

RECICLADO EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

22.1 DEFINICIÓN

Se define como material bituminoso a reciclar (RAP), el procedente de la disgregación de capas de mezclas bituminosas (rodadura, intermedia o base), obtenido mediante fresado o demolición, eventual trituración y posterior tratamiento y clasificación. Este material debe estar compuesto por áridos de buena calidad y granulometría continua, cubiertos por betún asfáltico envejecido.

Se define como reciclado en central de capas bituminosas la técnica de fabricación de mezclas bituminosas consistente en la utilización del RAP con la aportación de un betún asfáltico, áridos, polvo mineral, y eventualmente, aditivos, con los que se obtiene una mezcla bituminosa (caliente y semicaliente) de las especificadas en el artículo 542 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

La fabricación de una mezcla bituminosa reciclada en central incluye las siguientes operaciones previas a las especificadas en el mencionado documento reglamentario:

- Acopio del RAP procedente de firmes o pavimentos bituminosos envejecidos.
- Tratamiento del RAP (eventual trituración, eliminación de elementos metálicos contaminantes y clasificación por capas, tamaño, aplicación, etc.).
- Caracterización y acopio del RAP tratado.
- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo, con la adaptación de todos los materiales de aportación (áridos, ligante, etc.) a las características del árido y ligante procedente del RAP.

Todos los aspectos relativos a la puesta en obra y control de calidad de estos materiales se llevarán a cabo de conformidad a lo indicado en el artículo 542 del PG-3.

22.2 TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS RECICLADAS

22.2.1 En función de la temperatura

En función de la temperatura necesaria para su fabricación y puesta en obra, las mezclas bituminosas recicladas en central se clasifican en calientes y semicalientes, definidas en el artículo 542 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3). En estas últimas, el empleo de betunes especiales, aditivos u otros procedimientos, hace posible que la temperatura máxima a la salida del mezclador no sea superior a ciento cuarenta grados Celsius ($\neq 140$ °C).

22.2.2 En función de la proporción en masa de RAP

Una mezcla bituminosa reciclada contendrá una proporción en masa de RAP superior al quince por ciento ($> 15\%$) de la masa total de la mezcla. Si dicha proporción es igual o inferior al quince por ciento ($\leq 15\%$) se considerará dicho material como árido y ligante para la fabricación de mezclas tipo hormigón bituminoso de las especificadas en el artículo 542 del PG-3.

Las mezclas bituminosas recicladas en central se clasifican como de tipo 1 (tasa baja), tipo 2 (tasa media) o tipo 3, en función de la proporción de RAP en la masa total de la mezcla, de acuerdo a lo indicado en la tabla 22.1.

TABLA 22.1- CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS RECICLADAS

TIPO	CONTENIDO DE RAP (% sobre la masa total de la mezcla)	
	Límite inferior	Límite superior
1	>15	≤ 30
2	>30	≤ 60
3	>60	≤ 80

Para la ejecución de mezclas bituminosas recicladas del tipo 3, será preceptiva la autorización expresa de la Dirección General de Carreteras. Se realizará en el Proyecto un estudio técnico particularizado del RAP -por capas y características de los materiales-, y de la central de fabricación y sus instalaciones específicas. La central de fabricación de la mezcla reciclada y sus características así como las de las instalaciones específicas adicionales que sean necesarias se definirán

explícitamente y quedarán establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

22.3 UTILIZACIÓN DEL RAP

Todos los materiales recuperados de mezclas bituminosas podrán ser susceptibles de ser reciclados, incluidos los excedentes de fabricación de cualquier tipo de mezcla bituminosa que, sin presentar problemas de calidad en cuanto a sus componentes y envuelta, no hayan sido colocados en obra (material sobrante, rechazado en la extensión por baja temperatura, etc.), con las excepciones que se indican a continuación.

No podrán ser reciclados con las técnicas especificadas en este artículo aquellos materiales que procedan de pavimentos con deformaciones plásticas, o que contengan o se encuentren contaminados por sustancias potencialmente peligrosas. Tampoco lo podrán ser aquellos materiales bituminosos que presenten en su composición sustancias procedentes de la destilación de productos carbonosos, asbesto-amianto, ni ningún otro que esté clasificado como peligroso, o que no cumpla la legislación ambiental y de seguridad y salud vigente.

Las mezclas bituminosas recicladas en central no se podrán utilizar, en ningún caso, en capas de rodadura para las categorías de tráfico pesado T00 a T1. Solamente se podrán emplear para las categorías de tráfico pesado T2 a T4, cuando se trate de fabricar mezclas densas o semidensas, con RAP procedente de capas de rodadura envejecidas, las cuales deberán cumplir todas las prescripciones definidas para ellas en el artículo 542 del PG-3.

