

REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

22.1 DEFINICIÓN

Se define como material bituminoso a reutilizar o asfalto recuperado (RA), 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 cubiertos por betún asfáltico envejecido.

Se define como reutilización en central de capas bituminosas la técnica de fabricación de mezclas bituminosas consistente en la utilización del RA con la aportación de un betún asfáltico, áridos, polvo mineral, y eventualmente, aditivos, con los que se obtiene una mezcla bituminosa (caliente o semicaliente) de las especificadas en los artículos 542, 543 y 544 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Cuando el RA a emplear en las mezclas bituminosas no provenga de un gestor autorizado sino de la propia obra, la fabricación de una mezcla bituminosa reutilizada en central incluye las siguientes operaciones previas a las especificadas en los mencionados artículos del PG-3:

- Acopio del asfalto retirado procedente de firmes o pavimentos bituminosos envejecidos.
- Tratamiento del asfalto retirado mediante su eventual trituración, eliminación de elementos metálicos contaminantes y clasificación por capas, tamaño, aplicación, etc.
- Caracterización y acopio del asfalto tratado.

En todos los casos, antes de su empleo se procederá al 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 procedentes del RA.

Todos los aspectos relativos a la puesta en obra y control de calidad de estos materiales se llevarán a cabo de conformidad con lo indicado en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3, según corresponda a la mezcla bituminosa a fabricar.

22.2 TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS REUTILIZADAS

22.2.1 En función de la temperatura

En función de la temperatura necesaria para su fabricación y puesta en obra, las mezclas bituminosas reutilizadas en central se clasifican en calientes y semicalientes, tal y como están definidas en el artículo 545 aprobado mediante la O.C. 3/2022. 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 (≤ 140 °C).

22.2.2 En función de la proporción en masa de RA

Las mezclas bituminosas reutilizadas en central se clasifican en función de la proporción de RA en la masa total de la mezcla, de acuerdo con lo indicado en la tabla 22.1.

TABLA 22.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS REUTILIZADAS

TIPO	CONTENIDO DE RA (% sobre la masa total de la mezcla)	
	Límite inferior	Límite superior
0	-	≤ 15
1	>15	≤ 30
2	> 30	≤ 50
3	> 50	≤ 80

Para la ejecución de mezclas bituminosas reutilizadas del tipo 3, será preceptiva la autorización expresa de la Dirección General de Carreteras. Se realizará en el Proyecto un estudio técnico particularizado del RA, y de la central de fabricación y sus instalaciones específicas. La central de fabricación de la mezcla reutilizada 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 REUTILIZACIÓN DEL ASFALTO RECUPERADO

Todos los materiales recuperados de mezclas bituminosas podrán ser susceptibles de ser reutilizados, 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 reutilizados 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 tipo alquitrán, 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 reutilizadas en central podrán utilizarse en capas de base, intermedias o de rodadura de los artículos 542, 543 y 544, con la limitación de las mezclas correspondientes a los artículos 543 y 544 del PG-3, en las que el contenido máximo de RA será del quince por ciento (RA ≤ 15 % en masa de la mezcla final).

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 estos 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 el presente artículo, 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 de RA en la mezcla final y de la proporción y características del ligante contenido en el RA, de forma que al combinarse con este se obtenga un ligante con características similares a las de los indicados en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3, en función de la capa de firme a la que se destine la mezcla bituminosa reutilizada, 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 que emplear de acuerdo con los artículos 211 o 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 polvo de caucho procedente del tratamiento de neumáticos al final de su vida útil (NFVU), debiendo este 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 reutilizadas del tipo 0 y 1.

En las mezclas bituminosas reutilizadas, se realizará un estudio tanto del ligante envejecido procedente del RA como del ligante final, obtenidos según la UNE-EN 12697-3 en ambos casos. En este estudio se determinarán los valores de la penetración con aguja (norma UNE-EN 1426) y del punto de reblandecimiento (método del anillo y bola, norma UNE-EN 1427) de:

- El ligante contenido en el RA
- El ligante final resultante de la mezcla de este con el ligante de aportación, tanto sobre el ligante en fresco como tras el ensayo de envejecimiento a corto plazo (norma UNE-EN 12607-1).

Adicionalmente, en el caso de los betunes modificados y solamente sobre el ligante final fresco, la cohesión (fuerza-ductilidad, norma UNE-EN 13589) y la recuperación elástica a 25 °C (norma UNE-EN 13398), de forma que se compruebe que el ligante final obtenido presenta unas características similares a los ligantes especificados en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3.

