text{IED} = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

- *Al final de la columna correspondiente a cada deterioro aparece un valor numérico correspondiente al denominado INDICE DE ESTADO DEL DETERIORO (IED).*

Para cada tramo inspeccionado se obtendrá un valor del IED correspondiente a cada uno de los deterioros considerados en cada uno de los tramos estudiados. En este caso es un tramo único.

3.- VALORACION DEL ESTADO DEL FIRME

Los pasos siguientes se realizan ya en oficina y tienen como objetivo definir el tipo de actuación más recomendable (caso de que sea necesaria).

Con estos valores del IED se puede confeccionar una Tabla informativa (figura 8 de la METODOLOGIA) con los distintos deterioros analizados y los valores obtenidos para cada deterioro y en cada TRAMO de los considerados.

Comparando los valores del IED obtenidos con los que aparecen en la tabla de la Figura 9 (que aparece a continuación) de la METODOLOGIA, es posible determinar el estado de la carretera para el deterioro analizado y en el tramo inicialmente elegido, y la necesidad o no de realizar actuaciones de conservación y el tipo de actuación (preventiva o curativa recomendable).

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | C.T. BIT | Carretera: BIT 1001 | | | TRAMO: UNICO | | |
|------------------------|----------|---------------------|--------------|---|-----------------------|-------------------------|--------------------|
| PK de: | 0 | a | 14,850 | Fecha: | 15-2-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT |
| DETERIOROS | | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO | ACTUACION RECOMENDADA | PROPIUESTA DE ACTUACION | |
| Grietas reflejadas | 1 | | | | | | |
| Ondulaciones | 1 | | | | | | |
| Vertidos | 1 | | | | | | |
| Escalones | 2 | | | | | | |
| Descarnaduras | 2 | | | | | | |
| Surgencias | 2 | 10,71 | BUENA | | | | |
| Peladuras | 2 | 10,71 | BUENA | | | | |
| Exudaciones | 2 | | | | | | |
| Grietas generalizadas | 3 | | | | | | |
| Hundimientos | 3 | | | | | | |
| Blandones | 3 | | | | | | |
| Baches | 3 | 8,93 | BUENA | | | | |
| Grietas estructurales | 4 | | | | | | |
| Roderas | 4 | | | | | | |
| Arcen en mal estado | 4 | 91,43 | MALO | Necesidad de actuar (conservación curativa) | | | |
| Pavimentos deslizantes | 5 | | | | | | |

(Figura 8 de la METODOLOGIA)

| Índice de Estado del Deterioro (IED) | ESTADO DE LA CARRETERA PARA EL DETERIORO ANALIZADO | ACTUACION |
|--------------------------------------|--|---|
| 0 – 18 | BUENO | |
| 18,01 – 37 | BUENO REGULAR | Actuaciones de conservación preventiva |
| 37,01 – 57 | REGULAR | Recomendable actuar |
| 57,01 – 78 | REGULAR MALO | Necesidad de actuar |
| 78,01 – 100 | MALO | (conservación curativa) |

(Figura 9 de la METODOLOGIA)

El proceso continua de la forma siguiente:

- *En primer lugar se analizará el valor del IED obtenido y la clasificación de la carretera dentro de la Red de carreteras BIT de la Administración correspondiente, de manera que a igualdad de valores del IED para dos carreteras, será prioritario actuar en la carretera más importante dentro de la clasificación existente.*

De acuerdo con los valores obtenidos del IED para cada deterioro, podemos sacar las conclusiones siguientes:

1. *Respecto a los deterioros PELADURAS, BACHES y SURGENCIAS de momento no es necesario actuar.*
2. *Respecto al deterioro SURGENCIAS sería recomendable, para evitar que vayan a más, tratar de impedir la entrada de agua al firme, mejorando el nivel freático limpiando y profundizando las cunetas en aquellas zonas donde se producen las surgencias.*
3. *Respecto al deterioro ARCEN EN MAL ESTADO, es recomendable realizar actuaciones adecuadas para mejorar el arcén existente. El problema fundamental es su escasa anchura (0,50 metros) y el mal estado del afirmado. Debe estudiarse detenidamente el tipo de actuación recomendable y posible para mejorar el estado de los arcenes.*

De acuerdo con la información inicial de la carretera, las capas inferiores del firme (base y explanada) son materiales de buena calidad y no hay problemas de contaminación por finos arcillosos.

4.- VALORACION DEL ESTADO DE LA CARRETERA

- *A continuación se determina el denominado INDICE DE ESTADO DE LA CARRETERA (IEC) según se describe en el apartado 5.5 y utilizando los impresos que aparecen en las figuras 10 y 11 de la METODOLOGIA.*

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| Provincia: | C.T. BIT | Carretera: | BIT 1001 | | TRAMO: | | |
|----------------------------|----------|------------|---|--------------------------|---------|-------------|--------------------|
| PK de : | 0,000 | a | 14,850 | Fecha: | 15-2-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT |
| DETERIOROS (nombre) | | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | | | |
| | | 1 | | 0 | | | |
| | | 1 | | 0 | | | |
| | | 1 | | 0 | | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Peladuras | 2 | 15,05 | 15,05 |
| Surgencias | 2 | 10,59 | 18,58 |
| | 2 | | |
| | 2 | | |
| | 2 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Baches | 3 | 10,87 | 10,87 |
| | 3 | | |
| | 3 | | |
| | 3 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Arcén mal estado | 4 | 90,64 | 90,64 |
| | 4 | | |
| | 4 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Pavimento deslizante | 5 | | 0,00 |

(Figura 10 de la METODOLOGIA)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE CALCULO DEL VALOR DEL IEC DE LA CARRETERA. PARA UNO O VARIOS TRAMOS.

| Provincia: | C.T. BIT | Carretera: | | BIT 1001 | | | | | | | |
|--|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|------------------------|---|------|
| PK de : | 0,000 | a | 14,850 | Fecha: | | 15-2-21 | | Tomado por: | | Comité Técnico BIT | |
| Pi | TRAMO 1 | | TRAMO 2 | | TRAMO 3 | | TRAMO 4 | | TRAMO 5 | | |
| | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | IED _{medio} i | IED _{medio} i x P _i | |
| 1 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 2 | 18,58 | 37,16 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 3 | 10,87 | 32,61 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 4 | 90,64 | 362,56 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 5 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| | | | | | | | | | | | |
| SUMAS | | 432,33 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| $((\sum IED_i \times P_i) / 15) =$ | | 28,82 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | SUMA |
| CF TRM (de cada tramo) = | | 1,00 | | | | | | | | | 1,00 |
| $((\sum IED_i \times P_i) / 15) \times CF$ TRM (de cada tramo) = | | 28,82 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| CALCULO FINAL DEL IEC DE LA CARRETERA = | | | | | | | | | | 28,82 | |