Las mezclas bituminosas recicladas en central podrán utilizarse en capas de base e intermedias de cualquier tipo, salvo para la fabricación de las mezclas de alto módulo (MAM), definidas en el artículo 542 del PG-3, que únicamente se admitirán en el caso de mezclas bituminosas recicladas del tipo 1.

22.4 MATERIALES

22.4.1. Consideraciones generales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el

Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones y de las instrucciones e información de seguridad del producto. Por su parte, el Contratista deberá verificar que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones contempladas en el Proyecto o, en su defecto, en este Pliego, debiendo adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones declaradas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

Independientemente de lo anterior, se estará además en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud, de producción, almacenamiento, gestión y transporte de productos de la construcción, de residuos de construcción y demolición, y de suelos contaminados.

22.4.2 Ligante hidrocarbonado de aportación

El ligante de aportación será seleccionado en función de la proporción y las características del ligante envejecido del RAP, de forma que al combinarse con éste se obtenga un ligante con características similares a las de los indicados en el artículo 542 del PG-3, en función de la capa de firme a la que se destine la mezcla bituminosa reciclada, de la zona térmica estival en que se encuentre y de la categoría de tráfico pesado.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado de aportación a emplear de acuerdo con los artículos 211 (excepto los betunes asfálticos duros recogidos en la tabla 211.2.b) ó 212 del PG-3 o, en su caso, con la reglamentación específica vigente de la Dirección General de Carreteras relativa a betunes con incorporación de caucho procedente de neumáticos fuera de uso (NFU), el cual deberá cumplir las especificaciones de los correspondientes artículos del PG-3 o de dicha reglamentación específica. Solamente se podrán utilizar betunes asfálticos duros en el caso de MAM en mezclas bituminosas recicladas del tipo 1.

En las mezclas bituminosas recicladas, se realizará un estudio completo tanto del ligante envejecido procedente del RAP como del ligante final. En este estudio se determinarán, además de la penetración con aguja (norma UNE-EN 1426) y de los valores del punto de reblandecimiento (método del anillo y bola, norma UNE-EN 1427), el punto de fragilidad Fraass (norma UNE-EN 12593) y, en su caso, la cohesión (fuerza-ductilidad, normas UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703, para betunes modificados y solamente sobre el ligante final), de forma que se asegure que éste presenta unas características similares a los betunes especificados en el artículo 542 del PG-3.

El Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá establecer la necesidad de realizar adicionalmente otro tipo de ensayos, como la determinación de la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (norma UNE-EN 13302) y la determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (norma UNE-EN 14770).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá establecer el empleo de aditivos, tales como activantes o rejuvenecedores, que mejoren las características del ligante envejecido y del betún asfáltico resultante.

22.4.3 Áridos de aportación

Los áridos de aportación a emplear en las mezclas bituminosas recicladas en central deberán cumplir las correspondientes especificaciones recogidas en el artículo 542 del PG-3.

22.4.4 Características del RAP y su tratamiento

A la central de fabricación podrán llegar materiales bituminosos procedentes de firmes y pavimentos de distintas características, los cuales se acopiarán para su eventual tratamiento y posterior utilización. En todo caso, el RAP acopiado no contendrá más de un veinte por ciento ($\leq 20\%$) de mezclas bituminosas distintas de las contempladas en el artículo 542 del PG-3. Cuando contenga una proporción superior al veinte por ciento ($>20\%$) de microaglomerados en frío, mezclas bituminosas drenantes y discontinuas, deberá acopiarse de forma independiente y ser objeto de un estudio diferenciado de su aprovechamiento.

En principio, y como se especifica en el apartado 22.3 de este artículo, todos los

materiales procedentes de mezclas bituminosas en caliente pueden ser susceptibles de ser reciclados, con las excepciones que allí se indican. Sobre los que contengan en su composición original adiciones modificadoras de la reología del ligante bituminoso o del comportamiento resistente de la mezcla bituminosa (fibras, productos elastoméricos, etc.), se hará un estudio especial ante una eventual emisión de contaminantes a la atmósfera durante el proceso de fabricación de la nueva mezcla.

El RAP que se incorpore al proceso de producción será homogéneo, no contendrá partículas de tamaño superior a veintidós milímetros ($\neq 22$ mm) ni ningún tipo de elemento contaminante potencialmente peligroso, y estará totalmente caracterizado y referenciado. Si fuera necesario se someterá en la central a un tratamiento previo de trituración, eliminación de elementos metálicos contaminantes y homogeneización mediante clasificación, para convertirlo en material apto para su uso en una mezcla bituminosa reciclada. Estos procesos convertirán el producto original acopiado en un RAP tratado.