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

Cuando se utilicen aditivos rejuvenecedores y/o ablandadores para modificar la consistencia del ligante y/o cuando se trate de mezclas bituminosas reutilizadas del tipo 2 y 3, el Director de la obra, en el uso de sus atribuciones, podrá establecer la necesidad de realizar otro tipo de ensayos sobre el ligante final, en particular la determinación del módulo de rigidez a baja temperatura tras el envejecimiento a largo plazo (normas UNE-EN 12607-1, UNE-EN 14769 y UNE-EN 14771) comprobando que la temperatura a la que el módulo S alcanza los trescientos megapascales no es superior a menos quince grados Celsius ($T \leq -15$ °C para $S = 300$ MPa)

22.4.3 Áridos de aportación

Los áridos de aportación a emplear en las mezclas bituminosas reutilizadas en central deberán cumplir las correspondientes especificaciones recogidas en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3, en cada caso.

22.4.4 Asfalto recuperado

El material bituminoso a reutilizar será asfalto recuperado. En ningún caso se empleará material bituminoso fresado, o de otros orígenes, sin el correspondiente tratamiento de clasificación y caracterización. El material bituminoso a reutilizar podrá llegar a la central de fabricación de dos tipos de procedencias:

- El RA podrá proceder de un gestor autorizado para el tratamiento de asfalto retirado que haya sido clasificado como residuo de código LER 17 03 02. En este caso, cada camión de RA que llegue a la central de fabricación irá acompañado de un albarán y un certificado de calidad.
- O bien, el material bituminoso a reutilizar podrá proceder del fresado de capas bituminosas de la propia obra. En este segundo caso, el contratista está obligado al tratamiento del asfalto retirado, mediante la eliminación de potenciales contaminantes, así como a su clasificación, machaqueo, en su caso, cribado y acopio diferencial, para su transformación en un RA de características adecuadas y homogéneas.

El RA a emplear en la fabricación de mezclas bituminosas de las contempladas en los artículos 543 y 544 del PG-3, únicamente podrá proceder del fresado selectivo de capas de rodadura de la misma naturaleza obtenido de carreteras con categoría de tráfico pesado T1 o superior.

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas tipo AC del artículo 542 del PG-3, destinadas a ser empleadas en capa de rodadura, cuando la proporción de RA en la mezcla final fuera superior al veinte por ciento (20 %) sólo se podrá emplear el procedente del fresado selectivo de capas de rodadura de una categoría de tráfico pesado igual o superior a la carretera en que se fuera a emplear.

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

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 reutilizados, 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, plásticos, 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.

En todo caso, el RA que se incorpore al proceso de producción será homogéneo, no contendrá ningún tipo de elemento contaminante potencialmente peligroso, y estará totalmente caracterizado y referenciado.

La designación y caracterización del RA se harán, con carácter general, de acuerdo con lo establecido en la norma UNE-EN 13108-8 Asfalto recuperado. En concreto, la designación del RA se realizará mediante la combinación siguiente:

U	RA	d/D
---	----	-----

donde:

- U Tamaño máximo significativo (retenido máximo del 10%) de las partículas de asfalto recuperado expresado en milímetros
- RA Abreviatura de asfalto recuperado
- d Tamaño mínimo del árido extraído expresado en milímetros.
- D Tamaño máximo significativo (retenido máximo del 10%) del árido extraído expresado en milímetros

22.4.4.1 RA procedente de un gestor autorizado

Para cualquier volumen de RA suministrado, cada envío de RA a la planta de mezcla bituminosa irá acompañado de un albarán y un certificado del gestor autorizado.

El albarán contendrá explícitamente los siguientes datos:

- Nombre y dirección del suministrador.
- Número de licencia como gestor autorizado para residuos de código LER 17 03 02.
- Identificación del vehículo que lo transporta.
- Cantidad que se suministra expresada en toneladas (t).
- Tipo de RA y designación comercial, si la hubiere.
- Nombre y dirección del comprador y destino.
- Referencia del pedido.

El certificado de calidad incluirá explícitamente la siguiente información:

- Designación del tipo de RA suministrado.

- Identificación del lote y de la frecuencia de ensayo, según la tabla 1 de la UNE-EN 13108-8, empleada en su caracterización.
- Descripción del origen del asfalto retirado empleado para la preparación del RA suministrado. En particular, los tipos de mezcla bituminosa, la(s) capa(s) del firme y, si fuera a emplearse en capa de rodadura, la(s) categorías de tráfico de la(s) carretera.
- Clase de materias extrañas según el apartado 4.1 de la UNE-EN 13108-8.
- Clase de tipo de ligante según el apartado 4.2 la UNE-EN 13108-8.
- Contenido de ligante envejecido según el apartado 4.4 de la UNE-EN 13108-8.
- Homogeneidad del lote según lo indicado en el apartado 22.4.4.3 de este artículo.
- Penetración del betún recuperado. UNE EN 1426 y UNE EN 12697-3.
- Temperatura de Anillo y Bola después de recuperación del betún. UNE EN 1427 y UNE EN 12697-3.
- Granulometría del fresado antes de la extracción del betún. UNE-EN 933-1.
- Granulometría del fresado después de la extracción del betún. UNE-EN 12697-2.
- Angulosidad de las partículas (en RA destinado a capas de rodadura) UNE-EN 933-3 y UNE-EN 933-5.
- Desgaste de los Ángeles de las partículas: UNE-EN 1097-2.
- Determinación del coeficiente de Pulimento Acelerado UNE-EN 1097-8 en caso de que el RA vaya a ser empleado en capa de rodadura.