(Figura 11 de la METODOLOGIA)

- *El valor del IEC obtenido servirá para valorar la evolución anual o bienal (según la periodicidad de la inspección visual realizada) de la carretera respecto a los años anteriores. En función de esta evolución del IEC tendremos información sobre el estado del firme de la carretera inspeccionada, la eficacia o no de las actuaciones de conservación realizadas para mejorar los deterioros existentes y la evolución general del firme.*
- *Por último y una vez evaluado el estado de la carretera mediante los Índices IED de los deterioros existentes y determinado que es necesario actuar para la conservación de la misma, se han planteado tres grupos distintos de posibles actuaciones técnicas para cada tipo de deterioro, en base a los distintos conglomerantes habitualmente utilizados para la pavimentación de las carreteras, y que son los siguientes:*
 - **SOLUCIONES TECNICAS CON EMULSION BITUMINOSA**
 - **SOLUCIONES TECNICAS CON BETUN ASFALTICO**
 - **SOLUCIONES TECNICAS CON CEMENTO.**

En el caso concreto del deterioro ARCEN EN MAL ESTADO las soluciones propuestas en el Anexo 4 para cada una de las técnicas según el tipo de ligante utilizado, son las siguientes:

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO |
|---|---|--|
| 1. - MBF 2.- Recrecimiento del arcén con el empleo de una grava emulsión o MBF o MBT | Construcción arcen con MBC o MBSC tipo AC. Bacheo mordiente en mal estado con MBC o MBSC tipo AC. | Reciclado con cemento del arcén + rodadura bituminosa igual a la de la calzada |

El Ingeniero responsable de la conservación de la carretera deberá elegir la solución técnica más adecuada en función de su experiencia, del resultado obtenido en actuaciones anteriores similares y de las posibilidades técnicas del entorno de la carretera. Deberá elegirse la solución que técnica, económica y medioambientalmente sea más adecuada.

DESARROLLO PRÁCTICO DE LA METODOLOGIA. EJEMPLO 2.

En este segundo ejemplo vamos a considerar una carretera BIT de una Comunidad Autónoma que tiene dos tramos con sección geométrica distinta y, a su vez, en uno de estos tramos, tiene dos secciones estructurales distintas. Los datos se recogen en la tabla siguiente (figura 4 de la METODOLOGIA):

| DATOS INFORMATIVOS DE LA CARRETERA BIT | |
|---|--|
| DENOMINACION: CABIT 1002 | ADMON: COMUNIDAD AUTONOMA BIT |
| Longitud total de la carretera: 5.000 metros | |
| ¿HAY TRAMOS CON SECCION DIFERENTE?: SI | ¿CUANTOS?: 3 |
| TRAMO 1 | |
| Longitud (en metros) = | 1.500 |
| Coeficiente del tramo (CF TRM 1) = | 0,30 |
| Ancho de la plataforma (en metros) = | 7,00 |
| Ancho de la calzada (en metros) = | 6,00 |
| Ancho de arcenes (en metros) = | 0,50 |
| SECCION ESTRUCTURAL DEL FIRME EN TRAMO 1 | |
| DENOMINACION | ESPESOR Y MATERIAL QUE LO CONSTITUYE |
| RODADURA | <ul style="list-style-type: none"> 5 cm de MBC |
| BASE | <ul style="list-style-type: none"> 25 cm de zahorra artificial. |
| EXPLANADA | <ul style="list-style-type: none"> Terreno natural mejorado para explanada. |
| | <ul style="list-style-type: none"> |
| TRAMO 2 | |
| Longitud (en metros) = | 850 |
| Coeficiente del tramo (CF TRM 2) = | 0,17 |
| Ancho de la plataforma (en metros) = | 7,00 |
| Ancho de la calzada (en metros) = | 6,00 |
| Ancho de arcenes (en metros) = | 0,50 |
| SECCION ESTRUCTURAL DEL FIRME EN TRAMO 2 | |
| DENOMINACION | ESPESOR Y MATERIAL QUE LO CONSTITUYE |
| RODADURA ACTUAL | <ul style="list-style-type: none"> 5 cm de MBC |
| RODADURA ANTIGUA | <ul style="list-style-type: none"> 5 cm de MBC |
| BASE | <ul style="list-style-type: none"> 25 cm de zahorra artificial. |
| EXPLANADA | <ul style="list-style-type: none"> Terreno natural mejorado para explanada. |
| TRAMO 3 | |
| Longitud (en metros) = | 2.650 |
| Coeficiente del tramo (CF TRM 3) = | 0,53 |
| Ancho de la plataforma (en metros) = | 9,00 |
| Ancho de la calzada (en metros) = | 7,00 |
| Ancho de arcenes (en metros) = | 1,00 |
| SECCION ESTRUCTURAL DEL FIRME EN TRAMO 3 | |
| DENOMINACION | ESPESOR Y MATERIAL QUE LO CONSTITUYE |
| RODADURA+INTERMEDIA | <ul style="list-style-type: none"> 10 cm de MBC |
| BASE | <ul style="list-style-type: none"> 25 cm de zahorra artificial. |
| EXPLANADA | <ul style="list-style-type: none"> Terreno natural mejorado para explanada. |
| | <ul style="list-style-type: none"> |
| | <ul style="list-style-type: none"> |

2.- INSPECCION VISUAL DEL FIRME DE LA CARRETERA

A continuación se procede a la realización, en la carretera, de la inspección visual de la misma siguiendo los pasos siguientes:

- **Se tramifica la carretera por secciones homogéneas (TRAMOS), considerando tanto las distintas secciones geométricas como estructurales.**

En este caso hay 3 tramos distintos para inspeccionar, como se ha detallado anteriormente.

- **Cada tramo se considerará de forma independiente.**

En este caso se van a realizar 3 inspecciones diferentes, tantas como tramos.

- **El paso siguiente consiste en dividir cada tramo a inspeccionar en subtramos de 200 metros de longitud. Obteniéndose un número N de subtramos.**

TRAMO 1: $N = 1.500 / 200 = 7,5$. Se redondea al número entero superior 8.

TRAMO 2: $N = 850 / 200 = 4,25$. Se redondea al número entero superior 5.

TRAMO 3: $N = 2.650 / 200 = 13,25$. Se redondea al número entero superior 14.

