

MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO AUTL PARA CAPAS DE RODADURA

545.1 DEFINICIÓN

Se definen como mezclas bituminosas para capa de rodadura tipo AUTL aquellas resultantes de la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos, polvo mineral y, eventualmente, aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante, cuyo proceso de fabricación y puesta en obra debe realizarse a una temperatura muy superior a la del ambiente, que se extienden sobre un riego de adherencia, y con un espesor de proyecto entre 10 mm y 20 mm. El método de adherencia es una parte esencial del proceso y el producto final es una combinación del método de adherencia y de la mezcla bituminosa.

En función de la temperatura necesaria para su fabricación y puesta en obra las mezclas bituminosas tipo AUTL para capa de rodadura se clasifican en calientes y semicalientes. En estas últimas, el empleo de betunes especiales, aditivos u otros procedimientos, permiten disminuir la temperatura mínima de mezclado en, al menos, veinte grados Celsius (20 °C) respecto a la mezcla equivalente.

Las mezclas bituminosas ultrafinas (AUTL) se encuentran recogidas en la Norma UNE-EN 13108-9: 2018 y en este artículo del pliego.

La ejecución de las mezclas AUTL incluye las siguientes operaciones:

- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Fabricación de acuerdo con la fórmula de trabajo.
- Transporte al lugar de empleo.
- Preparación de la superficie que va a recibir la mezcla.
- Extensión y compactación de la mezcla

545.2 MATERIALES

545.2.1 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 aquellos 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 de la Obra (en lo sucesivo, 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 de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3 (en lo sucesivo, PG3), 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.

545.2.2 Ligantes hidrocarbonados

Salvo justificación en contrario, el ligante hidrocarbonado deberá cumplir las especificaciones de los artículos 211 y 212 del PG-3 o, en su caso, la reglamentación específica vigente de la Dirección General de Carreteras relativa a betunes con incorporación de caucho.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado que emplear, el cual se seleccionará de entre los que se indican en la tabla 545.1, en función del tipo de mezcla AUTL y de la categoría de tráfico pesado definidas en las vigentes Norma 6.1 IC Secciones de firme o en la Norma 6.3 IC Rehabilitación de firmes.

TABLA 545.1 - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO A EMPLEAR (*)

(Artículos 211 y 212 del PG-3, y normativa específica vigente de la DGC)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
	T00 y T0	T1	T2	T31, T32 y ARCENES	T4
AUTL	PMB 45/80-75	PMB 45/80-65	PMB 45/80-65 PMB 45/80-60	PMB 45/80-60 50/70 70/100 BC50/70	

(*) Se podrán emplear también betunes modificados con caucho que sean equivalentes a los betunes modificados de esta tabla, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 212 del PG-3. En ese caso, a la denominación del betún se le añadirá una letra C mayúscula para así indicar que el principal agente modificador es polvo de caucho procedente de la trituración de neumáticos al final de su vida útil.

Se podrán emplear también betunes multigrados, que sean equivalentes en el intervalo de penetración, siempre que cumplan las especificaciones del artículo 211 del PG-3.

Según lo dispuesto en el apartado 10.4 del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, se fomentará el uso de polvo de caucho procedente de neumáticos al final de su vida útil en la fabricación de mezclas bituminosas para pavimentos de carreteras, promoviendo el establecimiento de porcentajes mínimos de uso.

En el caso de que se empleen betunes o aditivos especiales para mezclas bituminosas semicalientes, con objeto de reducir la temperatura de fabricación, extendido y compactación, el Contratista deberá informar de ello al Director de la Obra y aportar la documentación técnica que avale su empleo y que demuestre que su comportamiento a largo plazo no resulta afectado significativamente por el uso de estos aditivos especiales.

En el caso de utilizar betunes con adiciones no incluidos en los artículos 211 o 212 del PG-3, o en la reglamentación específica vigente de la Dirección General de Carreteras relativa a betunes con incorporación de caucho, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la Obra, establecerá el tipo de adición y las especificaciones que deberán cumplir tanto el ligante como las mezclas bituminosas resultantes. Dichas especificaciones incluirán la dosificación y el método de dispersión de la adición.

545.2.3 Áridos

545.2.3.1 Características generales

Los áridos que emplear en las mezclas bituminosas ultrafinas tipo AUTL podrán ser de origen natural o artificial siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo.