El Director de la obra, en uso de sus atribuciones, podrá exigir la realización de ensayos de comprobación de las características mencionadas, así como la documentación que acredite la trazabilidad del origen del RA.

22.4.4.2 RA procedente del tratamiento de asfalto retirado de la propia obra

Cuando vaya a ser reutilizado, el asfalto retirado de la propia obra se transportará a la planta para su tratamiento provisto de una ficha de identificación de su origen. La ficha detallará los siguientes aspectos:

- Denominación de la carretera, punto kilométrico, sentido y carril en que se obtiene el asfalto retirado.
- Categoría de tráfico pesado de la carretera.
- Espesor de fresado, tipos de capas y tipos de mezclas bituminosas que se fresan.
- Indicación de si es un fresado selectivo de capa de rodadura.

El asfalto retirado se acopiará por orígenes, si es selectivo, y sobre el material acopiado se realizarán las operaciones descritas en el apartado 22.7.2 de forma que al final del proceso se obtengan, por cada origen, al menos dos fracciones diferenciadas por su granulometría. Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique otro criterio, la fracción más gruesa tendrá un tamaño máximo significativo de veintidós milímetros (22 mm) y la fracción más fina tendrá un tamaño máximo significativo de, como máximo, ocho milímetros (≤ 8 mm)

Sobre las fracciones obtenidas se realizarán ensayos de caracterización según se detalla en el apartado 22.7.2. El Director de la obra, a la vista de los resultados obtenidos autorizará explícitamente su empleo como RA.

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

22.4.4.3 Requisitos del asfalto recuperado.

El RA acopiado para su empleo en mezclas bituminosas, cumplirá los siguientes requisitos:

- Homogeneidad

Para la utilización de cualquier acopio de RA, 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 medios obtenidos en los ensayos de caracterización del lote:

TABLA 22.2 TOLERANCIAS ADMISIBLES RESPECTO DEL PROMEDIO DEL LOTE

CARACTERÍSTICA		NORMA	UNIDAD	TOLERANCIA
GRANULOMETRÍA A CERNIDO TAMICES (mm)	Tamices superiores a 2 mm	UNE-EN 12697- 2	% sobre masa total material en seco	± 5
	Tamices de 2 a 0,125 mm			± 3
	0,063			± 1
CONTENIDO DE LIGANTE		UNE-EN 12697- 1		± 0,5
PENETRACIÓN DEL LIGANTE RECUPERADO		UNE-EN 1426	%	± 10

- Materias extrañas

El RA estará exento de materiales procedentes de residuos de construcción y demolición, y especialmente de aquellos que en la fabricación de la mezcla reutilizada pudieran producir merma en sus propiedades o contaminación.

La categoría exigida de contenido de materias extrañas, determinado según UNE EN 12697-42, será en todos los casos la F1 según se define en el apartado 4.1. de la UNE EN 13108-8.

- Ligante hidrocarbonado

El ligante hidrocarbonado envejecido procedente del RA, deberá ser susceptible de mezclarse homogéneamente con el de aportación y dar lugar a un producto de características similares a los betunes especificados en los artículos 211 y 212 del PG-3.

Las categorías a emplear serán, preferentemente, las P₁₅ o S₇₀ según se define en el apartado 4.2.2 de la UNE- EN 13108-8. También podrá emplearse RA con categoría P_{dec} y S_{dec}, en cuyo caso, deberán declararse los valores medios obtenidos de Penetración o Punto de Reblandecimiento respectivamente, según se indica en el mencionado apartado 4.2.2 de la UNE- EN 13108-8.

Las características de los ligantes por tipo de capa y tasa de reutilización se definen en la siguiente tabla:

TABLA 22.3 TIPOS DE LIGANTES POR TIPO DE CAPA Y TASA DE REUTILIZACIÓN

TIPO DE CAPA	TASA DE REUTILIZACIÓN	PENETRACIÓN	PUNTO DE REBLANDECIMIENTO
RODADURA AC	TIPO 0 y 1	$\geq 10 \cdot 10^{-1}$ mm	≤ 75 °C
RODADURA BBTM y SMA	TIPO 0	$\geq 10 \cdot 10^{-1}$ mm	≤ 75 °C
INTERMEDIA Y BASE	TIPO 0	$> 5 \cdot 10^{-1}$ mm	≤ 78 °C
INTERMEDIA Y BASE	TIPO 1	$> 7 \cdot 10^{-1}$ mm	≤ 75 °C
INTERMEDIA Y BASE	TIPO 2 Y 3	$\geq 10 \cdot 10^{-1}$ mm	≤ 75 °C

En capas de base e intermedia para mezclas de tipo 3 de las indicadas en la tabla 22.1 se realizará un estudio especial de las propiedades del ligante.

