



ORDEN CIRCULAR 40/2017 SOBRE RECICLADO DE FIRMES Y PAVIMENTOS BITUMINOSOS

El reciclado de firmes y pavimentos existentes comprende una serie de técnicas constructivas tendentes al máximo aprovechamiento de materiales envejecidos por el uso en la rehabilitación estructural de firmes y pavimentos de carretera. En el caso de los reciclados realizados *in situ*, los equipos de maquinaria integral y los sistemas constructivos específicos actuales para su ejecución permiten la consecución de unas técnicas eficientes y unos productos de alta calidad y homogeneidad, y a unos costes razonablemente competitivos frente a las soluciones tradicionales.

En el tiempo transcurrido tras la aprobación de la Orden Circular 8/2001 Reciclado de firmes, la experiencia adquirida en las obras realizadas y la evolución tecnológica de los equipos y sistemas constructivos, así como la necesidad de considerar las técnicas de reciclado como alternativas ineludibles en los proyectos de rehabilitación estructural de carreteras, aconsejan la actualización de las especificaciones sobre las técnicas de reciclado de firmes y pavimentos, por consideraciones ambientales, de seguridad vial y económicas.

El anejo de la mencionada orden circular hacía referencia a las tres técnicas más idóneas en aquel momento para la situación (tipología de las secciones estructurales y sus deterioros) existente en los firmes y pavimentos de nuestro país. Las técnicas aludidas eran: el reciclado *in situ* con emulsión de capas bituminosas; el reciclado *in situ* con cemento de capas de firme y el reciclado en central en caliente de capas bituminosas, desarrollándose para cada uno de estos tipos un artículo específico de prescripciones técnicas generales.

Con esta nueva orden circular se actualizan los mencionados artículos, con los que se pueden abordar estas técnicas específicas de valorización de materiales envejecidos por el uso. Un aspecto significativo de esta actualización es que se amplían los tipos de actuación de estas unidades de obra, así como se posibilita el aumento de las proporciones de material reciclado a incorporar y se minoran, dentro de lo técnicamente posible, las características iniciales de los productos susceptibles de ser reciclados.



Las posibilidades técnicas actuales para el reciclado de materiales de firmes y pavimentos son muy amplias y variadas. Sin embargo, esta orden circular contempla únicamente las tres técnicas recogidas en la O.C. 8/2001, por considerarlas suficientemente sancionadas por la experiencia en la red de carreteras del Estado, actualizándolas e introduciendo nuevas alternativas y variantes de valorización del residuo obtenido dentro de ellas, para propiciar su mayor aplicación en dicha red.

Conviene señalar de forma explícita algunas de las actualizaciones y novedades incluidas en esta orden circular, con respecto a la anterior:

- Por la disponibilidad de materiales a reciclar existentes, y en aras a 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.
- La posibilidad de aplicación de las tres técnicas de reciclado especificadas en categorías de tráfico pesado más altas que las indicadas en la O.C. 8/2001. En esta última consideración se ha tenido muy en cuenta no sólo la experiencia acumulada de los últimos quince años, sino también la cantidad y calidad de la maquinaria de reciclado *in situ* disponible y de las centrales de fabricación con equipamiento específico para las diferentes opciones de reciclado en caliente y semicaliente existentes.
- Por cuestiones de economía y de sostenibilidad, se incentiva un mayor aprovechamiento de los materiales reciclados de capas bituminosas, posibilitando el empleo de mayores proporciones de materiales reciclados con respecto a la masa total de la mezcla, en relación a la reglamentación vigente.
- Se mejoran y se concretan significativamente los coeficientes de equivalencia de los materiales realizados con mezclas recicladas con respecto a las mezclas convencionales, de acuerdo a la experiencia y conocimientos adquiridos en estos años, así como al estado actual de las técnicas de reciclado.
- 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.
- La utilización en los reciclados *in situ* con cemento de equipos con dosificación en forma de lechada y con dosificador-distribuidor volumétrico de la misma con



control programable, para obtener un material de mayor calidad, debido al mayor control del reciclado y a la fiabilidad de dosificación, y con menores riesgos ambientales y de seguridad y salud.

- La entrada en vigor del marcado 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. Por ello, en todo el texto incluido en estos tres artículos resulta obvia la obligatoriedad del marcado CE en los materiales básicos que se incorporen a las mezclas recicladas —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 Fomento, 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 debido a la necesidad de contar con unas prescripciones técnicas para el proyecto y la ejecución del reciclado de firmes y pavimentos



bituminosos, cuya 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:

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

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

que se recogen como anexo a esta Orden Circular.