- **Para la realización de las inspecciones visuales se consideran el 40% del total de subtramos N obtenidos al dividir la carretera. En ningún caso el número de subtramos a inspeccionar podrá ser inferior a 10. Cuando el número resultante del cálculo sea inferior a este valor (por la corta longitud del tramo a inspeccionar), se tomará este valor mínimo indicado (10).**

Para los tres TRAMOS o SECCIONES existentes se van a inspeccionar el 40% de los subtramos de 200 m.

Como las longitudes de los tres tramos son inferiores a 5000 metros y como el número de zonas de inspección de 50 m es inferior a 10 en los tres casos, se toma este número como el mínimo de zonas de inspección de 50 m en cada tramo.

- **Para definir en cada carretera el subtramo donde se inicia la inspección se establece que: cuando la longitud total del tramo sea inferior a 5 km, el subtramo inicial será elegido aleatoriamente uno de los 3 primeros subtramos dentro del primer kilómetro; cuando la longitud del tramo sea superior a 5 km, el primer subtramo será elegido aleatoriamente dentro del primer kilómetro del tramo a inspeccionar.**

En este caso se ha elegido, para los 3 Tramos existentes, el subtramo 1 (Del P.K. 0,000 al 0,200).

- **A su vez, en cada subtramo de 200 m, se elegirá una zona de inspección de 50 m en el que se realizará la inspección visual de los deterioros (este tramo de 50 m tendrá la misma ubicación relativa en todos los subtramos a inspeccionar). Es decir, se deberá definir si se eligen los primeros, los segundos, los terceros o los cuartos 50 m del subtramo de 200 m elegido.**
- En este caso se ha elegido el segundo tramo de 50 m en la Sección o Tramo 1 y el primer tramo de 50 m en las otras dos Secciones o Tramos 2 y 3.

- *Con todos estos datos queda perfectamente definido, en cada carretera o sección a inspeccionar, el número de subtramos a inspeccionar, la ubicación de la primera zona a inspeccionar y la del resto de zonas de 50 metros donde se realiza la inspección.*
- *A continuación, y con estos datos, se rellena el impreso de identificación de la carretera (obteniéndose las figuras 5.2 de la METODOLOGIA):*

TRAMO 01

| | |
|---|-------------------------------|
| Carretera: | CABIT 1002 |
| Denominación: | Tramo de prueba 02. Sección 1 |
| Provincia: | C.T. BIT |
| Fecha: | 18/02/2021 |
| Oficial inspección: | Comité Técnico BIT |
| PK inicial: | 0,000 |
| PK final: | 1,500 |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | 1 |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | 2 |
| Nº de subtramos en inspección: | 10 |
| Longitud total TRAMO (m): | 1500 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | 150 |

(ajustado)

TRAMO 02

| | |
|---|-------------------------------|
| Carretera: | CABIT 1002 |
| Denominación: | Tramo de prueba 02. SECCION 2 |
| Provincia: | C.T. BIT |
| Fecha: | 29/01/2021 |
| Oficial inspección: | Comité Técnico BIT |
| PK inicial: | 1,500 |
| PK final: | 2,350 |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | 1 |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | 1 |
| Nº de subtramos en inspección: | 10 |
| Longitud total TRAMO (m): | 850 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | 85 |

(ajustado)

TRAMO 03

| | |
|---|-------------------------------|
| Carretera: | CABIT 1002 |
| Denominación: | Tramo de prueba 02. SECCION 3 |
| Provincia: | C.OT. OBIT |
| Fecha: | 18/02/2021 |
| Oficial inspección: | Comité Técnico BIT |
| PK inicial: | 2,350 |
| PK final: | 5,000 |
| Nº de subtramo donde se inicia la inspección: | 1 |
| Ubicación de la zona de inspección de 50 m en el primer subtramo: | 1 |
| Nº de subtramos en inspección: | 10 |
| Longitud total TRAMO (m): | 2650 |
| longitud total tramo/Nº subtramos inspección: | 265 |

(ajustado)

- Para cada tramo a inspeccionar se determinarán los deterioros significativos existentes en el mismo. En el Anexo 2 de la METODOLOGIA se incluyen las fichas correspondientes a los posibles deterioros que se consideran.

Una vez realizada una primera inspección de la carretera, se han encontrado los deterioros siguientes:

1. *Se aprecia, en alguna zona de obras de fábrica, la presencia de ESCALONES. Es recomendable que dado el bajo número de ellos y su localización puntual, se debe proceder a su reparación lo antes posible y no considerarlo como un deterioro generalizado en la carretera.*
2. *En algunas zonas se aprecia la capa de rodadura muy envejecida y presenta DESCARNADURAS.*
3. *Hay zonas significativas con GRIETAS GENERALIZADAS en rodadura, pero sin deformación.*
4. *También se aprecia zonas con presencia de GRIETAS ESTRUCTURALES, en algunos casos con un grado alto de agrietamiento.*
5. *En zonas de la carretera, coincidiendo con las grietas estructurales, se aprecian problemas de SURGENCIAS DE AGUA Y FINOS.*
6. *También aparecen a lo largo de la carretera, algunos BLANDONES. Si el número de ellos, en un tramo, es pequeño, no se considera como deterioro y se debe proceder a su reparación lo antes posible.*
7. *Por ultimo hay algunas zonas de la carretera donde hay PAVIMENTO DESLIZANTE, pues se ha comprobado el valor del CRL mediante el aparato denominado Grip Tester, y los valores obtenidos son bajos.*

Las fichas correspondientes a estos 6 deterioros son las siguientes:

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 09 DESCARNADURAS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



Descripción del deterioro:

Las descarnaduras se caracterizan por la pérdida de áridos en la mezcla bituminosa de la capa de rodadura y que es detectable a simple vista.

Causas del deterioro:

Esta patología se produce por alguna de estas causas:

- Falta de adhesividad árido/betún.
- Betún muy envejecido.
- Dosisificación baja de ligante en la mezcla.
- Falta de compactación de la mezcla bituminosa puesta en obra o compactación a temperatura insuficiente.
- Tamaño máximo del árido inadecuado para el espesor de capa.