- Áridos

Se deberá declarar en la designación el tamaño máximo U de las partículas del RA y los tamaños máximo y mínimo d/D de los áridos contenidos en el RA.

Además, de cada lote se determinará la granulometría de los áridos contenidos en el RA por los tamices de 32, 22, 16, 8, 4, 2, 0,5 y 0,063 mm para la fracción más gruesa y los tamices de 11, 8, 4, 2, 0,5 y 0,063 mm para la fracción más fina. En el caso de emplear otras fracciones, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará los tamices de control.

Los áridos contenidos en el RA no presentarán signos de meteorización y tendrán las propiedades de angulosidad, forma, resistencia a la fragmentación, resistencia al pulimento y calidad similares a las exigidas a los áridos de aportación.

Se presumirá el cumplimiento de estas propiedades siempre que pueda establecerse la trazabilidad de su origen en mezclas con especificaciones de angulosidad, forma, resistencia a la fragmentación, resistencia al pulimento y calidad semejantes. En cualquier caso, y siempre que no sea posible establecer la trazabilidad, cuando el Director de la obra, en uso de sus facultades, lo considere oportuno, podrá exigir la realización de ensayos de caracterización de estas propiedades.

22.4.5 Aditivos

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

22.5 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La designación y características de la mezcla bituminosa reutilizada en central serán fijadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares de entre las especificadas en el artículo 542, 543 y 544 del PG-3, con las complementarias indicadas a continuación en este apartado.

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

La denominación del tipo de mezcla bituminosa reutilizada en central, cualquiera que sea el tipo definido en la tabla 22.1, se compondrá añadiendo a la denominación del tipo de mezcla correspondiente de los artículos 542, 543 y 544 del PG-3 la letra "R" y dos dígitos que indiquen la proporción de RA empleado en la mezcla (por ejemplo: AC 22 base 50/70 G R30). Cuando la mezcla bituminosa reutilizada 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 RA), expresada en proporción en masa sobre el total de la mezcla, no será inferior en ningún caso al cuatro con dos por ciento ($\geq 4,2 \%$) en mezclas tipo AC de tipo semidenso y grueso para capas intermedias y de base, al cuatro con cinco por ciento ($\geq 4,5 \%$) en capas de rodadura drenantes, al cuatro con ocho por ciento en capas de rodadura tipo AC ($\geq 4,8 \%$) y al cinco por ciento ($\geq 5,0 \%$) en el resto de capas de rodadura.

Con excepción de las mezclas bituminosas reutilizadas del tipo 3, pues estas requieren un estudio especial, la dotación de ligante de aportación será como mínimo del cincuenta por ciento ($\geq 50 \%$) de la del total del ligante hidrocarbonado de la mezcla reutilizada, incluyendo en la dotación del ligante de aportación la correspondiente al eventual empleo de aditivos o ligantes rejuvenecedores.

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas correspondientes a los artículos 543 del PG-3 y 544, recogido en la Orden Circular 03/2019, el único tipo admitido de mezcla bituminosa reutilizada será el 0 de la tabla 22.1. En el caso de las mezclas bituminosas del artículo 545, recogido en la orden Circular 03/2022, no se admitirá el empleo de RA alguno.

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas de tipo AC densas y semidensas para su empleo en capa de rodadura, los únicos tipos admitidos serán el 0 y el 1 de la tabla 22.1.

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas de alto módulo los tipos admitidos son el 0 y el 1 de la tabla 22.1. En este caso, adicionalmente a lo especificado para este tipo de mezclas en el artículo 542 del PG-3, se cumplirá que el valor del módulo dinámico a veinte grados Celsius ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) (Anexo C de la norma 12697-26) no será superior a catorce mil megapascales ($\leq 14\ 000 \text{ MPa}$).

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas de tipo AC densas, semidensas o gruesas, del tipo 2 o 3 de la tabla 22.1, adicionalmente a lo especificado para este tipo de mezclas en el artículo 542 del PG-3, se cumplirá que el valor del módulo dinámico a veinte grados Celsius ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) (Anexo C de la norma 12697-26) no será superior a ocho mil megapascales ($\leq 8\ 000 \text{ MPa}$). Asimismo, el valor de la deformación a un millón de ciclos determinado en el ensayo de fatiga (Anejo D de la norma UNE-EN 12697-24) realizado a treinta hercios (30 Hz) y veinte grados Celsius ($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) no será inferior a cien microdeformaciones ($\epsilon_6 \geq 100 \text{ } \mu\text{m/m}$).

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 los artículos 542, 543 y 544 del PG-3, teniendo en cuenta además las prescripciones adicionales indicadas en este apartado.

22.6.1 Instalaciones de tratamiento del asfalto retirado

En el caso de que el material bituminoso a reutilizar provenga de la misma obra en la que se vaya a emplear, previamente a su acopio y empleo en la central de fabricación, se procederá a su tratamiento, realizándose las operaciones que sean necesarias para su homogeneización y adecuada clasificación y caracterización.