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en frío en las tolvas de la central de fabricación.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la Obra, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena (SE₄) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) para la fracción 0/4mm del árido combinado (incluido el polvo mineral procedente de los áridos), de acuerdo con las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta y cinco (SE₄ > 55) o, en caso de no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9) para la fracción 0/0,125mm del árido combinado deberá ser inferior a siete gramos por kilogramo (MB_F < 7 g/kg) y, simultáneamente, el equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), deberá ser superior a cuarenta y cinco (SE₄ > 45).

Los áridos no serán susceptibles a ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, puedan darse en la zona de empleo. Se debe garantizar tanto la durabilidad a largo plazo como que no puedan dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua superficiales o subterráneas. Por ello, en materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento deberá hacerse un estudio especial sobre su aptitud para ser empleados.

545.2.3.2 Árido grueso

545.2.3.2.1 Definición

A los efectos de aplicación de este artículo, se define como árido grueso la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm (norma UNE-EN 933-2).

545.2.3.2.2 Procedencia

El árido grueso será de una única procedencia y naturaleza.

Los áridos gruesos que emplear para categorías de tráfico pesado T00 a T1, no provendrán de canteras de naturaleza caliza ni podrán fabricarse mediante trituración de gravas procedentes de yacimientos granulares.

Para las capas de rodadura de la categoría de tráfico pesado T2 a T4, en el caso de que se emplee árido grueso procedente de la trituración de grava natural, se cumplirá la condición de que el tamaño de las partículas, antes de su trituración, deberá ser superior a seis (> 6) veces el tamaño máximo del árido que se desee obtener.

Si en el árido grueso se apreciaren partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción en masa no será nunca superior al cinco por ciento ($\nless 5 \%$). El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o el Director de la Obra podrán establecer un valor inferior al indicado.

En capas de rodadura de carreteras sometidas durante el invierno a heladas y frecuentes tratamientos de vialidad invernal, si el valor de la absorción (norma UNE-EN 1097-6) es superior al uno por ciento ($> 1 \%$), el valor obtenido del ensayo de sulfato de magnesio (norma UNE-EN 1367-2) deberá ser inferior a quince por ciento ($MS < 15 \%$).

545.2.3.2.3 Angulosidad (porcentaje de caras de fractura)

La proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá cumplir lo fijado en la tabla 545.2.a.

TABLA 545.2.a - PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTAL Y PARCIALMENTE TRITURADAS (% en masa)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T00 a T31	T32 y ARCENES	T4
AUTL	100	≥ 90	≥ 70

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá cumplir lo fijado en la tabla 545.2.b.

TABLA 545.2.b - PROPORCIÓN DE PARTÍCULAS TOTALMENTE REDONDEADAS (% en masa)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T00 a T31	T32 y ARCENES	T4
AUTL	0	≤ 1	≤ 10

545.2.3.2.4 Forma (Índice de lajas)

El índice de lajas (FI) de las distintas fracciones del árido grueso (norma UNE-EN 933-3) deberá cumplir lo fijado en la tabla 545.3.

TABLA 545.3 - ÍNDICE DE LAJAS (FI)

TIPO DE MEZCLA	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T00 a T31	T32, T4 y ARCENES
AUTL 5	≤ 20	≤ 25
AUTL 8	≤ 20	≤ 25
AUTL 11	≤ 15	

545.2.3.2.5 Resistencia a la fragmentación (coeficiente de Los Ángeles)

El coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido grueso (norma UNE-EN 1097-2), deberá cumplir lo fijado en la tabla 545.4.

TABLA 545.4 - COEFICIENTE DE LOS ÁNGELES (LA)

TIPO DE MEZCLA (*)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
	T00, T0 y T1	T2	T3, T4 y ARCENES
AUTL	≤ 15	≤ 20	≤ 25

545.2.3.2.6 Resistencia al pulimento (coeficiente de pulimento acelerado)

El coeficiente de pulimento acelerado (PSV) del árido grueso que emplear en capas de rodadura (norma UNE-EN 1097-8) deberá cumplir lo fijado en la tabla 545.5.

TABLA 545.5- COEFICIENTE DE PULIMENTO ACELERADO (PSV)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
T00 y T0	T1 a T31	T32, T4 y ARCENES
≥ 56	≥ 50	≥ 44

545.2.3.2.7 Limpieza (Contenido de impurezas)

El árido grueso deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa. El contenido de finos del árido grueso (norma UNE-EN 933-1), determinado como el porcentaje que pasa por el tamiz 0,063 mm, será inferior al cinco por mil (< 5 ‰) en masa.