(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las descarnaduras incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- En su fase inicial, la influencia en la seguridad vial para los vehículos no es significativa, afecta exclusivamente al confort. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que el desprendimiento de árido de la mezcla puede provocar proyecciones que afectarán tanto a los vehículos como a los peatones. La afección puede ser especialmente grave para los vehículos de dos ruedas por riesgo de deslizamiento sobre el árido desprendido.
- Con el tiempo este deterioro puede evolucionar y formarse otro tipo de deterioro denominado PELADURAS.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: % de pérdida del espesor de la capa (medido mediante regla horizontal apoyada en la zona no deteriorada. Se considera un espesor medio representativo por tramo).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|---|---------------|-------------|----------|------------|------------|-----------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 20 | | 1 | Ligera | % perdida espesor < 20 |
| 2 | Media | 20 < % < 40 | | 2 | Media | 20 < % perdida espesor < 40 |
| 3 | Frecuente | 40 < % < 60 | | 3 | Importante | 40 < % perdida espesor < 60 |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | % perdida espesor > 60 |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 07 GRIETAS GENERALIZADAS SIN DEFORMACIÓN

| FOTOS ORIENTATIVAS (*) | | Descripción del deterioro: |
|---|--|---|
|   | | Estas grietas se caracterizan por ser generalmente longitudinales y rectilíneas, aunque con alguna pequeña sinuosidad, aparecen en la capa de rodadura y se propagan hacia abajo, denominándose también fisuración descendente o Top-Down Cracking (en inglés), situándose normalmente a ambos lados de las rodadas de los vehículos pesados. En una segunda fase aparecen algunas fisuras transversales entre las grietas longitudinales, pudiendo llegar a aparecer una fisuración generalizada del pavimento. En este tipo de grietas, no hay deformación superficial. |
|   | | Causas del deterioro: |
| <p>(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.</p> | | Esta patología se suele producir por una combinación de baja resistencia o capacidad de deformarse a esfuerzos de tracción de la mezcla bituminosa de la capa de rodadura y por la aparición de esfuerzos de tracción en la superficie del firme. |
| | | Cuando la capa de rodadura no está adherida a la siguiente capa, suelen aparecer este tipo de grietas. |

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las grietas generalizadas sin deformación incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- La presencia superficial de este tipo de grietas facilita la entrada de agua en el firme, lo que supone una pérdida de capacidad estructural del conjunto y puede llegar a afectar incluso a la explanada del mismo.
- Si el agrietamiento se generaliza, pueden producirse pequeños desprendimientos de material en las zonas deterioradas, con la aparición de BACHES y los consiguientes riesgos para la vía y el usuario.
- La rodadura sobre este pavimento es incómoda, ruidosa y puede resultar incluso peligrosa en época de lluvia por la acumulación de agua en la superficie de rodadura.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Anchura de la grieta medida en mm (se considera una anchura media predominante).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|---|---------------|-------------|----------|------------|------------|---------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 15 | | 1 | Ligera | Anchura < 1,0 mm |
| 2 | Media | 15 < % < 35 | | 2 | Media | 1,0 mm < Anchura < 2,0 mm |
| 3 | Frecuente | 35 < % < 60 | | 3 | Importante | 2,0 mm < Anchura < 3,0 mm |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | Anchura > 3,0 mm |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 05 GRIETAS ESTRUCTURALES (*Piel de cocodrilo*)

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro se caracteriza por la aparición en la superficie del firme de una serie de grietas interconectadas en forma de malla. El tamaño de los bloques de la malla indica el grado de evolución del deterioro. Cuanto menor es, mayor es la evolución del deterioro.

La malla también se conoce como "*piel de cocodrilo*".

Causas del deterioro:

La repetición de cargas producidas por el tráfico puede ocasionar el agotamiento estructural de las capas inferiores del firme, produciéndose su rotura.

El inicio del deterioro suele comenzar en la cara inferior de la capa bituminosa más profunda o, si existe, en una capa tratada con un conglomerante hidráulico. Es donde se producen los mayores esfuerzos de tracción en el firme.

Si la rotura por fatiga se produce en alguna capa granular, suele aparecer una deformación vertical que se transmite hasta la superficie de rodadura.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a las grietas estructurales incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- En estado avanzado favorece el despegue de las capas de mezcla bituminosa y, como consecuencia, el desprendimiento de parte de los pequeños bloques formados.
- Este desprendimiento supone un peligro para la circulación al poder ser proyectados contra otros vehículos, al tiempo que puede suponer una situación de riesgo para la conducción cuando el tamaño de la superficie desprendida es de dimensiones considerables.
- Un grado avanzado de este deterioro puede dar lugar a la formación de otro distinto denominado "BACHE", que en época de lluvia por acumulación de agua, puede facilitar la formación de charcos.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Anchura de la grieta medida en mm (se considera una anchura media predominante).

Cuantificación del deterioro:

| | FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|---|---------------|-------------|----------|------------|------------|---------------------------|
| | Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 15 | | 1 | Ligera | Anchura < 1,0 mm |
| 2 | Media | 15 < % < 35 | | 2 | Media | 1,0 mm < Anchura < 2,0 mm |
| 3 | Frecuente | 35 < % < 60 | | 3 | Importante | 2,0 mm < Anchura < 3,0 mm |
| 4 | Muy frecuente | % > 60 | | 4 | Muy grave | Anchura > 3,0 mm |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: 13 SURGENCIAS DE AGUA Y FINOS

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro consiste en el afloramiento en la superficie de la carretera, o de los viales urbanos, de agua y finos, generalmente de mala calidad, procedentes de las capas inferiores a la de rodadura. Aunque en la superficie de la carretera se pueden presentar agua, finos o una combinación de ambos, (barro), lo usual es que la surgencia sea de agua que en su ascenso arrastra finos; posteriormente este agua puede o no evaporarse dejando en la superficie barro o solo finos.

Lo habitual es que este deterioro concorra con otros, como son fisuraciones, agrietamientos, hundimientos, cordones laterales, baches, etc. Esta conjunción de deterioros importa a la hora de determinar las causas del mismo.

Causas del deterioro:

Para que se pueda producir este deterioro es necesario que aparezcan las circunstancias siguientes:

- **Agua bajo la capa de rodadura.**
- **Posibilidad de ascensión:**
 - Fisuras, grietas.
 - Roturas.
 - Porosidad.

Además de ello, para que surjan finos, es necesaria la presencia o exceso de material fino en las capas granulares, zahorras o terraplén del firme.

Dependiendo de cómo el agua ha llegado a estas capas inferiores a la de rodadura y de dónde proceden las surgencias, se tienen distintas causas y, consecuentemente, distintos tratamientos de reparación.