Si el asfalto retirado contiene partículas de tamaño superior a veintidós milímetros (> 22 mm) será sometido a un tratamiento previo de trituración y mezclado, para lo que se usarán instalaciones de machaqueo que proporcionen un producto granular homogéneo.

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 granulométrica empleados deberán permitir separar el producto resultante de las operaciones anteriores en, al menos, dos (2) fracciones, tal como se indica en el apartado 22.4.4.2.

En el caso del tratamiento del material bituminoso a reutilizar por un gestor autorizado se garantizará que todas las fases de manipulación se realicen con precaución, con el fin de que no se contaminen de materiales extraños (UNE-EN 13108-8).

22.6.2 Central de fabricación

La central de fabricación (de funcionamiento continuo o discontinuo) dispondrá de, al menos, dos (2) tolvas adicionales para el RA, 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 RA a una temperatura superior a la del nuevo ligante incorporado, ni los áridos de aportación a más de doscientos veinte grados Celsius (220 °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.

22.6.2.1 Funcionamiento continuo

En centrales de fabricación continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación del RA 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 RA por detrás del quemador, en un anillo intermedio al tambor, de forma que no exista riesgo de contacto con la llama.

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

22.6.2.2 Funcionamiento discontinuo

Para las mezclas bituminosas reutilizadas de tasa baja de RA (tipos 0 y 1 de la tabla 22.1), se admitirá la incorporación en frío hasta un veinte por ciento de la masa total ($\leq 20\%$), del RA en el mezclador siempre que tenga una dosificación ponderal específica e independiente.

Para la fabricación de mezclas bituminosas reutilizadas de tasa media de RA (tipo 2 de la tabla 22.1), las centrales tendrán un sistema de precalentamiento del RA, generalmente un tambor secador independiente. Además, deberán estar provistas de elementos de almacenamiento en caliente del RA y de un sistema de dosificación ponderal específico e independiente.

En cualquier caso, dada la previsible evolución de las tecnologías de fabricación en el futuro, el equipo propuesto por el Contratista deberá ser aprobado por el Director de la obra tomando en consideración la temperatura de calentamiento máxima de los áridos, la dosificación de las fracciones de RA, el control de la humedad de áridos y RA y los tiempos necesarios de amasada.

22.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Se cumplirán las prescripciones establecidas en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3 teniendo en cuenta, además, las prescripciones complementarias indicadas a continuación.

22.7.1 Operaciones de fresado

La calidad del material fresado depende de la calidad de las operaciones de fresado, y de los siguientes parámetros:

- La rigidez y nivel de fisuración de la sección de mezcla bituminosa.
- El estado de adherencia entre capas.
- La calidad del soporte de las capas fresadas.
- La profundidad de fresado.
- La calidad y el estado de las picas de la fresadora.
- La velocidad de avance de la fresadora.

22.7.2 Tratamiento, clasificación y caracterización de asfalto retirado

El asfalto retirado a emplear en la misma obra de la que procede deberá acopiarse para su posterior tratamiento. Los acopios deberán estar formados por tongadas horizontales de espesor no superior a un metro y medio ($\leq 1,5$ 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 asfalto retirado se aglomere, especialmente con temperaturas elevadas, limitándose a cinco metros (≤ 5 m) cuando se prevean temperaturas superiores a los treinta grados Celsius (> 30 °C).

Deberá llevarse un registro de la procedencia del asfalto retirado, identificando y acopiando por separado los materiales con características heterogéneas. También se acopiarán de forma separada aquellos asfaltos retirados procedentes de fresado selectivo de capas de rodadura, en

especial los procedentes de mezclas bituminosas de los tipos correspondientes a los artículos 543 y 544 del PG-3.

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

El asfalto retirado se tratará y mezclará para su homogeneización y eventual descontaminación. A continuación, si el asfalto retirado contiene partículas de tamaño superior a veintidós milímetros (> 22 mm), la fracción que exceda de este tamaño se someterá a un tratamiento previo de trituración y se mezclará uniformemente y acopiará con la fracción no triturada. A continuación, se procederá a su clasificación en fracciones según lo indicado en 22.4.4.2, las cuales se acopiarán de forma independiente para su caracterización.

La caracterización se realizará por lotes que corresponderán a acopios separados de un tamaño máximo de cinco mil toneladas (5 000 t). De cada lote se tomará una muestra por cada quinientas toneladas (500 t) acopiadas con un mínimo, en cualquier caso, de cinco muestras por lote. Las características que, como mínimo, se han de determinar en cada muestra son las siguientes:

- Tamaño máximo significativo – tamiz más pequeño de la serie básica más la serie 1 que retiene menos del quince por ciento (15%) – de las partículas del asfalto retirado (UNE-EN 933-1 y UNE-EN 933-2).
- Granulometrías de los áridos recuperados (norma UNE-EN 12697-2) del asfalto retirado según lo indicado en el apartado 22.4.4.3 de este artículo.
- Contenido de ligante envejecido, expresado en porcentaje sobre la masa total (norma UNE-EN 12697-1).
- Penetración a 25 °C (norma UNE-EN 1426) y Punto de Reblandecimiento (norma UNE-EN 1427) del ligante envejecido extraído (según la norma UNE-EN 12697-3).