22.4.4.1 Homogeneidad

Para la utilización de cualquier acopio de RAP tratado, la granulometría de los áridos tras la extracción del ligante, el contenido de éste y su penetración, deberán cumplir las tolerancias indicadas en la tabla 22.2, respecto a los valores especificados en la fórmula de trabajo.

TABLA 22.2 – TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

CARACTERÍSTICA		NORMA	UNIDAD	TOLERANCIA
GRANULOMETRÍA CERNIDO TAMICES (mm)	>2	UNE-EN 933-2	% sobre masa total material en seco	± 4
	>0,063 y ≤ 2			± 2
	0,063			± 1
CONTENIDO DE LIGANTE		UNE-EN 12697-1		$\pm 0,3$
PENETRACIÓN DEL LIGANTE RECUPERADO		UNE-EN 1426	(1/10) mm	± 4

22.4.4.2 Sustancias sólidas contaminantes

Además de lo especificado en el apartado 2.3 de este artículo, el RAP tratado

estará exento de materiales procedentes de residuos de construcción y demolición, y especialmente de aquellos que en la fabricación de la mezcla reciclada pudieran producir merma en sus propiedades o contaminación. El contenido de materia extraña gruesa y fina para el grupo 1 y 2 de materiales (norma UNE-EN 12697-42) deberá ser inferior al uno por ciento (< 1%) en masa para el grupo 1 y del uno por mil (< 1‰) en masa para el grupo 2.

22.4.4.3 Ligante hidrocarbonado

El ligante hidrocarbonado procedente del RAP tratado, deberá ser susceptible de mezclarse homogéneamente con el de aportación y dar lugar a un producto de características similares a los betunes especificados en el artículo 542 del PG-3.

22.4.4.4 Áridos

Los áridos procedentes del RAP tratado no presentarán signos de meteorización y tendrán las propiedades de dureza y calidad semejantes a las exigidas a los áridos de aportación. Cumplirán las especificaciones del artículo 542 del PG-3 y sus propiedades se evaluarán directamente con los ensayos establecidos en el mismo.

22.4.5 Aditivos

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, establecerán las especificaciones que tendrán que cumplir tanto los aditivos empleados, como las mezclas bituminosas recicladas resultantes. Los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea del aditivo, deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

22.5 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La designación y características de la mezcla bituminosa reciclada en central serán fijadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de entre las especificadas en el artículo 542 del PG-3, con las complementarias indicadas a continuación en este apartado.

La denominación del tipo de mezcla bituminosa reciclada en central se compondrá añadiendo a la denominación del tipo de mezcla correspondiente del artículo

542 del PG-3 la letra "R" y dos dígitos que indiquen la proporción de RAP empleado en la mezcla (por ejemplo: AC 22 base 50/70 G R30). Cuando la mezcla bituminosa reciclada sea semicaliente, se añadirá esta palabra al final de la designación de la mezcla.

La dotación total de ligante hidrocarbonado (el de aportación más el procedente del RAP), expresada en proporción en masa sobre el total de la mezcla, no será inferior en ningún caso al cuatro por ciento ($\neq 4\%$) en capas intermedias y de base, y al cinco por ciento ($\neq 5\%$) en capas de rodadura, incluidas las correspondientes tolerancias indicadas en la tabla 22.2.

La dotación de ligante de aportación será como mínimo del cincuenta por ciento (50 %) de la del ligante hidrocarbonado de la mezcla reciclada, incluyendo en la misma la correspondiente al eventual empleo de aditivos o ligantes rejuvenecedores.

22.6 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El equipo necesario para la ejecución de las obras cumplirá con las especificaciones establecidas en el artículo 542 del PG-3, teniendo en cuenta además las prescripciones adicionales indicadas en este apartado.

22.6.1 Centrales de fabricación de la mezcla reciclada

22.6.1.1 Instalaciones de tratamiento del RAP original

Previamente a su acopio en la central de fabricación se procederá al tratamiento del RAP original, realizándose las operaciones que sean necesarias para su homogeneización y adecuada clasificación.

Si el RAP original contiene partículas de tamaño superior a veintidós milímetros ($\neq 22\text{ mm}$) se someterá en la central a un tratamiento previo de trituración y mezclado, para lo que se usarán instalaciones de machaqueo que proporcionen un producto granular uniforme con la menor cantidad posible de elementos finos, entendiendo como tales a aquellos de tamaño inferior a dos milímetros ($< 2\text{ mm}$).