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a la surgencia de agua y finos incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- La presencia de agua y finos de mala calidad provoca una pérdida de la capacidad portante del firme y su consiguiente y rápido deterioro.
- La presencia de agua, finos o la combinación de ambos (barro) en la superficie del firme, afecta a la seguridad vial, especialmente de los vehículos de dos ruedas.
- El deterioro superficial que provoca la presencia de surgencias de agua y finos, puede producir un deterioro del firme, con la formación de grietas y el desprendimiento de partículas más gruesas que podrían proyectarse sobre otros vehículos o los peatones.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Dentro de la zona afectada, % de la superficie con surgencias.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|--------------------------|------------|------------|--|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | % superficie con surgencias < 10 |
| 2 | Media | 10 < % < 25 | 2 | Media | 10 < % superficie con surgencias < 20 |
| 3 | Frecuente | 25 < % < 35 | 3 | Importante | 20 < % superficie con surgencias < 30 |
| 4 | Muy frecuente | % > 35 | 4 | Muy grave | 30 < % superficie con surgencias |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: **03 BLANDONES**

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

El bladón se produce por una pérdida de la capacidad portante del firme por fallo de las capas inferiores del mismo. En la capa de rodadura se manifiesta por un asiento localizado importante.

Causas del deterioro:

Este deterioro se produce por la acción aislada o conjunta de algunos de los siguientes factores:

- *Presencia de agua en las capas inferiores del firme o la explanada, debido a un drenaje deficiente o entrada de agua masiva por rotura de canalizaciones, en el caso de vías urbanas.*
- *Materiales usados en estas capas inferiores demasiado plásticos, presencia de arcillas.*
- *Mala ejecución de las mismas, construidas con materiales heterogéneos o mal compactados.*
- *Pérdida de la capacidad soporte de la explanada o de la sub-base por agotamiento.*

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a los bladones incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Produce el deterioro inmediato de todas las capas del firme y, en caso de no corregirse inmediatamente, supone una nueva vía de entrada de agua al conjunto del firme pudiendo provocar mayores deterioros en otras zonas del firme de la carretera.
- La zona del firme afectada pierde las características superficiales y la capacidad estructural, ocasionando la incomodidad del usuario y pudiendo suponer un peligro para la seguridad vial.
- Provoca el hundimiento localizado de la calzada que resulta especialmente peligroso para los usuarios por la acumulación de agua, en días de lluvia, en especial para los vehículos de dos ruedas.

Este deterioro debe repararse puntualmente y de forma inmediata una vez que se ha detectado en la carretera.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: Número de bladones en el tramo (N).

INTENSIDAD: % de superficie, dentro del tramo, afectada por los bladones.

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | |
|------------|---------------|----------------|------------|------------|-------------------|
| Nº | Valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| 1 | Escasa | $N \leq 1$ | 1 | Ligera | $\% \leq 5$ |
| 2 | Media | $1 < N \leq 2$ | 2 | Media | $5 < \% \leq 15$ |
| 3 | Frecuente | $2 < N \leq 4$ | 3 | Importante | $15 < \% \leq 30$ |
| 4 | Muy frecuente | $5 \leq N$ | 4 | Muy grave | $\% > 30$ |

DETERIOROS EN LOS FIRMES DE CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

Denominación del deterioro: **08 PAVIMENTOS DESLIZANTES**

FOTOS ORIENTATIVAS (*)



(*) Las fotos incluidas en esta ficha son meramente ORIENTATIVAS.

Descripción del deterioro:

Este deterioro se manifiesta por la pérdida de la resistencia al deslizamiento de la capa de rodadura.

Causas del deterioro:

Un pavimento puede volverse deslizante por alguna de las siguientes causas, por separado o combinadas entre sí:

- *Pulimento excesivo de los áridos.*
- *Granulometría de la mezcla muy cerrada, dando como resultado una textura lisa o poco rugosa.*
- *Drenaje superficial de la mezcla bituminosa de rodadura insuficiente o defectuoso.*
- *Pérdida de la textura superficial de la mezcla bituminosa utilizada en la capa de rodadura (betún blando, incrustación del árido grueso, etc.)*

Incidencia del deterioro en la vía y en los usuarios:

El deterioro asociado a un pavimento deslizante incide en la vía y en el usuario de alguna o de todas las maneras siguientes:

- Pérdida de adherencia entre neumático y pavimento afectando a la seguridad vial, especialmente con pavimento mojado y a alta velocidad. Se puede producir el hidroplaneo, propiciando un posible accidente por salida de la calzada o por alcance a otro vehículo.

Criterios para evaluar el deterioro:

FRECUENCIA: % de superficie del tramo afectada por el deterioro.

INTENSIDAD: Medida del CRT (transversal) o del CRL (longitudinal), ambos mediante aparatos específicos para su evaluación: SCRIM (CRT), PÉNDULO DE FRICCIÓN Y GRIP TESTER (CRL).

Cuantificación del deterioro:

| FRECUENCIA | | | INTENSIDAD | | | | |
|---------------|-------------|----|------------|-------------------|----|------------|-------------------|
| Valoración | medición | Nº | valoración | medición | Nº | valoración | medición |
| No existe | No existe | 0 | No existe | No existe | 0 | No existe | No existe |
| Escasa | % < 10 | 1 | Ligera | 0,55 ≥ CRT > 0,45 | 1 | Ligera | 0,60 ≥ CRL > 0,50 |
| Media | 10 < % < 30 | 2 | Media | 0,45 ≥ CRT > 0,40 | 2 | Media | 0,50 ≥ CRL > 0,45 |
| Frecuente | 30 < % < 60 | 3 | Importante | 0,40 ≥ CRT > 0,35 | 3 | Importante | 0,45 ≥ CRL > 0,40 |
| Muy frecuente | % > 60 | 4 | Muy grave | 0,35 ≥ CRT | 4 | Muy grave | 0,40 ≥ CRL |

En cada uno de los 3 TRAMOS, los deterioros que aparecen son los siguientes:

TRAMO 1

- Grietas estructurales
- Blandones
- Surgencias

TRAMO 2

- Grietas generalizadas
- Pavimento deslizante

TRAMO 3

- Grietas estructurales
- Blandones
- Surgencias
- Descarnaduras

- ***En cada una de las zonas de inspección de 50 metros seleccionadas en la carretera, se tomará nota de los correspondientes valores de la FRECUENCIA y la INTENSIDAD (según se indica en la ficha del deterioro correspondiente) en la ficha de la Figura 6.1 (EVALUACION VISUAL GENERAL DE DETERIOROS) de la METODOLOGIA, que se recoge a continuación (una vez rellenada se obtiene la figura 6.2 de la METODOLOGIA).***

