

**ORDEN CIRCULAR OC 2/2023 SOBRE REUTILIZACIÓN DE CAPAS DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS**

Los firmes y pavimentos son, junto con los túneles y estructuras en general, los principales activos de las redes de carreteras tanto desde el punto de vista económico como funcional, por lo que su adecuada gestión requiere tener presente el conjunto de su ciclo de vida tanto en las obras de nueva construcción como en la posterior conservación.

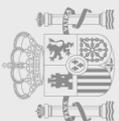
Desde hace años se están perfilando y asentando en el sector mundial de las infraestructuras de carreteras, diversas megatendencias —conectadas a su vez con las de movilidad y transporte y con otras agendas internacionales— entre las que se encuentran la sostenibilidad y el respeto medioambiental.

Tales tendencias de gran alcance se están acelerando debido, entre otros factores, a las consecuencias sociales, económicas y presupuestarias de la pandemia COVID-19 y, en el caso de los países que conforman la Unión Europea, los objetivos económicos y sociales del Fondo de Recuperación *Next Generation EU* que incluyen el fortalecimiento de la resiliencia y apoyar la transición ecológica, a fin de fomentar un crecimiento sostenible.

La adecuada reutilización de los materiales que componen los firmes y pavimentos bituminosos es un internacionalmente contrastado mecanismo para dar cumplimiento de manera eficaz y eficiente, y también relativamente sencilla desde un punto de vista técnico, a los objetivos mencionados pues al aminorar la necesidad de emplear áridos procedentes de canteras o graveras tiene efectos positivos medioambientales, al requerir menor empleo de betunes aminora la dependencia del petróleo lo que mejora la resiliencia del sector en caso de crisis de suministro, y los menores consumos energéticos que conllevan el conjunto de operaciones frente a los de las soluciones tradicionales de fabricación de mezclas bituminosas repercuten positivamente en la sostenibilidad y el respeto medioambiental reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

En paralelo, las técnicas de reutilización han continuado su evolución incorporando nuevos medios técnicos y materiales. Para las reutilizaciones *in situ* con adición de emulsión y/o de cemento se han desarrollado nuevos equipos y sistemas constructivos, así como el empleo de adiciones más sostenibles como son los bioligantes o nuevos cementos. Y los equipos de fresado que se emplean en la recuperación y retirada de los firmes y pavimentos a reutilizar han ido incorporando nuevas tecnologías, tales como los equipos 3D, que permiten fresados más regulares y mejor adaptados a las medidas finales deseadas.

Las actuaciones de carretera que incluyan la fabricación de nuevas mezclas bituminosas han de ser concebidas como un elemento más de la “economía circular” por lo que las diferentes técnicas de reutilización deben ser, indiscutible e indudablemente, las protagonistas de manera que, de ser una





era posibilidad alternativa que estudiar, pasen a ser, definitivamente, la solución habitual hasta tal punto que el no acudir a alguna de estas técnicas deba ser justificado de manera expresa.

Creciente importancia concedida en la normativa a la reutilización de mezclas bituminosas

Con el objeto de poner en contexto la presente Orden Circular es de destacar que la normativa sobre firmes y pavimentos bituminosos ha ido evolucionando durante las pasadas dos décadas al compás del avance de las experiencias y profundización del conocimiento de su comportamiento, y de la colaboración con los países de la Unión Europea en el intercambio de información y desarrollo de normativas comunes. Algo que merece ser observado en dicho proceso normativo es la creciente importancia que paulatinamente se le ha ido concediendo a la reutilización de las mezclas bituminosas y la también creciente exigencia de que sus técnicas sean tenidas en cuenta a la hora de determinar la solución a adoptar para la rehabilitación, o nueva ejecución, de capas de firme bituminoso.

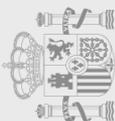
El inicio de esto último fue la OC 5/2001 sobre riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón, que introdujo cambios en varios artículos del PG-3, seguida por la creación del PG-4 mediante la OC 8/2001 sobre reciclado de firmes, que fue la primera en la materia. En línea con dicha OC 8/2001, las Órdenes FOM/3459/2003 y FOM/3460/2003 aprobaron las nuevas Norma 6.3 IC “Rehabilitación de Firmes” y Norma 6.1 IC “Secciones de firme”, de la Instrucción de Carreteras.