Cuando no fuera posible asegurar mediante trazabilidad las características de calidad del árido contenido en el asfalto retirado, se deberá comprobar la idoneidad, de acuerdo con los artículos 542, 543 y 544, de las siguientes características adicionales:

- Coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido recuperado (norma UNE-EN 1097-2).
- Índice de lajas (FI) del árido recuperado (norma UNE-EN 933-3)
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura (norma UNE-EN 1097-8).

Para que un acopio se considere homogéneo deberá quedar identificado y caracterizado con las tolerancias establecidas en la tabla 22.2.

Para que un acopio homogéneo pueda ser considerado como RA deberá cumplir los requisitos establecidos en el apartado 22.4.4 y contar con la aprobación explícita del Director de la obra.

22.7.3 Acopio del asfalto recuperado

Los acopios de RA deberán estar formados por tongadas horizontales de espesor no superior a un metro y medio ($\leq 1,5$ 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 RA se aglomere, especialmente con temperaturas

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

elevadas, limitándose a tres metros (≤ 3 m) cuando se prevean temperaturas superiores a los treinta grados Celsius (> 30 °C).

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

Los acopios homogéneos de RA serán considerados como lotes aislados, evitando que se mezclen y contaminen entre ellos. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, fijará el volumen mínimo de los acopios de RA. Salvo justificación en contrario, dicho volumen no será inferior al correspondiente como mínimo a una (1) semana de trabajo con la producción prevista.

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

La fabricación y puesta en obra de la mezcla bituminosa reutilizada no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de la obra la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación, de acuerdo con lo indicado en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3.

La fórmula de trabajo fijará, además de las características establecidas en los mencionados artículos, las siguientes especificaciones:

- Proporción en masa de las fracciones del RA, referido a la masa total de mezcla bituminosa fabricada.
- Granulometría del árido contenido en las fracciones del RA (norma UNE-EN 12697-2), y contenido de ligante hidrocarbonado del RA (norma UNE-EN 12697-1), referido a la masa total de este.
- 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 12697-2).
- Características del ligante contenido en el RA: Penetración (norma UNE-EN 1426) y Punto de Reblandecimiento, método de anillo y bola (norma UNE-EN 1427).
- Tipo, características y dosificación del ligante hidrocarbonado de aportación, referido a la masa total de la mezcla bituminosa fabricada.
- Penetración y punto de reblandecimiento de la mezcla de ligantes.
- 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:

- La temperatura máxima de calentamiento del árido de aportación que, en ningún caso, será superior a doscientos veinte grados Celsius (≤ 220 °C).
- Las temperaturas máxima y mínima y la humedad máxima del RA a la entrada del mezclador.

- Los tiempos mínimos de mezclado del RA y los áridos de aportación, y del conjunto con el ligante de aportación.

En todos los casos, se realizará el ensayo Fénix (NLT-383) de la mezcla fabricada en laboratorio sin recalentar según la fórmula de trabajo propuesta. Los resultados obtenidos se compararán con los valores de referencia recogidos en la N.T. 01/2022 y se incluirán en la información aportada al Director de la obra,

Para la estimación inicial de las temperaturas de calentamiento del árido de aportación y/o de la temperatura de calentamiento del RA se podrá emplear la siguiente expresión, que es una simplificación del balance termodinámico de la operación:

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

donde:

T Temperatura de calentamiento de los áridos de aportación (°C).

Tf Temperatura final de la mezcla reutilizada (°C).

TRA Temperatura del RA (°C).

R Porcentaje de RA (en tanto por uno).

HRA Humedad del RA (en tanto por uno)

En el caso de que se empleen aditivos o adiciones, se indicarán las prescripciones sobre su incorporación.

En centrales continuas, se determinará el caudal y la temperatura de calentamiento de los áridos de aportación realizando fabricaciones con la dosificación prevista de RA y áridos de aportación, sin adición de ligantes ni polvo mineral, para que el RA eleve su temperatura y se homogenice con la mezcla reutilizada.

En centrales discontinuas, los tiempos de mezclado del RA 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 de RA y la integración de todos los ligantes presentes. El tiempo total de permanencia de la mezcla bituminosa reutilizada 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. A tal efecto, se realizarán amasadas sin ligante para, a la vista del aspecto que presente la mezcla fabricada, estimar los tiempos necesarios de mezclado.

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

22.7.5 Fabricación de la mezcla

En todos los casos, los dosificadores de áridos en frío y del RA 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 RA.