Para cada tramo que se haya considerado como sección diferente en la carretera, se rellenará una ficha distinta (figuras 6.1 de la METODOLOGIA), obteniéndose la ficha de la figura 6.2 al estar rellenada. En este ejemplo, las tres fichas de la figura 6.2 resultantes son las siguientes:

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

$$IED = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

- *Al final de la columna correspondiente a cada deterioro aparece un valor numérico correspondiente al denominado INDICE DE ESTADO DEL DETERIORO (IED).*

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

$$IED = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

- *Al final de la columna correspondiente a cada deterioro aparece un valor numérico correspondiente al denominado INDICE DE ESTADO DEL DETERIORO (IED).*

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

$$IED = \sum (I_i (F_i + (I_i \times P))) / (L \times 4 \times (P+1))$$

IMPRESO PARA TOMA DE DATOS EVALUACION VISUAL

- *Al final de la columna correspondiente a cada deterioro aparece un valor numérico correspondiente al denominado INDICE DE ESTADO DEL DETERIORO (IED).*

Para cada tramo inspeccionado se obtendrá un valor del IED correspondiente a cada uno de los deterioros considerados en cada uno de los tramos estudiados. En este caso hay tres tramos diferentes.

3.- VALORACION DEL ESTADO DEL FIRME

Los pasos siguientes se realizan ya en oficina y tienen como objetivo definir el tipo de actuación más recomendable (caso de que sea necesaria).

Con estos valores del IED se puede confeccionar una Tabla informativa (figura 8 de la METODOLOGIA) con los distintos deterioros analizados y los valores obtenidos para cada deterioro y en cada TRAMO de los considerados.

Comparando los valores del IED obtenidos con los que aparecen en la tabla de la Figura 9 (que aparece más adelante) de la METODOLOGIA, es posible determinar el estado de la carretera para el deterioro analizado y en el tramo inicialmente elegido, y la necesidad o no de realizar actuaciones de conservación y el tipo de actuación (preventiva o curativa recomendable).

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | C.T. BIT | Carretera: | CABIT 1002 | TRAMO: | |
|------------------------|---------------|--------------|--|-------------------------------------|-------------------------|
| PK de : | 0,000 a 1,500 | Fecha: | 18-2-21 | Tomado por: Comité Técnico BIT | |
| DETERIOROS | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO (Figura nº 9) | ACTUACION RECOMENDADA (Figura nº 9) | PROPIUESTA DE ACTUACION |
| Grietas reflejadas | 1 | | | | |
| Ondulaciones | 1 | | | | |
| Vertidos | 1 | | | | |
| Escalones | 2 | | | | |
| Descarnaduras | 2 | | | | |
| Surgencias | 2 | 21,67 | BUENO REGULAR | Conservacion preventiva | |
| Peladuras | 2 | | | | |
| Exudaciones | 2 | | | | |
| Grietas generalizadas | 3 | | | | |
| Hundimientos | 3 | | | | |
| Blandones | 3 | 27,50 | BUENA REGULAR | Conservacion preventiva | |
| Baches | 3 | | | | |
| Grietas estructurales | 4 | 48,00 | REGULAR | Recomendable actuar | |
| Roderas | 4 | | | | |
| Arcen en mal estado | 4 | | | | |
| Pavimentos deslizantes | 5 | | | | |

TRAMO 1 (Figura 8 de la METODOLOGIA)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | C.T. BIT | | Carretera: | CABIT 1002 | | | TRAMO: | |
|-------------------------------|----------|---|--------------|--|--|-------------------------|--------------------|--|
| PK de : | 1,500 | a | 2,350 | Fecha: | 29-1-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT | |
| DETERIOROS | | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO (Figura nº 9) | ACTUACION RECOMENDADA (Figura nº 9) | PROPIUESTA DE ACTUACION | | |
| Grietas reflejadas | | | 1 | | | | | |
| Ondulaciones | | | 1 | | | | | |
| Vertidos | | | 1 | | | | | |
| Escalones | | | 2 | | | | | |
| Descarnaduras | | | 2 | | | | | |
| Surgencias | | | 2 | | | | | |
| Peladuras | | | 2 | | | | | |
| Exudaciones | | | 2 | | | | | |
| Grietas generalizadas | | 3 | 50,63 | REGULAR | Recomendable actuar | | | |
| Hundimientos | | 3 | | | | | | |
| Blandones | | 3 | | | | | | |
| Baches | | 3 | | | | | | |
| Grietas estructurales | | 4 | | | | | | |
| Roderas | | 4 | | | | | | |
| Arcen en mal estado | | 4 | | | | | | |
| Pavimentos deslizantes | | 5 | 58,33 | REGULAR MALO | Necesidad de actuar (conservación curativa) | | | |

TRAMO 2 (Figura 8 de la METODOLOGIA)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA RESUMEN DE LOS VALORES DE IED OBTENIDOS

| Provincia | C.OT. OBIT | | Carretera: | CABIT 1002 | | | TRAMO: | |
|-------------------------------|------------|---|------------|--|--|-------------------------|--------------------|--|
| PK de : | 2,350 | a | 5,000 | Fecha: | 18-2-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT | |
| DETERIOROS | | P | VALOR IED | ESTADO DE LA CARRETERA PARA CADA DETERIORO (Figura nº 9) | ACTUACION RECOMENDADA (Figura nº 9) | PROPIUESTA DE ACTUACION | | |
| Grietas reflejadas | | | 1 | | | | | |
| Ondulaciones | | | 1 | | | | | |
| Vertidos | | | 1 | | | | | |
| Escalones | | | 2 | | | | | |
| Descarnaduras | | | 2 | 17,50 | BUENO | | | |
| Surgenencias | | | 2 | 20,00 | BUENO REGULAR | Conservación preventiva | | |
| Peladuras | | | 2 | | | | | |
| Exudaciones | | | 2 | | | | | |
| Grietas generalizadas | | | 3 | | | | | |
| Hundimientos | | | 3 | | | | | |
| Blandones | | | 3 | 20,63 | BUENO REGULAR | Conservación preventiva | | |
| Baches | | | 3 | | | | | |
| Grietas estructurales | | | 4 | 38,50 | REGULAR | Recomendable actuar | | |
| Roderas | | | 4 | | | | | |
| Arcen en mal estado | | | 4 | | | | | |
| Pavimentos deslizantes | | | 5 | | | | | |