2. 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 cuya superficie de aplicación sea superior a 70 000 m², y para cualquier categoría de tráfico pesado, será preceptivo tener en cuenta y priorizar las técnicas de reciclado 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.

3. Los criterios de aplicación de las técnicas de reciclado de firmes serán los siguientes:

- Sobre los materiales resultantes de la aplicación de cualquiera de las técnicas de reciclado consideradas en esta Orden Circular deberá disponerse siempre, en cualquier caso, capas de recrecimiento con mezclas bituminosas (artículos 542 y 543 del PG-3), con la excepción de los tráficos de categoría T2 a T4 según se indica en la tabla 1.
- Las técnicas de reciclado *in situ* en frío, con emulsión o con cemento, no podrán utilizarse en ningún caso en carreteras con categorías de tráfico pesado T00 y T0, con la excepción, que se indica posteriormente, de los arcenes.



- Se seguirán los criterios de aplicación de las técnicas de reciclado, que se recogen en la tabla 1, en función de la categoría de tráfico de las carreteras, así como lo indicado en el punto 4 sobre dimensionamiento de la sección del firme o del pavimento.

TABLA 1 – CRITERIOS DE APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE RECICLADO

TIPO DE RECICLADO	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00	T0	T1	T2	T3 y T4
En central	Reciclado + 10 cm (1)	Reciclado + 8 cm (1)	Reciclado + 5 cm (2)	Reciclado + 5 cm (2, 3)	Reciclado + rodadura (3, 4 ó 5)
<i>In situ</i> con emulsión	—	—	Reciclado + 8 cm (1)	Reciclado + 5 cm (2)	Reciclado + rodadura (3, 4 ó 5)
<i>In situ</i> con cemento	—	—	Reciclado + MBC	Reciclado + MBC	Reciclado + MBC

MBC Mezclas bituminosas (incluida capa de rodadura), con espesores de acuerdo con la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes.

- (1) **Espesor total mínimo de 8 o 10 cm**, en doble capa, siendo 3 o 4 cm el espesor correspondiente a la capa de rodadura, según se trate de una mezcla discontinua o drenante (art. 543 del PG-3), respectivamente.
- (2) **Espesor total mínimo de 5 cm en capa única**. Para el espesor mínimo se dispondrá una sola capa de mezcla bituminosa en caliente o semicaliente del tipo densa (D) o semidensa (S) (art. 542 del PG-3) de 5 cm de espesor. En el caso de ser preceptiva una capa de rodadura drenante o discontinua, el espesor mínimo se elevará a 8 cm y se aplicará lo indicado en (1).
- (3) Mezcla bituminosa en caliente o semicaliente del tipo densa (D) o semidensa (S) reciclada en central conforme a lo indicado en el artículo 22 en su apartado 22.3.
- (4) Mezcla bituminosa en caliente o semicaliente del tipo densa (D) o semidensa (S) (art. 542 del PG-3).
- (5) Microaglomerado en frío (art. 540 del PG-3).

- Carreteras con categoría de tráfico pesado T00 y T0

Solamente se podrán emplear en capas de reposición de calzada mezclas bituminosas recicladas en central, sobre las que se dispondrán mezclas bituminosas (artículo 542 del PG-3) en un espesor total mínimo de 10 cm u 8 cm —según sean categorías de tráfico pesado T00 o T0—, incluida la capa de rodadura correspondiente (artículo 543 del PG-3).

- Carreteras con categoría de tráfico pesado T1

Se podrán utilizar en capas de reposición de calzada las mezclas bituminosas recicladas en central en los mismos supuestos indicados para



las categorías de tráfico pesado T00 y T0, colocando capas de recrecimiento con mezclas bituminosas en un espesor total mínimo de 5 cm, en capa única. En el caso de ser preceptiva la utilización de una capa de rodadura drenante o discontinua (artículo 543 del PG-3), el espesor total de mezcla bituminosa utilizado se elevará hasta un mínimo de 8 cm, incluida la capa de rodadura correspondiente, ejecutándose en dos capas.

También podrán emplearse mezclas bituminosas recicladas *in situ* con emulsión en capas de reposición de calzada, cuando sobre ellas se coloquen capas de recrecimiento con mezclas bituminosas en un espesor total mínimo de 8 cm, incluida la capa de rodadura correspondiente.

En el caso de utilización de materiales granulares o tratados con cemento, el espesor de recrecimiento de mezclas bituminosas necesario se determinará siguiendo los criterios especificados en la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes o Norma 6.1 IC. Secciones de firme, según el tipo de obra o reciclado a realizar.