En el caso de que haya elementos contaminantes de tipo metálico se dotará a la

instalación de un dispositivo específico para su detección y eliminación.

Los sistemas de clasificación empleados deberán permitir separar el producto resultante de las operaciones anteriores en al menos dos (2) fracciones, siendo la más fina de tamaño máximo nominal inferior a ocho milímetros (< 8 mm).

22.6.1.2 Central de fabricación

La central de fabricación (de funcionamiento continuo o discontinuo) dispondrá de, al menos, dos (2) tolvas adicionales para el RAP tratado, y será capaz de incorporarlo durante el proceso de mezcla sin afección negativa a los materiales constituyentes, en especial, al ligante de aportación.

En ningún caso se calentará el RAP a una temperatura superior a la del nuevo ligante incorporado, ni los áridos de aportación a más de doscientos veinte grados Celsius ($\neq 220^{\circ}\text{C}$).

Los gases producidos en el calentamiento de la mezcla, deberán ser recogidos durante el proceso de fabricación, evitando en todo momento su emisión directa a la atmósfera sin un tratamiento previo. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental y de seguridad y salud.

22.6.1.2.1 Funcionamiento continuo

En centrales de fabricación continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación del RAP tratado será ponderal y deberá poder tener en cuenta su humedad, para ajustar la dosificación en función de ella. La central dispondrá de un sistema que permita la incorporación del RAP por detrás del quemador, en un anillo intermedio al tambor, de forma que no exista riesgo de contacto con la llama.

Cuando la mezcla bituminosa reciclada sea de tasa baja (tipo 1 de la tabla 22.1), el flujo de áridos en el secador-mezclador no coincidirá con el de circulación de los gases (flujo en contracorriente), de manera que se evite la exposición directa a la llama de dichos materiales.

Cuando la mezcla bituminosa reciclada sea de tasa media (tipo 2 de la tabla 22.1), el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará sus características, y las de la central de fabricación y sus instalaciones específicas adicionales.

22.6.1.2.2 Funcionamiento discontinuo

Para las mezclas bituminosas recicladas de tasa baja (tipo 1 de la tabla 22.1), se admitirá la incorporación en frío del RAP en el mezclador siempre que tenga una dosificación ponderal específica e independiente.

Para la fabricación de mezclas bituminosas recicladas de tasa media (tipo 2 de la tabla 22.1), las centrales tendrán un tambor secador independiente para el RAP. Además deberán estar provistas de silos para almacenar en caliente el RAP y de un sistema de dosificación ponderal específico e independiente del mismo.

22.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se cumplirán las prescripciones establecidas en el artículo 542 del PG-3 teniendo en cuenta, además, las prescripciones complementarias indicadas a continuación.

22.7.1 Fabricación de la mezcla reciclada

22.7.1.1 Acopio y tratamiento del RAP original

22.7.1.1.1 Consideraciones generales

El RAP podrá emplearse en la misma obra de la que procede o acopiarse para su posterior utilización en otro lugar. Deberá llevarse un registro de la procedencia del RAP, identificando y acopiando por separado los materiales procedentes de mezclas bituminosas distintas de las definidas en el artículo 542 del PG-3.

Se examinará la descarga al acopio desechando los materiales que a simple vista presenten elementos contaminantes.

También se acopiarán de forma independiente los materiales para los que sea necesario realizar un estudio diferenciado de su aprovechamiento, según el epígrafe 22.4.4, hasta su aceptación o rechazo.

El RAP original se tratará y mezclará para su homogeneización y eventual descontaminación, según lo indicado el epígrafe 22.6.1.1.

22.7.1.1.2 Caracterización de los acopios del RAP tratado

Una vez tratado, el RAP se dispondrá en acopios homogéneos. Para que un acopio se considere homogéneo deberá quedar identificado y caracterizado por los ensayos del epígrafe 22.8.1, con las tolerancias establecidas en la tabla 22.2. Los materiales que cumplan los criterios de homogeneidad se podrán acopiar juntos y podrán emplearse en la fabricación de mezcla bituminosa reciclada en central con una misma fórmula de trabajo.

Los acopios homogéneos de RAP serán considerados como lotes aislados, evitando que se mezclen y contaminen entre ellos. El volumen de cada uno de estos acopios será el suficiente para garantizar, al menos, el trabajo de un día o la producción requerida si ésta es menor, con objeto de no cambiar la fórmula de trabajo y poder controlar e identificar adecuadamente la mezcla fabricada.