En el caso de que no se cumplan las prescripciones establecidas respecto a la limpieza del árido grueso, el Director de la Obra deberá exigir su lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

545.2.3.3 Árido fino

545.2.3.3.1 Definición

A los efectos de aplicación de este artículo, se define como árido fino la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2).

545.2.3.3.2 Procedencia

El árido fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o grava natural.

Será preceptivo emplear una fracción 0/2 mm con un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al diez por ciento ($\nless 10\%$) del total de la fracción, con el fin de asegurar una granulometría bien adaptada al huso granulométrico de la mezcla, así como evitar la existencia de partículas de tamaño superior a 2 mm que no cumplan las características exigidas en el epígrafe 545.2.3.2., en el caso de que se emplee árido fino de distinta procedencia que la del grueso.

545.2.3.3.3 Limpieza

El árido fino deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas que puedan afectar a la durabilidad de la capa.

545.2.3.3.4 Resistencia a la fragmentación

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el epígrafe 545.2.3.2.5 sobre el coeficiente de Los Ángeles (LA).

Se podrá emplear árido fino de otra naturaleza que mejore alguna característica, en especial la adhesividad, pero en cualquier caso procederá de árido grueso con coeficiente de Los Ángeles inferior a veinticinco ($LA < 25$).

545.2.3.4 Polvo mineral

545.2.3.4.1 Definición

Se define como polvo mineral a la parte del árido total cuya mayor parte pasa por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 933-2).

545.2.3.4.2 Procedencia

El polvo mineral podrá ser un producto comercial o especialmente preparado, en cuyo caso se denomina “de aportación”.

El polvo mineral puede ser natural y proceder de los propios áridos empleados en la fabricación de la mezcla, en cuyo caso deberá separarse de ellos el existente en exceso, por medio de los preceptivos sistemas de extracción de la central de fabricación.

Únicamente podrán emplearse como polvo mineral de aportación aquellos productos que estén en posesión del correspondiente marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 13043.

Cuando se utilice cal hidratada (hidróxido cálcico) como polvo mineral de aportación se seguirán los criterios descritos en el informe UNE 41260-1, debiendo estar en posesión del correspondiente marcado CE, de conformidad con la norma UNE-EN 13043.

La proporción del polvo mineral de aportación que emplear en la mezcla deberá cumplir lo fijado en la tabla 545.6. El Director de la Obra podrá modificar la proporción mínima de este únicamente en el caso de que se comprobase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas.

TABLA 545.6 - PROPORCIÓN DE POLVO MINERAL DE APORTACIÓN

(% en masa del resto del polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
T00 a T2	T3, T4 y ARCENES
100	≥ 50

Si el polvo mineral de los áridos fuese susceptible de contaminación o degradación deberá extraerse en su totalidad, salvo el que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador y que en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento ($\nless 2\%$) de la masa de la mezcla.

545.2.3.4.3 Granulometría

La granulometría del polvo mineral se determinará según la norma UNE-EN 933-10. El cien por ciento (100 %) de los resultados de los análisis granulométricos estarán comprendidos dentro del huso granulométrico general definido en la tabla 545.7.

Cuando se utilice cal hidratada (hidróxido cálcico) como polvo mineral de aportación se seguirán los criterios descritos en el informe UNE 41260-1.

Adicionalmente, el noventa por ciento (90 %) de los resultados de los análisis granulométricos basados en los últimos veinte (20) valores obtenidos quedarán incluidos dentro de un huso granulométrico restringido, cuya amplitud máxima en los tamices correspondientes a 0,125 y 0,063 mm no superará el diez por ciento ($\nless 10$ %).

TABLA 545.7 – ESPECIFICACIONES PARA LA GRANULOMETRIA

ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	HUSO GRANULOMÉTRICO GENERAL PARA RESULTADOS INDIVIDUALES CERNIDO ACUMULADO (% en masa)	AMPLITUD MÁXIMA DEL HUSO RESTRINGIDO (% en masa)
2	100	-
0,125	85 a 100	10
0,063	70 a 100	10

545.2.3.4.4 Finura y actividad

La densidad aparente del polvo mineral (Anexo A de la norma UNE-EN 1097-3) deberá estar comprendida entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 a 0,8 g/cm³), salvo en aquellos casos en que se utilice hidróxido cálcico como polvo mineral de aportación.