Es también de destacar la vigente Orden FOM/2523/2014 en la que, entre otros, se introdujeron en el PG-3 cambios, adicionales a su vez a otros anteriores, tendentes a la facilitación e incentivación del uso de materiales reciclados en la fabricación de mezclas bituminosas del artículo 542, así como la clasificación de las mezclas bituminosas de los artículos 542 y 543 en calientes y semicalientes en función de la temperatura de fabricación.

El último paso, hasta ahora, de dicho paulatino proceso había sido la OC 40/2017 sobre reciclado de firmes y pavimentos bituminosos, que anuló en todo su contenido a la OC 8/2001, y mediante la cual se introdujeron actualizaciones y novedades en cuanto al espectro de aplicación de estas técnicas y al empleo de mayores proporciones de materia reciclado con respecto a la masa total de la mezcla, además de recordar que es obvia la obligatoriedad del marcado CE en los materiales básicos incorporados a las mezclas reutilizadas, y de adaptarse a la nuevas nomenclaturas y ensayos de las normas europeas armonizadas.

Objetivos de la presente Orden Circular:

El objetivo general de esta Orden Circular es revisar y actualizar el contenido de la OC 40/2017 a fin de ampliar su campo de aplicación, y hacer imperativo la reutilización de los firmes como solución habitual, para que los proyectos de carretera se encaminen hacia soluciones sostenibles que contribuyan a reducir el impacto ambiental durante las etapas de construcción, uso y final de la vida útil del ciclo de vida de los firmes y pavimentos bituminosos.





Las carreteras, y concretamente sus firmes envejecidos o afectados por alguna actuación, generan sus propios residuos que, debido a sus buenas cualidades, pueden y deben emplearse de nuevo en la carretera, reutilizando en la práctica los firmes, evitando así tanto la generación de residuos como el consumo innecesario de recursos naturales. A tal fin, los directores de los proyectos y de las obras, así como los responsables de la conservación de los activos han de velar por la incorporación de las técnicas más sostenibles, desde la etapa de diseño hasta el final de la vida útil y tener en cuenta asimismo la reciclabilidad futura. El conjunto de los profesionales del sector ser proactivamente receptivo al conocimiento e implementación de técnicas nuevas e innovadoras.

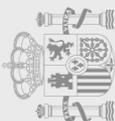
Por todo ello es una prioridad para la Dirección General de Carreteras el potenciar de manera definitiva el empleo de las técnicas de reutilización frente a las soluciones convencionales en la fabricación de mezclas bituminosas, lo que redundará en la mejora del comportamiento ambiental del sector y en la reducción de la huella de carbono y ayudará a fomentar la innovación en el campo de la reutilización de capas de firmes.

Otro objetivo que mediante esta Orden Circular se aborda es la progresiva incorporación de especificaciones basadas en las prestaciones de manera que se establecen también límites al comportamiento de los materiales mediante su módulo dinámico (E^*) y su deformación a fatiga al millón de ciclos (ϵ_6) complementando así a las habituales especificaciones prescriptivas. Tal cambio representa un avance en el proceso al contemplar a las mezclas bituminosas como un material evolutivo a lo largo de su vida en servicio.

Mención explícita de las principales actualizaciones y novedades establecidas mediante esta Orden Circular, con respecto a la anterior

- Actualización de los “Criterios de aplicación de las técnicas de reutilización” —basados en los criterios establecidos en el epígrafe 7.4 de la Orden FOM/3459/2003— de manera que ahora, en el caso de la reutilización en caliente o semicaliente en central (artículo 22), se extiende a las categorías T00 a T2 el poder disponer directamente la capa de rodadura, sin necesidad preceptiva de capa previa alguna.
- Actualización de la Tabla 2 “Coeficiente de equivalencia estructural entre la mezcla bituminosa en caliente o semicaliente y los diferentes tipos de material” de la OC 40/2017 — la cual estaba basada en la Tabla 11 “Materiales para la rehabilitación estructural de firmes” del Anejo 2 de la Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre por la que se aprueba la Norma 6.3 IC de Rehabilitación de firmes— de manera que ahora se le añaden especificaciones relativas a los módulos dinámicos y a la deformación unitaria, al millón de ciclos, de las mezclas bituminosas en caliente o semicaliente con cualquier tasa de reutilización.
- Además, se añade a dicha Tabla 2 el caso de la fabricación de las MAM con hasta el 30 % de RA —por ahora se mantienen tal limitación del 30 % ya contemplada en la OC 40/2017—. Las prescripciones relativas al valor de su módulo dinámico y al de la deformación para un millón (10^6) de ciclos están en línea con lo dispuesto en el epígrafe 542.5.1.5 del PG-3 si bien se





establece ahora específicamente un valor máximo para el módulo.