TRAMO 3 (Figura 8 de la METODOLOGIA)

| Índice de Estado del Deterioro (IED) | ESTADO DE LA CARRETERA PARA EL DETERIORO ANALIZADO | ACTUACION |
|--------------------------------------|--|---|
| 0 – 18 | BUENO | |
| 18,01 – 37 | BUENO REGULAR | Actuaciones de conservación preventiva |
| 37,01 – 57 | REGULAR | Recomendable actuar |
| 57,01 – 78 | REGULAR MALO | Necesidad de actuar |
| 78,01 – 100 | MALO | (conservación curativa) |

(Figura 9 de la METODOLOGIA)

El proceso continua de la forma siguiente:

- *En primer lugar se analizará el valor del IED obtenido y la clasificación de la carretera dentro de la Red de carreteras BIT de la Administración correspondiente, de manera que a igualdad de valores del IED para dos carreteras, será prioritario actuar en la carretera más importante dentro de la clasificación existente.*

De acuerdo con los valores obtenidos del IED para cada deterioro y para cada tramo, podemos sacar las conclusiones siguientes:

TRAMO 1

Los deterioros existentes en este tramo son: SURGENCIAS, BLANDONES y GRIETAS ESTRUCTURALES. De acuerdo con los valores de los IED obtenidos, el estado del tramo, para los dos primeros es BUENO REGULAR con conservación preventiva y para las Grietas Estructurales es REGULAR, siendo recomendable actuar. La presencia de blandones indica que las capas granulares inferiores presentan zonas de mala calidad, con zonas agrietadas estructuralmente por falta de capacidad portante del firme existente, dando lugar también a las surgencias de finos y agua. Los blandones deben repararse puntualmente cada vez que se detecte su presencia.

TRAMO 2

Los deterioros existentes en este tramo son: GRIETAS GENERALIZADAS SIN DEFORMACION y PAVIMENTO DESLIZANTE.

Este tramo tiene una sección geométrica similar al Tramo 1 y su sección estructural es también similar pero con una capa de 5 cm de mezcla bituminosa nueva añadida.

Los deterioros existentes se han producido exclusivamente en la última capa de rodadura construida. Posiblemente el riego de adherencia colocado no fue adecuado y la segunda capa de MBC ha trabajado por separado del resto del firme y se ha agrietado. Así mismo por sus características y por el árido utilizado, el firme, en este tramo, es deslizante. Es necesario actuar de forma inmediata.

TRAMO 3

Los deterioros existentes en este tramo son: DESCARNADURAS, SURGENCIAS, BLANDONES y GRIETAS ESTRUCTURALES.

Las capas granulares inferiores no son de buena calidad y por eso hay problemas similares a los que aparecen en el Tramo 1, aunque menos pronunciados por el mayor espesor de la capa bituminosa.

Para el deterioro GRIETAS ESTRUCTURALES es recomendable actuación de conservación preventiva.

4.- VALORACION DEL ESTADO DE LA CARRETERA

- ***A continuación se determina el denominado INDICE DE ESTADO DE LA CARRETERA (IEC) según se describe en el apartado 5.5 y utilizando los impresos que aparecen en las figuras 10 y 11 de la METODOLOGIA.***

Solamente en el TRAMO 3 hay dos deterioros con igual peso y calculamos el valor combinado para obtener el **IED_{medio}** y a partir de estos valores del IED obtener el IEC de la carretera.

En las otras dos secciones, los valores de IED obtenidos son los que adoptamos como valores medios para el cálculo del IEC.

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| Provincia: | C.T. BIT | Carretera: | CABIT 1002 | | TRAMO: | | |
|----------------------------|----------|---|--------------------------|--------|---------|-------------|--------------------|
| PK de : | 0,000 | a | 1,500 | Fecha: | 18-2-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT |
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | | | | |
| | 1 | | 0 | | | | |
| | 1 | | 0 | | | | |
| | 1 | | 0 | | | | |

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| Provincia: | C.T. BIT | Carretera: | CABIT 1002 | | TRAMO: | | |
|----------------------------|----------|---|--------------------------|--------|---------|-------------|--------------------|
| PK de : | 1,500 | a | 2,350 | Fecha: | 29-1-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT |
| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | | | | |
| | 1 | | 0,00 | | | | |
| | 1 | | 0,00 | | | | |
| | 1 | | 0,00 | | | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Surgencias | 2 | 21,67 | 21,67 |
| | 2 | | |
| | 2 | | |
| | 2 | | |
| | 2 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |
| | 2 | | 0,00 |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Blandones | 3 | 27,50 | 27,50 |
| | 3 | | |
| | 3 | | |
| | 3 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|-----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Grietas generalizadas | 3 | 50,63 | 50,63 |
| | 3 | | |
| | 3 | | |
| | 3 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|-----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Grietas estructurales | 4 | 48,00 | 48,00 |
| | 4 | | |
| | 4 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |
| | 4 | | 0,00 |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Pavimento deslizante | 5 | | 0,00 |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Pavimento deslizante | 5 | 58,33 | 58,33 |

TRAMO 1 (Figura 10 de la METODOLOGIA)

TRAMO 2 (Figura 10 de la METODOLOGIA)

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE LOS VALORES DE IED PARA CALCULO IEC

| Provincia: | C.OT. OBIT | Carretera: | CABIT 1002 | | TRAMO: | | |
|----------------------------|------------|------------|---|--------------------------|---------|-------------|--------------------|
| PK de : | 2,350 | a | 5,000 | Fecha: | 18-2-21 | Tomado por: | Comité Técnico BIT |
| DETERIOROS (nombre) | | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) | | | |
| | | 1 | | 0,00 | | | |
| | | 1 | | 0,00 | | | |
| | | 1 | | 0,00 | | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Surgencias | 2 | 20,00 | 20,00 |
| Descarnaduras | 2 | 17,50 | 25,83 |
| | 2 | | |
| | 2 | | |
| | 2 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|---------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Blandones | 3 | 20,63 | 20,63 |
| | 3 | | |
| | 3 | | |
| | 3 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|-----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Grietas estructurales | 4 | 38,50 | 38,50 |
| | 4 | | |
| | 4 | | |

| DETERIOROS (nombre) | P | VALOR IED (de mayor a menor) | IED (valor medio) |
|----------------------|---|---------------------------------|-------------------|
| Pavimento deslizante | 5 | | 0,00 |

TRAMO 3 (Figura 10 de la METODOLOGIA)

Por último, utilizando la tabla de la figura 11 de la Metodología obtenemos el valor del IEC de la carretera en la que hemos realizado la inspección visual.