○ Carreteras con categoría de tráfico pesado T2

Se aplicarán los mismos criterios indicados para la categoría de tráfico pesado T1, con la salvedad de que podrán emplearse como capa de rodadura mezclas bituminosas calientes y semicalientes recicladas en central, de acuerdo con lo indicado en el artículo 22 en su apartado 22.3.

En el caso de empleo de mezclas bituminosas recicladas *in situ* con emulsión, el espesor total mínimo de las capas de recrecimiento con mezclas bituminosas, incluida la capa de rodadura, será de 5 cm.

○ Carreteras con categoría de tráfico pesado T3 y T4, incluidas las vías de servicio no agrícolas de autovías y autopistas.

Podrán utilizarse todas las técnicas de reciclado indicadas en esta orden circular, con la condición de disponer sobre cualquiera de ellas, como mínimo, una capa de mezcla bituminosa en caliente o semicaliente del tipo densa (D) o semidensa (S) (artículo 542 del PG-3) o de microaglomerado en frío (artículo 540 del PG-3).



- En los arcenes podrán emplearse todas las técnicas de reciclado indicadas en esta Orden Circular, con la excepción del reciclado *in situ* con cemento para las categorías de tráfico pesado T00. 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 los reciclados con cemento además a lo indicado en el capítulo 7 de la Norma 6.1 IC Secciones de firme.

4. El dimensionamiento de las secciones de firme con materiales reciclados se realizará mediante un estudio especial 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 2, 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 ó de recrecimiento del firme existente. Teniendo en cuenta su equivalencia estructural con el suelocemento, en el caso de capas o materiales reciclados con cemento, 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 los reflejados en la tabla 11.- Materiales para Rehabilitación Estructural de Firmes, del Anejo 2 de la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes, a los que se les ha añadido las precisiones y concreciones que figuran en las notas al pie de la tabla (1), (2) y (3), conforme a la experiencia y conocimientos adquiridos en estos años, así como al estado actual de las técnicas de reciclado.



TABLA 2 - COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA ESTRUCTURAL ENTRE UNA MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE O SEMICALIENTE Y LOS DIFERENTES TIPOS DE MATERIAL RECICLADO

TIPO DE MATERIAL	COEFICIENTE DE EQUIVALENCIA	LEY DE FATIGA	LIMITACIÓN DE ESPESOR (cm)
MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE O SEMICALIENTE (Densa, Semidensa y Gruesa)	1	$\epsilon_r = 6,925 \cdot 10^{-3} \cdot N^{0,27243}$	—
RECICLADO EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS	0,80 a 1 ⁽¹⁾	Ley específica	5 - 15
RECICLADO <i>IN SITU</i> CON EMULSIÓN DE CAPAS BITUMINOSAS	0,75 ⁽²⁾	Ley específica	6 - 12
RECICLADO <i>IN SITU</i> CON CEMENTO DE CAPAS DE FIRME	Material semejante al suelocemento		20 - 30 ⁽³⁾

- (1) El coeficiente de equivalencia dependerá de la proporción r de material bituminoso reciclado (RAP) utilizado, con el siguiente criterio: **1** si $15 < r \leq 30$; **0,9** si $30 < r \leq 60$ y **0,8** si $r \geq 60$.
- (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.
- (3) Este valor máximo podrá aumentarse hasta 35 cm, siempre y cuando el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique sistemas constructivos que garanticen una compacidad uniforme en todo el espesor de la capa.

5. Aunque los materiales especificados en el artículo 22 pueden ser técnicamente válidos también en cualquier tipo de obras de nueva construcción, el ámbito más específico de aplicación de esta Orden Circular y de su anejo se circunscribe a los siguientes tipos de proyectos, obras y actuaciones en general:

- Proyectos de acondicionamiento de trazado, ensanche y mejora de plataforma, y ampliación de carriles cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Orden Circular.
- Proyectos de rehabilitación de firmes y pavimentos de carreteras que estén en fase de redacción, o cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Orden Circular.
- En el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a las Subdirecciones Generales de Construcción o de Conservación de esta Dirección General, según corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el proyecto o el contrato para adecuarlo a lo previsto en esta Orden Circular.



6. Esta Orden Circular anula en todo su contenido a la Orden Circular 8/2001 Reciclado de firmes.

7. 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) n.º 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.

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

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

Madrid, 27 de Octubre de 2017
El Director General de Carreteras

Jorge Urrecho Corrales