- Lo anterior significa que ahora se ha introducido, para las mezclas bituminosas reutilizadas en caliente y semicaliente en central, la prescripción de dos ensayos, ampliamente conocidos, como son la determinación del módulo dinámico de las mezclas, según Norma UNE-EN 12697-26, y el ensayo de fatiga, según la Norma UNE-EN 12697-24.
- De esta manera, el módulo dinámico y la resistencia a la fatiga podrán ser empleados como especificaciones fundamentales en el diseño de las mezclas bituminosas reutilizadas en caliente y semicaliente en central y además se facilita el ir avanzando en la adecuada comparación entre sí, en cuanto al comportamiento frente a la fisuración y las acciones termo-mecánicas externas, de las mezclas reutilizadas y las mezclas convencionales.
- Es de destacar que, mediante estas especificaciones relativas a las mezclas bituminosas reutilizadas en caliente o semicaliente, se puede llegar a incorporar cualquier tipo de tasa de reutilización, y en cualquier categoría de tráfico, siempre que se cumplan las prescripciones habituales para las mezclas convencionales del art. 542 del PG-3.
- Por la disponibilidad de materiales que reutilizar existentes, y en aras de una mayor y mejor valorización, se amplía el espectro de aplicación de estas técnicas a obras de acondicionamiento de trazado, de ensanche y mejora de plataforma o de ampliación de carriles.
- Por cuestiones de economía y de sostenibilidad, se incentiva un mayor aprovechamiento de los materiales reutilizados de capas bituminosas, posibilitando el empleo de mayores proporciones de materiales reutilizados con respecto a la masa total de la mezcla, que las contempladas hasta ahora en la reglamentación normativa vigente.
- Se mejoran significativamente, y en su caso se concretan, los coeficientes de equivalencia de los materiales realizados con mezclas reutilizadas con respecto a las mezclas convencionales, de acuerdo con la experiencia y conocimientos adquiridos en estos años, así como al estado actual de las técnicas de reutilización.
- Dentro del marco de prescripciones de los betunes, se propicia la aplicación de diferentes innovaciones tecnológicas que permiten la disminución de las temperaturas de fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas.
- Empleo de equipos con dosificación en forma de lechada y con dosificador-distribuidor volumétrico con control programable en las reutilizaciones de capas de firme *in situ* con cemento, para obtener un material de mayor calidad, debido al mayor control del proceso y a la fiabilidad de dosificación, y con menores riesgos ambientales y de seguridad y salud.
- La entrada en vigor del mercado CE para un gran número de productos de construcción, que son reglamentados a través del articulado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales y



del Reglamento de Productos de Construcción, motiva que en los tres artículos del PG4 objeto de la presente Orden Circular sea obvia la obligatoriedad del marcado CE en los materiales básicos que se incorporen a las mezclas reutilizadas —razón por la que se hace referencia continua en ellos a los artículos 200, 202, 211, 212 y 214 del PG-3— y, en el caso particular del artículo 22 de esta Orden, a sus productos resultantes, al ser una unidad de obra cuyo material final obtenido puede ser semejante al especificado en el artículo 542 del PG-3.

- La adaptación a las nuevas nomenclaturas y ensayos de las normas europeas armonizadas (UNE-EN).

Los artículos 29, 40 y 51 y la Disposición final única del Reglamento General de Carreteras, aprobado por el Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre, modificado por los Reales Decretos 1911/1997, de 19 de diciembre, 597/1999, de 16 de abril, y 114/2001, de 9 de febrero, facultan al Ministro de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, a propuesta de la Dirección General de Carreteras, para aprobar las normas e instrucciones a las que deban atenerse los estudios, proyectos y obras de construcción y de conservación de la red de carreteras del Estado.

No obstante, resulta inexcusable el cumplimiento del procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas y de reglamentos relativos a los servicios de la sociedad de la información, previsto en la Directiva 98/34/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, modificada por la Directiva 98/48/CE, de 20 de julio de 1998, así como en el Real Decreto 1337/1999, de 31 de julio, que incorpora estas directivas al ordenamiento jurídico español y, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 24.1.c) de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, al trámite de audiencia que en ella se establece, proceso que consumirá algún tiempo.