22.7.5.1 Central con secador-mezclador continuo

La central tendrá un secador que funcionará en contracorriente y un tambor mezclador independiente con incorporación del RA tratado fuera de la zona de altas temperaturas y de la corriente de gases calientes. La proporción máxima de material reutilizado vendrá determinada por la limitación del calentamiento de los áridos de aportación señalada en el apartado 22.7.4.

Cuando la mezcla bituminosa reutilizada 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 reutilizado resultante.

22.7.5.2 Central con mezclador discontinuo

En las mezclas bituminosas reutilizadas de tasa baja (tipos 0 y 1 de la tabla 22.1), cuando el RA tratado se incorpore al mezclador a temperatura ambiente, podrán existir dos configuraciones posibles de las instalaciones que podrán utilizarse individual o conjuntamente:

- El RA proveniente de una tolva de pesaje independiente es llevado 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 incorpora al mezclador. En este caso, la capacidad del sistema de extracción de vapor deberá ser superior al de una central convencional.
- Se mantiene el circuito convencional de áridos de aportación hasta el mezclador, y el RA se incorpora directamente a este, proveniente de una tolva específica conectada a un sistema de pesaje continuo y con un sistema de cinta o elevador de cangilones.

En el caso de que nuevas tecnologías en instalaciones asfálticas permitan disponer de configuraciones diferentes a las aquí descritas, su empleo deberá ser aprobado explícitamente por el Director de la obra.

Para posibilitar la transferencia de calor de los áridos de aportación al RA y que se produzca el reblandecimiento del ligante, se deberá garantizar que se produce una envuelta en seco suficiente en el mezclador, previa a la inyección del ligante de aportación. Dicho tiempo adicional de mezclado en seco deberá ser aprobado por el Director de las obras y, en ningún caso será inferior a cinco segundos (5 s) cuando el porcentaje de RA sea igual o inferior al quince por ciento ($\leq 15\%$) o a diez segundos (10 s) cuando se supere el quince por ciento ($> 15\%$).

El tiempo del ciclo de la mezcla (incluido el realizado en seco), será el necesario para eliminar la humedad del RA, obtener una distribución homogénea 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 reutilizado, será aprobado por el Director de la obra.

Para las mezclas bituminosas reutilizadas de tasa media (tipo 2 y 3 de la tabla 22.1), la central de fabricación deberá estar provista de un segundo tambor secador, cuya misión será la de calentar el RA a una temperatura superior a la ambiental, pero limitada a ciento veinte grados Celsius ($\leq 120^{\circ}\text{C}$) para evitar un mayor envejecimiento del betún contenido en el material.

22.8. CONTROL DE CALIDAD

Se cumplirán las prescripciones establecidas en los artículos 542, 543 y 544 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 la obra, 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 305/2011, se deberán llevar a cabo obligatoriamente los ensayos para el control de procedencia que se indican en los epígrafes 542.9, 543.9 y 544.9 del PG-3 según correspondan por el tipo de mezcla bituminosa fabricada, con las prescripciones complementarias indicadas en este artículo.

22.8.2 Control de procedencia del asfalto recuperado

Cuando el RA sea suministrado por un gestor autorizado, por cada mil toneladas (1 000 t) suministradas de RA (nivel Y del apartado 5.5.3 de la norma UNE-EN 13108-8), si se va a emplear en la fabricación de la mezcla una proporción de RA de tasa baja (tipos 0 ó 1 de la tabla 22.1), o por cada quinientas toneladas (500 t) suministradas (nivel X del apartado 5.5.3 de la norma UNE-EN 13108-8), si se va a emplear una proporción superior (tipos 2 o 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).
- Granulometría de los áridos recuperados (norma UNE-EN 12697-2).
- Contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1).
- Penetración del ligante recuperado (norma UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (norma UNE-EN 1427).
- Coeficiente de Los Ángeles del árido recuperado (norma UNE-EN 1097-2).
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura (norma UNE-EN 1097-8).

22 REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

- Angulosidad de las partículas (en RA destinado a capas de rodadura) UNE-EN 933-3 y UNE-EN 933-5.

Se comprobará que los resultados obtenidos son conformes con el requisito de homogeneidad establecido en el apartado 22.4.4.3 y con las características aprobadas en la fórmula de trabajo.

Adicionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, podrán establecer la necesidad de realizar otro tipo de ensayos.

22.8.3 Control de calidad de los acopios de asfalto recuperado

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).
- Granulometría de las partículas del RA (norma UNE-EN 933-1).

Al menos una (1) vez al mes:

- Contenido de ligante soluble (norma UNE-EN 12697-1).
- Granulometría de los áridos recuperados (norma UNE-EN 12697-2).
- Penetración con aguja del ligante recuperado (norma UNE-EN 1426).
- Punto de reblandecimiento, método anillo y bola, del ligante recuperado (norma UNE-EN 1427).

Adicionalmente, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la obra, podrán especificar alguna otra característica.