545.2.4 Aditivos

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

El establecimiento de la idoneidad del empleo del aditivo debe estar basado en especificaciones de materiales con unos antecedentes demostrables de utilización satisfactoria en mezclas bituminosas. Las evidencias se deben basar en la investigación y/o en la existencia de experiencia técnica satisfactoria. El Director de la Obra podrá autorizar el empleo de aditivos, como fibras, polímeros, polvo de caucho, sílices precipitadas, etc.

Cuando, para reducir la temperatura de fabricación de la mezcla bituminosa, se emplee un aditivo que pueda influir en las propiedades del ligante modificando las

propiedades de la mezcla no cubiertas en las especificaciones de este artículo, se deben proporcionar comprobaciones adicionales basadas en investigaciones que empleen las normas de la serie UNE-EN 12697 y que permitan demostrar el efecto positivo del aditivo en las prestaciones de mezclas bituminosas para capas ultrafinas AUTL.

545.3 TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA

La designación de las mezclas bituminosas tipo AUTL se hará en conformidad con la nomenclatura establecida en la norma UNE-EN 13108-9 siguiendo el siguiente esquema:

AUTL	D	Ligante
------	---	---------

donde:

<i>AUTL</i>	mezclas bituminosas para capas ultrafinas
<i>D</i>	tamaño máximo del árido, expresado como la abertura del tamiz que deja pasar entre un noventa y un cien por ciento (90 % y 100 %) del total del árido.
<i>Ligante</i>	tipo de ligante hidrocarbonado utilizado.

Cuando la mezcla bituminosa sea semicaliente se añadirá dicha palabra al final de la designación de la mezcla.

La granulometría del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral), según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida dentro de alguno de los husos fijados en la tabla 545.8. El análisis granulométrico se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 933-1.

TABLA 545.8 - HUSOS GRANULOMÉTRICOS. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

TIPO DE MEZCLA	ABERTURA DE LOS TAMICES. NORMA UNE-EN 933-2 (mm)							
	16	11,2	8	5,6	4	2	0,5	0,063
AUTL 5 ⁽²⁾			100	90-100	35-55	15-25	8-14	5-9
AUTL 8 ^(1,2)		100	90-100	40-65	25 - 40	15-30	10-18	5-9
AUTL11 ^(1,2,3)	100	90-100	65-85	50-76	33-55	20-35	10-23	5-11

- (1) La fracción del árido que pasa por el tamiz 4 mm y es retenida por el tamiz 2 mm (norma UNE-EN 933-2), será inferior al diez por ciento (10 %).
- (2) A efectos de esta tabla, para designar el tipo de mezcla, se incluye sólo la parte de la nomenclatura que se refiere expresamente al huso granulométrico (se omite por tanto el tipo de ligante)
- (3) La mezcla bituminosa tipo AUTL 11 se podrá emplear únicamente en las categorías de tráfico pesado T2 a T4.

Adicionalmente a los requisitos granulométricos definidos en la Tabla 545.8, deberá acreditarse para cada aplicación, que la relación entre el tamaño máximo nominal del árido y el espesor objetivo de la capa a extender sea igual o inferior a dos tercios ($\leq 2/3$).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el tipo, composición y dotación de la mezcla, que deberá cumplir lo indicado en la tabla 545.9.

En el caso de que la densidad de los áridos (norma UNE-EN 1097-6) sea diferente de dos gramos y sesenta y cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico ($2,65 \text{ g/cm}^3$), los contenidos mínimos de ligante de la tabla 545.9 se deben corregir

multiplicando por el factor $\alpha = \frac{2,65}{\rho_d}$, donde ρ_d es la densidad de las partículas de árido.

Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado (expresados ambos respecto de la masa total de árido seco, incluido el polvo mineral) determinada en la fórmula de trabajo, según el tipo de mezcla, deberá estar comprendida en el siguiente intervalo: Entre once y quince décimas (1,1 a 1,5).