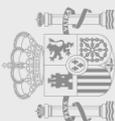
Por todo lo indicado, y a fin de contar con prescripciones técnicas actualizadas para el proyecto y la ejecución de la reutilización de firmes y pavimentos bituminosos, cuyo contenido ha sido suficientemente difundido y contrastado, para las actuaciones en la red de carreteras del Estado, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

Primero: Serán de aplicación en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares para obras de carreteras de los tipos especificados en el punto 5 de estas disposiciones, los artículos:

- Artículo 20. Reutilización *in situ* con emulsión de capas bituminosas.
- Artículo 21. Reutilización *in situ* con cemento de capas de firme.
- Artículo 22. Reutilización en caliente y semicaliente en central de capas bituminosas.

que se recogen como anexo a esta Orden Circular.

Segundo: Por consideraciones ambientales y de valorización de los materiales envejecidos por el uso en los firmes y pavimentos, en el análisis de soluciones en actuaciones de rehabilitación de un firme o de acondicionamiento de trazado, ensanche y mejora de plataforma, y ampliación de carriles, para cualquier categoría de tráfico pesado, será preceptivo tener en cuenta y priorizar las técnicas de reutilización incluidas como anejo



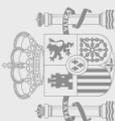


a esta Orden Circular, con las limitaciones y prescripciones indicadas en los puntos 3 y 4, siempre que la opción elegida sea ajustada desde el punto de vista técnico y económico, debiéndose tener en cuenta la afección al tráfico por las obras y, muy especialmente, los aspectos relacionados con la seguridad de la circulación viaria.

Tercero: Los criterios de aplicación de las técnicas de reutilización de firmes serán los siguientes:

- La reutilización en central en caliente de mezclas bituminosas podrá ser empleada en cualquier categoría de tráfico pesado y en cualquier capa bituminosa del firme.
- La reutilización en central en semi caliente de mezclas bituminosas podrá ser empleada en las categorías de tráfico pesado T1 a T4, y en cualquier capa del firme.
- Las mezclas bituminosas reutilizadas en central cumplirán lo indicado en el artículo 22 de esta Orden Circular y se emplearán de acuerdo con los criterios de tipo y espesor establecidos en la O.C. 1/2023.
- La reutilización *in situ* con emulsión de capas de firme podrá ser empleada en las categorías de tráfico pesado T1 a T4, en capas intermedias, de base y subbase. Cuando se proyecte una reutilización *in situ* con emulsión, de acuerdo con los criterios de la norma 6.3-IC Rehabilitación de firmes, sobre ella se proyectarán capas de mezcla en caliente o semicaliente, reutilizadas o no, en un espesor mínimo de:
 - o Ocho centímetros (8 cm) en la categoría de tráfico pesado T1 para lo que se dispondrán dos capas de manera que la capa de rodadura tenga un espesor de dos o tres centímetros (2-3 cm) y la capa intermedia un espesor de cinco o seis centímetros (5-6 cm).
 - o Cinco centímetros (5 cm) en las categorías de tráfico pesado T2 y T3. Si fuera preceptivo el empleo de mezclas del artículo 543, 544 o 545 en la capa de rodadura, entre ésta y la mezcla reutilizada *in situ* con emulsión se dispondrá una capa intermedia con espesor de cinco centímetros (5 cm).
 - o Para la categoría de tráfico pesado T4, sobre la mezcla reutilizada *in situ* con emulsión se dispondrá una capa de rodadura que podrá consistir en una mezcla bituminosa con un espesor mínimo de tres centímetros (3 cm) o, alternativamente, en dos capas de microaglomerado en frío (artículo 540 del PG-3).
- La reutilización *in situ* con cemento de capas de firme podrá ser empleada en las categorías de tráfico pesado T1 a T4, en capas de base y subbase. Cuando se proyecte una reutilización *in situ* con cemento, el firme se diseñará siguiendo los criterios de la norma 6.1-IC Secciones de firme, asumiendo que la reutilización *in situ* con cemento es equivalente un suelocemento (artículo 513 del PG-3).
- En los arcenes podrán emplearse todas las técnicas de reutilización indicadas en esta Orden Circular. En todos los casos se estará a lo dispuesto para ellos en el apartado 12.7 de la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes y, en el caso de las reutilizaciones *in situ* con cemento, además a lo indicado en el capítulo 7 de la Norma 6.1 IC Secciones de firme.