Los acopios deberán estar formados por tongadas horizontales de espesor no superior a un metro y medio ($\neq 1,5$ m), en una zona bien drenada y, preferiblemente, pavimentada. Si se dispusieran sobre el terreno natural no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Deberá vigilarse su altura para evitar que el RAP se aglomere, especialmente con temperaturas elevadas, limitándose a tres metros ($\neq 3$ m) cuando se prevean temperaturas superiores a los treinta grados Celsius ($> 30^{\circ}\text{C}$).

Los acopios deberán estar cubiertos si las condiciones meteorológicas son desfavorables y el tiempo de almacenamiento se reducirá al mínimo posible para evitar que el contenido de humedad aumente en exceso.

22.7.1.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La fabricación y puesta en obra de la mezcla bituminosa reciclada no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de las Obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación, de acuerdo con lo indicado en el artículo 542 del PG-3.

La fórmula de trabajo fijará, además de las características establecidas en el mencionado artículo, las siguientes especificaciones:

- Proporción en masa de las fracciones del RAP tratado, referido a la masa total de mezcla bituminosa fabricada.
- Granulometría del árido contenido en las fracciones del RAP tratado (norma UNE-EN 933-2, serie R 20 de la norma UNE 7050-2), y contenido de ligante hidrocarbonado del RAP, referido a la masa total del mismo.
- La identificación y proporción de cada fracción del árido de aportación (incluido el polvo mineral de aportación) en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente, referidas a la masa total.
- Granulometría de los áridos de la mezcla bituminosa fabricada (norma UNE-EN 933-2, serie R 20 de la norma UNE 7050-2).
- Tipo, características y dosificación del ligante hidrocarbonado de aportación, referido a la masa total de la mezcla bituminosa fabricada.
- Tipo y dotación de aditivos, referida a la masa total del ligante y, en su caso, el tipo y la dotación de las adiciones, referida a la masa total del árido combinado.
- Densidad mínima a alcanzar.

Además se indicarán:

- Los tiempos a exigir para la mezcla del RAP y los áridos de aportación, y del conjunto con el ligante de aportación.
- Las temperaturas máxima y mínima y la humedad máxima del RAP en la tolva y en la báscula de dosificación a la entrada del mezclador.
- La temperatura máxima de calentamiento del árido de aportación.
- En el caso de que se empleen aditivos o adiciones, se indicarán las prescripciones sobre su incorporación.

Los tiempos de mezclado del RAP con los áridos y el ligante de aportación (y el eventual producto rejuvenecedor), vendrán determinados por la homogeneidad de la mezcla, la total desaparición de los nódulos del RAP y la integración de todos los ligantes presentes. El tiempo total de permanencia de la mezcla bituminosa reciclada en el mezclador será aquel que garantice un amasado uniforme homogéneo y eficaz (reblandecimiento del ligante envejecido), y deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

22.7.1.3 Fabricación de la mezcla

En todos los casos, los dosificadores de áridos en frío y del RAP se regularán de forma que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo. Su caudal se ajustará a la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador de áridos y del calentador o de la tolva de regulación del RAP.

22.7.1.3.1 Central con secador-mezclador continuo

La central tendrá un secador que funcionará en contracorriente y un tambor mezclador independiente con incorporación del RAP tratado fuera de la zona de altas temperaturas y de la corriente de gases calientes. La proporción máxima de material reciclado vendrá determinada por la limitación del calentamiento de los áridos de aportación a una temperatura inferior a doscientos veinte grados Celsius (< 220°C).

La temperatura de calentamiento de los áridos de aportación, se determinará según la fórmula:

$$T = \frac{T_f - R \cdot T_{RAP}}{1 - R} + [H_{RAP} \cdot (637 - T_{RAP}) \cdot 4R \cdot (1 - R)]$$

Siendo:

- T: Temperatura de calentamiento de los áridos de aportación (°C).
- T_f: Temperatura final de la mezcla reciclada (°C).
- T_{RAP}: Temperatura del RAP (°C).
- R: Porcentaje de RAP (en tanto por uno).
- H_{RAP}: Humedad del RAP (en tanto por uno).

Cuando la mezcla bituminosa reciclada sea de tasa media (tipo 2 de la tabla 22.1), el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará las características de la central de fabricación y del material reciclado resultante.

22.7.1.3.2 Central con mezclador discontinuo

En las mezclas bituminosas recicladas de tasa baja (tipo 1 de la tabla 22.1), cuando el RAP tratado se incorpore al mezclador a temperatura ambiente, podrán existir dos configuraciones posibles de las instalaciones:

- El RAP proveniente de una tolva de pesaje independiente se llevará a otra de

regulación en caliente situada junto a las de los áridos de aportación, y desde esta, a través del circuito convencional de pesada, se incorporará al mezclador. La capacidad del sistema de extracción de vapor deberá ser superior al de una central convencional.