EVALUACIÓN VISUAL GENERAL DE DETERIOROS

EN LOS FIRMES DE LAS CARRETERAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO

TABLA DE CALCULO DEL VALOR DE LA IEC DE LA CARRETERA. PARA UNO O VARIOS TRAMOS.

| Provincia: | C.O.T. OBIT | | Carretera: | | CABIT 1002 | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|--|-----------------------|--|--------------------|------|------|
| PK de : | 2,350 | a | 5,000 | | Fecha: | | 18-2-21 | | Tomado por: | | Comité Técnico BIT | | |
| Pi | TRAMO 1 | | TRAMO 2 | | TRAMO 3 | | TRAMO 4 | | TRAMO 5 | | | | |
| | IED _{medioi} | IED _{medioi} x P _i | IED _{medioi} | IED _{medioi} x P _i | IED _{medioi} | IED _{medioi} x P _i | IED _{medioi} | IED _{medioi} x P _i | IED _{medioi} | IED _{medioi} x P _i | | | |
| 1 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 2 | 21,67 | 43,34 | | 0,00 | 25,83 | 51,66 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 3 | 27,50 | 82,50 | 50,63 | 151,89 | 20,63 | 61,89 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 4 | 48,00 | 192,00 | | 0,00 | 38,50 | 154,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| 5 | | 0,00 | 58,33 | 291,65 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| SUMAS | | 317,84 | | 443,54 | | 267,55 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| ((ΣIED _i x P _i) /15)= | | 21,19 | | 29,57 | | 17,84 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | SUMA |
| CF TRM (de cada tramo) = | | 0,30 | | 0,17 | | 0,53 | | | | | | | 1,00 |
| ((ΣIED _i x P _i) /15) x CF TRM (de cada tramo)= | | 6,36 | | 5,03 | | 9,45 | | 0,00 | | 0,00 | | 0,00 | |
| CALCULO FINAL DEL IEC DE LA CARRETERA = | | | | | | | | | | 20,84 | | | |

(Figura 11 de la METODOLOGIA)

- *El valor del IEC obtenido servirá para valorar la evolución anual o bienal (según la periodicidad de la inspección visual realizada) de la carretera respecto a los años anteriores. En función de esta evolución del IEC tendremos información sobre el estado del firme de la carretera inspeccionada, la eficacia o no de las actuaciones de conservación realizadas para mejorar los deterioros existentes y la evolución general del firme.*
- *Por último y una vez evaluado el estado de la carretera mediante los Índices IED de los deterioros existentes y determinado que es necesario actuar para la conservación de la misma, se han planteado tres grupos distintos de posibles actuaciones técnicas para cada tipo de deterioro, en base a los distintos conglomerantes habitualmente utilizados para la pavimentación de las carreteras, y que son los siguientes:*

- **SOLUCIONES TECNICAS CON EMULSION BITUMINOSA**
- **SOLUCIONES TECNICAS CON BETUN ASFALTICO**
- **SOLUCIONES TECNICAS CON CEMENTO.**

- **En una tabla incluida en el Anexo 4 de la METODOLOGIA se han enumerado los 16 deterioros que se han considerado para las carreteras BIT y se han enumerado las posibles soluciones para cada una de las técnicas descritas.**

Para los 6 deterioros que aparecen en los tres tramos de esta carretera, las posibles soluciones son las siguientes:

DESCARNADURA

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO |
|--|---|---|
| Microaglomerados en Frío tipo bicapa (Microf-5+Microf 8 o LB4+LB2) | Aplicación MBC tipo BBTM A, BBTM B ó AUTL | Si son constantes por todo el pavimento, refuerzo delgado de hormigón |

GRIETAS GENERALIZADAS

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO |
|---|---|---|
| Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB) | Fresado y reposición con MBC ó MBSC tipo AC ó SMA | Reciclado con cemento + rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB/PH) |

BLANDONES

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO |
|---|---|--|
| Según dimensiones, saneo con retirada de materiales contaminados de la base del firme: 1.-GE+ Rodadura (MBF/MBT/TSRG/Microf o LB) 2.-Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/MBT/TSRG/Microf o LB) | Saneo de la zona y capas afectadas. Reposición con MBC o MBSC de las capas inferiores y para la capa de rodadura la misma mezcla existente, si es posible. | Si son muchos, reciclado con cemento de la base, la subbase o explanada en su caso + rodadura bituminosa (MBF/ MBT/TSRG/ /Microf o LB/PH). |

GRIETAS ESTRUCTURALES

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO |
|--|---|---|
| 1.- Reciclado con emulsión + Rodadura (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB) 2.- Microf-8 o LB si no son grietas generalizadas 3.- TSRG | Reciclado in situ con emulsión o fresado y reposición zonas agotadas. Aplicación MBC o MBSC tipo AC en capas inferiores. En capa de rodadura emplear, si es posible, mismo tipo de mezcla existente. | Reciclado con cemento de la base +rodadura bituminosa (MBF/ MBT/TSRG/Microf o LB/PH). |

PAVIMENTO DESLIZANTE

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO |
|---|---|---|
| Microaglomerado en Frío tipo Microf-8 o LB-2 TSRG | Aplicación MBC tipo BBTM A, BBTM B ó AUTL | 1.- Reciclado con cemento + rodadura (MBF/ MBT/TSRG/ /Microf o LB/PH). 2.- Fresado y refuerzo delgado de hormigón. |

SURGENCIAS

| SOLUCIONES TÉCNICAS CON EMULSIÓN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON BETUN | SOLUCIONES TÉCNICAS CON CEMENTO | OTRAS SOLUCIONES TÉCNICAS |
|--|---|---------------------------------|---|
| 1.- Actuar en cunetas 2.- Reciclado en frío con emulsión +rodadura de lechada, TSRG o MBC 3.- TSRG | Reciclado in situ con emulsión o fresado y reposición zonas agotadas. Aplicación MBC o MBSC tipo AC en capas inferiores. En capa de rodadura emplear, si es posible, mismo tipo de mezcla existente. | | Posiblemente mejorando los drenajes fuera suficiente (cuneta revestida, drenaje longitudinal..) |

El Ingeniero responsable de la conservación de la carretera deberá elegir la solución técnica más adecuada en función de su experiencia, del resultado obtenido en actuaciones anteriores similares y de las posibilidades técnicas del entorno de la carretera. Deberá elegirse la solución que técnica, económica y medioambientalmente sea más adecuada. En lo posible elegirá soluciones aplicables a la totalidad de la carretera o a la mayor parte de su longitud (especialmente cuando haya varias secciones diferentes en la misma).