Cuarto: El dimensionamiento de las secciones de firme con materiales reutilizados se realizará mediante un estudio específico que incluya la identificación más completa posible del



material a reutilizar, determinando el módulo elástico y la ley de fatiga del producto resultante. En su defecto, se adoptarán como simplificación los coeficientes de equivalencia recogidos en la tabla 1, y se efectuará la evaluación de los espesores necesarios de acuerdo con la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes, según se trate de soluciones de eliminación parcial y reposición del firme o de recrecimiento del firme existente. En el caso de capas o materiales reutilizados con cemento, teniendo en cuenta su equivalencia estructural con el suelocemento, la determinación de los espesores necesarios se efectuará de acuerdo con la Norma 6.1 IC Secciones de firme.

Los coeficientes de equivalencia aquí recogidos son conformes con la experiencia y conocimientos adquiridos en estos años, así como al estado actual de las técnicas de reutilización.

TABLA 1 - COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA ESTRUCTURAL ENTRE UNA MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE O SEMICALIENTE Y LOS DIFERENTES TIPOS DE MATERIAL REUTILIZACIÓN

TIPO DE MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA
Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente (artículo 542 del PG-3)	1	$\epsilon_f = 6,925 \cdot 10^{-3} N^{-0,27243}$
Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente (artículo 542 del PG-3) de alto módulo	1,25	$\epsilon_f = 6,617 \cdot 10^{-3} N^{-0,27243}$
Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente (artículos 543, 544 y 545 del PG-3)	1	
Mezclas reutilizadas en caliente o semicaliente en central (artículo 22)	1 ⁽¹⁾	Ley específica
Mezclas reutilizadas en caliente o semicaliente en central (artículo 22) de alto módulo	1,25 ⁽¹⁾	Ley específica
Reutilización <i>in situ</i> con emulsión de capas de firme (artículo 20)	0,75 ⁽²⁾	Ley específica
Reutilización <i>in situ</i> con cemento de capas de firme (artículo 21)	Material semejante al suelocemento	

- (1) Con las restricciones establecidas en el artículo 22 respecto a los contenidos de asfalto recuperado, módulo de rigidez y comportamiento a fatiga. En particular, el coeficiente de equivalencia para las reutilizaciones de tipo 3 con más del 50 % de RA, será establecido por la Dirección General de Carreteras a la vista de los estudios realizados para cada caso concreto.
- (2) Si el mezclado se efectúa en una central de fabricación de mezclas de las especificadas en los artículos 542 del PG-3 o 22 de esta Orden Circular, podrá adoptarse el coeficiente de 0,80.



Quinto: Esta Orden Circular anula en todo su contenido a la Orden Circular 40/2017 de Reciclado de Firmes.

Sexto: En el articulado de esta Orden Circular se establece una serie de comprobaciones de la conformidad de los productos y los procesos incluidos en su ámbito que, en muchos casos, están referidos a normativa NLT, UNE, UNE-EN y UNE-EN ISO. A los efectos de esta Orden Circular, debe entenderse que las normas mencionadas en el articulado se refieren siempre a las versiones que se relacionan en el Anejo 1 del Anexo a esta Orden, salvo en el caso de normas UNE-EN que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de aplicación del Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia.

Séptimo: La relación de las versiones correspondientes a las normas referenciadas aplicables en cada caso se actualizará periódicamente, para acomodar su contenido al progreso de la técnica o a la normativa comunitaria.

Octavo: Esta Orden Circular será de aplicación a los siguientes proyectos y obras:

- Proyectos cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Orden Circular.
- Proyectos cuya aprobación precise información pública y ésta aún no haya sido realizada.
- En el resto de proyectos en redacción, así como en el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a las Subdirecciones Generales de esta Dirección General que corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el proyecto o el contrato para adecuarlo a lo previsto en esta Orden Circular.

Noveno: Esta Orden Circular entrará en vigor al día siguiente al de su firma.

Madrid, abril de 2023

El Director General de Carreteras

(fecha y firma digital al margen)

Juan Pedro Fernández Palomino