22.8.4 Control de fabricación

En todos los casos, cada quinientas toneladas (500 t) fabricadas de mezclas bituminosas reutilizadas destinadas a capa de rodadura) o mil toneladas (1 000 t) fabricadas en el resto de los casos, se determinarán 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). Las características obtenidas se compararán con las establecidas en los artículos 211 y 212 del PG-3 correspondientes tras envejecimiento a corto plazo (norma UNE-EN 12607-1).

Una vez cada mil quinientas toneladas (1 500 t) se tomarán muestras de mezcla a la salida del mezclador de la central de fabricación con las que se prepararán, al menos cuatro (4) probetas semicilíndricas para la realización del ensayo Fénix (NLT-383). Los resultados obtenidos se compararán con los valores de referencia recogidos en la N.T. 01/2022

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas AC de alto módulo, una vez cada tres mil toneladas (3 000 t), se tomarán muestras de mezcla a la salida del mezclador de la central de fabricación, con las que se prepararán probetas sin recalentar para la realización del ensayo de

módulo dinámico a veinte grados Celsius (20 °C) (Anexo C de la norma UNE-EN 12697-26) y se comprobará que no es superior a catorce mil megapascales ($\leq 14\ 000$ MPa)

En el caso de las mezclas bituminosas reutilizadas de tipo AC densas, semidensas o gruesas, del tipo 2 o 3 de la tabla 22.1, una vez cada tres mil toneladas (3 000 t), se tomarán muestras de mezcla a la salida del mezclador de la central de fabricación, con las que se prepararán probetas para la realización de los ensayos de módulo dinámico a veinte grados Celsius (20 °C) (Anexo C de la norma UNE-EN 12697-26) y del ensayo de fatiga a treinta hercios (30 Hz) y veinte grados Celsius (20 °C) (Anejo D de la norma UNE-EN 12697-24). Se comprobará que el valor de módulo dinámico obtenido no es superior a ocho mil megapascales ($\leq 8\ 000$ MPa) y que el valor de la deformación a un millón de ciclos obtenido no es inferior a cien microdeformaciones ($\epsilon_6 \geq 100$ $\mu\text{m/m}$).

22.8.5 Control de la unidad terminada

De cada lote, según lo indicado en los apartados 542.9.4, 543.9.4 y 544.9.4 del PG-3, se extraerán dos testigos adicionales y sobre ellos, previamente cortados en cuatro (4) probetas semicilíndricas y adecuadamente acondicionadas, se realizará el ensayo Fénix (NLT-383). Los resultados obtenidos se compararán con los valores de referencia recogidos en la N.T. 01/2022

22.9 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Se cumplirán las prescripciones establecidas en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3.

22.10 MEDICIÓN Y ABONO

La fabricación y puesta en obra de mezclas bituminosas reutilizadas en central se abonará por toneladas (t), según su tipo, siguiendo lo especificado al respecto en los artículos 542, 543 y 544 del PG-3.

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 mencionadas normas se refieren siempre a la última versión aprobada oficialmente por el organismo competente.

Las normas aquí recogidas podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los 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.

ARTÍCULO 22.- REUTILIZACIÓN EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN CENTRAL DE CAPAS BITUMINOSAS

NLT-383	Evaluación de la resistencia, tenacidad y energía de rotura de las mezclas bituminosas mediante el ensayo FENIX
UNE-EN 932-1	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.
UNE-EN 933-1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado
UNE-EN 933-2	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
UNE-EN 933-2/1M	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Tamices de ensayo, tamaño nominal de las aberturas
UNE-EN 933-3	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
UNE-EN 933-5	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje de caras de fractura de las partículas de árido grueso.
UNE-EN 1097-2	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 1097-8	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.
UNE-EN 1426	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la penetración con aguja.
UNE-EN 1427	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación del punto de reblandecimiento. Método del anillo y bola.
UNE-EN 12607-1	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia al endurecimiento por efecto del calor y del aire. Parte 1: Método RTFOT (película fina y rotatoria).

UNE-EN 12697-1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
UNE-EN 12697-2	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.
UNE-EN 12697-3	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 3: Recuperación de betún. Evaporador rotatorio.
UNE-EN 12697-24	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 24: Resistencia a la fatiga.
UNE-EN 12697-26	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 26: Rigidez.
UNE-EN 12697-42	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 42: Cantidad de materia extraña en asfalto recuperado.
UNE-EN 13108-8	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 8: Mezcla bituminosa reciclada
UNE-EN 13398	Betún y ligantes bituminosos. Determinación de la recuperación elástica de betunes modificados.
UNE-EN 13589	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de las propiedades de tracción de betunes modificados por el método de fuerza-ductilidad.
UNE-EN 14769	Betunes y ligantes bituminosos. Acondicionamiento por envejecimiento a largo plazo acelerado usando un recipiente de envejecimiento a presión (PAV).
UNE-EN 14771	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la resistencia a la flexión. Reómetro de flexión (BBR).
UNE-EN 17892-1	Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de laboratorio de suelos. Parte 1: Determinación de la humedad.