- Se podrá mantener el circuito convencional de áridos de aportación hasta el mezclador, y el RAP se incorporará directamente al mismo, proveniente de una tolva específica conectada a un sistema de pesaje continuo y con un sistema de cinta o elevador de cangilones.

Para posibilitar la transferencia de calor de los áridos de aportación al RAP y que se produzca el reblandecimiento del ligante presente en el mismo, se deberá garantizar que se produce una envuelta en seco (amasada en blanco) suficiente en el mezclador, previa a la inyección del ligante de aportación. Dicho tiempo de mezclado en seco deberá ser aprobado por el Director de las obras.

El tiempo del ciclo de la mezcla (incluido el realizado en seco), será el necesario para eliminar la humedad del RAP, obtener una distribución homogénea del mismo con los áridos de aportación, y garantizar la integración conjunta de todos los materiales y ligantes incorporados, así como la completa desaparición de los nódulos del RAP. El tiempo de ciclo de la mezcla, que deberá ser sensiblemente superior al necesario para fabricar una mezcla bituminosa convencional sin material reciclado, será aprobado por el Director de las Obras.

Para las mezclas bituminosas recicladas de tasa media (tipo 2 de la tabla 22.1), la central de fabricación deberá estar provista de un segundo tambor secador, cuya misión será la de calentar el RAP a una temperatura superior a la ambiente, pero limitada a ciento cuarenta grados Celsius ($\geq 140^{\circ}\text{C}$) para evitar un mayor envejecimiento del betún contenido en el material.

22.8 CONTROL DE CALIDAD

Se cumplirán las prescripciones establecidas en el artículo 542 del PG-3, teniendo en cuenta además las prescripciones complementarias siguientes.

22.8.1 Control de procedencia de los materiales

En el caso de productos que dispongan del marcado CE, de acuerdo con el Reglamento 305/2011, para el control de procedencia de los materiales, se llevará a cabo la verificación de que los valores declarados en los documentos que acompañan al marcado CE cumplan las especificaciones establecidas en este artículo. Independientemente de la aceptación de la veracidad de las propiedades referidas en el marcado CE, si se detectara alguna anomalía durante el transporte, almacenamiento o manipulación de los productos, el Director de las Obras, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos sobre los materiales suministrados a la obra, al objeto de asegurar las propiedades y la calidad establecidas en este artículo.

En el caso de productos que no tengan la obligación de disponer de marcado CE por no estar incluidos en normas armonizadas, o corresponder con alguna de las excepciones establecidas en el artículo 5 del Reglamento, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes del apartado 542.9 del PG-3, con las prescripciones complementarias indicadas en este artículo.

22.8.2 Control de procedencia del RAP

Además de su caracterización en la carretera de la que provenga, el RAP tratado deberá serlo también en los acopios, especialmente cuando proceda de distintos orígenes, para lo que se tomarán muestras con objeto de analizar su homogeneidad y poder caracterizar dichos acopios. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se separará por fracciones el RAP tratado para poder garantizar la homogeneidad de la granulometría y del contenido de ligante. Dicha separación se realizará en al menos dos (2) fracciones, siendo la más fina con tamaño máximo nominal inferior a ocho milímetros (8 mm).
- Si a lo largo de la obra la composición o propiedades del RAP tratado o el contenido de ligante varían, dicho material se dispondrá en acopios separados, correctamente identificados y con la trazabilidad que permita identificar su procedencia.

Para ello, por cada mil toneladas (1 000 t) de acopio de RAP tratado, si se va a emplear en la fabricación de la mezcla una proporción de RAP de tasa baja (tipo 1 de la tabla 22.1), o por cada quinientas toneladas (500 t) de acopio, si se va a emplear

una proporción superior (tipos 2 ó 3 de la tabla 22.1), se tomarán cinco (5) muestras, y de cada una de ellas se determinará:

- Granulometría del material disgregado (norma UNE-EN 933-1).
- Contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1).
- Granulometría de los áridos recuperados (norma UNE-EN 12697-2).

Además, en dos (2) de dichas muestras se determinará también:

- Coeficiente de Los Ángeles del árido recuperado (norma UNE-EN 1097-2).
- Densidad y absorción de agua del árido grueso y fino recuperados (norma UNE-EN 1097-6).
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura (norma UNE-EN 1097-8).
- Penetración con aguja del ligante recuperado (norma UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (norma UNE-EN 1427).
- Índice de penetración del ligante recuperado (Anexo A de las normas UNE-EN 12591 o UNE-EN 13924-1).
- Punto de fragilidad Fraass (norma UNE-EN 12593).
- Cohesión (fuerza-ductilidad, normas UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703), en el supuesto de que el RAP tuviera ligante modificado.

Adicionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrán establecer la necesidad de realizar otro tipo de ensayos, como son la determinación de la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (norma UNE-EN 13302) y la determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (norma UNE-EN 14770).

22.8.3 Control de calidad de los acopios de RAP

Se examinará cada acopio homogéneo de RAP desechando los que no cumplan con los límites de tolerancias de granulometría y de contenido de ligante establecidos en la tabla 22.2, y se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores, así como el de los accesos.

Sobre cada acopio que se utilice se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos una (1) vez al día:

- Contenido de humedad del acopio (norma UNE-EN ISO 17892-1).
- Contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1).
- Granulometría de los áridos recuperados (norma UNE-EN 12697-2).

Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Penetración con aguja del ligante recuperado (norma UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (norma UNE-EN 1427).
- Índice de penetración del ligante recuperado (Anexo A de las normas UNE-EN 12591 o UNE-EN 13924-1).

Adicionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrán especificar alguna de las características complementarias, como son el punto de fragilidad Fraass (norma UNE-EN 12593), la cohesión (fuerza-ductilidad, normas UNE-EN 13589 y UNE-EN 13703), la viscosidad dinámica usando un viscosímetro de rotación de aguja (norma UNE-EN 13302), y el módulo complejo de corte y el ángulo de fase mediante reómetro de corte dinámico (norma UNE-EN 14770).

22.8.4 Control de fabricación

En centrales continuas, antes de comenzar la fabricación, se determinará el tiempo de mezclado realizando amasadas con la dosificación prevista de RAP y áridos de aportación, sin adición de ligantes ni polvo mineral, y a la temperatura prescrita, estableciendo así el tiempo necesario de amasado para que el RAP eleve su temperatura y se homogenice con la mezcla reciclada.

En centrales discontinuas, antes de comenzar la fabricación en régimen normal de producción, se tomarán muestras del RAP a la entrada del proceso y tras su calentamiento a la temperatura prescrita, se llevarán a cabo los ensayos de determinación del contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1) y de las características del ligante recuperado (norma UNE-EN 12697-3), determinando la penetración (norma UNE-EN 1426) y el punto de reblandecimiento (norma UNE-EN 1427).

22.9 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Se cumplirán las prescripciones establecidas en el artículo 542 del PG-3, teniendo en cuenta además las siguientes prescripciones adicionales.

22.9.1 Resistencia a tracción indirecta seca y húmeda

De cada lote definido en el artículo 542 del PG-3 se extraerán testigos (norma UNE-EN 12697-27), aleatoriamente situados, y sobre ellos se determinará la resistencia a tracción indirecta (norma UNE-EN 12697-12), a la temperatura de quince grados Celsius (15 °C) y según el procedimiento descrito en la citada norma, que deberá cumplir los valores indicados en la tabla 22.3:

TABLA 22.3 – RESISTENCIA MÍNIMA A TRACCIÓN INDIRECTA DE LOS TESTIGOS

TIPO DE MEZCLA	RESISTENCIA MEDIA (MPa) (*)			
	ACEPTACIÓN		PENALIZACIÓN	
	Seca (ITS _d)	Húmeda (ITS _w)	Seca (ITS _d)	Húmeda (ITS _w)
Densa (D) y Semidensa (S)	1,7	1,5	1,4	1,2
Gruesa (G)	1,4	1,2	1,2	1,0

(*) Directamente sobre los testigos extraídos, en número no inferior a tres (≥ 3) para cada tipo de resistencia.

La resistencia media de los testigos húmeda deberá ser siempre superior al setenta y cinco por ciento (>75%) de la resistencia seca.

Si no se cumplieran los requisitos anteriores, se procederá de la siguiente manera:

- Si no se cumple la prescripción del setenta y cinco por ciento (75%) de la relación de resistencia, se aplicará una penalización del tres por ciento (3%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.
- Si la resistencia media seca, o húmeda, está entre los niveles de aceptación y penalización, se aplicará una penalización del diez por ciento (10%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.
- Si la resistencia media seca, o húmeda, de la mezcla es inferior al umbral de penalización, se demolerá mediante fresado la capa correspondiente al lote controlado y se repondrá con una mezcla aceptada por el Director de las Obras, por cuenta del Contratista. El producto resultante de la demolición será tratado como residuo de construcción y demolición, según la legislación

ambiental vigente, o empleado, si es posible, como indique el Director de las Obras, a cargo del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un ($\neq 1$) individuo de la muestra ensayada del lote aceptado (con o sin penalización) presente resultados inferiores al especificado en más de un veinte por ciento ($>20\%$) de los valores prescritos en la tabla 22.3. De no ser así, se aplicará una penalización del tres por ciento (3%) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado, con independencia de otras penalizaciones que pudieran haberse aplicado con anterioridad.

22.10 MEDICIÓN Y ABONO

La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas recicladas en central se abonará por toneladas (t), según su tipo (tipo 1, 2 o 3), obtenidas multiplicando las dimensiones señaladas para cada capa en los Planos del Proyecto por los espesores y densidades medios deducidos de los ensayos de control de cada lote. En dicho abono se considerará incluido el de los áridos (incluso los procedentes del RAP tratado) y el del polvo mineral. No serán de abono los sobreanchos laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes.

El polvo mineral de aportación y las eventuales adiciones a la mezcla bituminosa, sólo se abonarán aparte si así lo previera explícitamente el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Cuadro de Precios del Proyecto, y su medición estuviera prevista en el Presupuesto del Proyecto. Su abono se hará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puesta en obra por su dotación media en las mismas.

Dentro de cada tipo de mezcla bituminosa reciclada en central, el precio se indicará por porcentaje de RAP utilizado, agrupándose por intervalos no inferiores al cinco por ciento ($\neq 5\%$).

El ligante de aportación, con la inclusión del eventual producto rejuvenecedor, medido por toneladas (t) se abonará aparte. No será objeto de abono el ligante del RAP.

El proyecto incluirá, además de los áridos, un precio auxiliar del RAP que tenga en cuenta las operaciones de tratamiento, clasificación, acopio e incorporación a la central de fabricación.

En los artículos del anexo de esta Orden Circular se establecen 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 se refieren siempre a las versiones que se relacionan en este anejo, 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 Europeo de Productos de la Construcción UE 305/2011, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia.

Las normas aquí recogidas podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos Estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas idénticas.

La relación de las versiones correspondientes a las normas referidas, aplicables en cada caso, con referencia a su fecha de aprobación, es la que se indica a continuación.

Artículo derogado por la OC 2/2023

ART.22.-RECICLADO EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

UNE 7050-2: 1997	Tamices y tamizado de ensayo. Parte 2: Telas metálicas, chapas perforadas y láminas electroformadas. Medidas nominales de las aberturas.
UNE 103900: 2013	Determinación <i>in situ</i> de la densidad y de la humedad de suelos y materiales granulares por métodos nucleares: pequeñas profundidades.
UNE-EN 933-1: 2012	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
UNE-EN 933-2: 1996	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
UNE-EN 933-2/1M: 1999	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas.
UNE-EN 1097-2: 2010	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
UNE-EN 1097-6: 2014	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 6: Determinación de la densidad de partículas y la absorción de agua.

UNE-EN 1097-8: 2010	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.
UNE-EN 1097-8: 2010/1M: 2012	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.
UNE EN 1426: 2015	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de la penetración con aguja.
UNE EN 1427: 2015	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de reblandecimiento – Método del anillo y bola.
UNE EN 12591: 2009	Betunes y ligantes bituminosos – Especificaciones de betunes para pavimentación.
UNE EN 12593: 2015	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación del punto de fragilidad Fraass.
UNE-EN 12697-1: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
UNE-EN 12697-2: 2015	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.
UNE-EN 12697-3: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio.
UNE-EN 12697-12: 2009	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa.
UNE-EN 12697-27: 2001	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 27: Toma de muestras.
UNE-EN 12697-42: 2013	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto reciclado.
UNE-EN 13302: 2010	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica de los ligantes bituminosos usando un viscosímetro de rotación de aguja.
UNE-EN 13589: 2008	Betunes y ligantes bituminosos – Determinación de las propiedades de tracción de betunes modificados por el método de fuerza-ductilidad.

UNE-EN 13587: 2017	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las propiedades de tracción de los ligantes bituminosos por el método del ensayo de tracción.
UNE-EN 13924-1: 2016	Betunes y ligantes bituminosos. Marco para la especificación de los betunes especiales para pavimentación. Parte 1: Betunes duros para pavimentación.
UNE-EN 14770: 2012	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del módulo complejo de corte y del ángulo de fase usando un reómetro de corte dinámico (Dynamic Shear Rheometer (DSR)).
UNE-EN ISO 17892-1: 2015	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 1: Determinación de la humedad.

Artículo derogado por la O.C. 2/2023