- TABLA 545.9 - TIPO, COMPOSICIÓN Y DOTACIÓN DE LA MEZCLA

CARACTERÍSTICA	AUTL		
	5	8	11
Dotación media ⁽¹⁾ de mezcla (kg/m ²)	20-30	25-40	30-40
Dotación mínima ⁽²⁾ de ligante (% en masa sobre el total de la mezcla)	5,60	5,20	5,00
Ligante residual en riego de adherencia (kg/m ²)	Firme nuevo	>0,40	
	Firme antiguo	>0,50	

⁽¹⁾ Estos valores son orientativos y su objeto es poder controlar de forma indirecta la densidad alcanzada en capas de espesor igual o inferior a 2 cm.

⁽²⁾ Incluidas las tolerancias especificadas en el epígrafe 545.9.3.1. Si son necesarias, se tendrán en cuenta las correcciones por peso específico y absorción de los áridos.

545.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

545.4.1 Consideraciones generales

Cuando sea necesario aplicar un tratamiento antiadherente a los equipos de fabricación, transporte, extendido o compactación, este consistirá en general en una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos sancionados por la experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa ni para el medioambiente, debiendo ser previamente aprobados por el Director de la Obra. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados del petróleo y afines. No se podrá utilizar en la ejecución de una mezcla bituminosa tipo AUTL para capas de rodadura equipo alguno que no haya sido previamente empleado en el tramo de prueba y aprobado por el Director de la Obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de la obra.

545.4.2 Central de fabricación

Lo dispuesto en este epígrafe se entenderá sin perjuicio de lo establecido en las normas UNE-EN 13108-9, para el mercado CE.

Las mezclas bituminosas se fabricarán mediante centrales capaces de manejar, simultáneamente en frío, el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especificará la

producción horaria mínima de la central, en función de las características y necesidades mínimas de consumo de la obra.

El número mínimo de tolvas para áridos en frío será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero, en todo caso, no será inferior a tres ($\neq 3$).

En centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación será ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos, y tendrá en cuenta la humedad de estos para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de central para la fabricación de mezclas, cuando las categorías de tráfico pesado sean T00 a T2 será también preceptivo disponer de sistemas ponderales de dosificación en frío.

La central tendrá sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales serán independientes de los correspondientes al resto de los áridos y estarán protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, estarán provistas de un sistema de clasificación de los áridos en caliente (de capacidad acorde con su producción) en un número de fracciones no inferior a tres ($\neq 3$), y de silos para almacenarlos.

Las centrales de mezcla discontinua estarán provistas en cualquier circunstancia de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya tolerancia sea inferior al cinco por mil ($\pm 5 \text{‰}$), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya tolerancia sea inferior al tres por mil ($\pm 3 \text{‰}$), respecto a los valores de la fórmula de trabajo.

La central deberá disponer de dispositivos capaces de dosificar con homogeneidad y precisión suficiente, a juicio del Director de la Obra, los aditivos que esté previsto incorporar a la mezcla, con base en los datos de control de producción suministrados por el Contratista y de la inspección de las instalaciones, en su caso.

Salvo justificación en contrario, los aditivos estabilizantes se incorporarán directamente al mezclador. En cualquier caso, su forma de dosificación e incorporación a la mezcla, tiempo de amasado, dispersión, etc. deberá realizarse de conformidad con las indicaciones facilitadas por el fabricante del aditivo utilizado.

545.4.3 Elementos de transporte

La mezcla bituminosa se transportará al lugar de empleo en camiones de caja abierta, lisa y estanca, perfectamente limpia y tratada, para evitar que la mezcla se adhiera a ella. Dichos camiones deberán estar siempre provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa durante su transporte y preferentemente dotados de una caja con aislamiento térmico.

La forma y altura de la caja de los camiones deberá ser tal que, durante el vertido en la extendedora, cuando no dispongan de elementos de transferencia de carga, el camión sólo toque a aquella a través de los rodillos previstos al efecto.

Los medios de transporte deberán estar adaptados, en todo momento, al ritmo de ejecución de la obra teniendo en cuenta la capacidad de producción de la central de fabricación y del equipo de extensión, y la distancia entre esta y la zona de extensión.

A la vista de las condiciones climáticas que rodeen la puesta en obra, de los tiempos de transporte y espera, especialmente cuando sean superiores a una hora (> 1 h) y/o la elevada viscosidad del ligante utilizado el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de la Obra podrá exigir que las cajas de los camiones dispongan de aislamiento térmico y de puntos de control de la temperatura de la mezcla uniformemente repartidos en sus laterales, en un número total no inferior a cuatro ($\nless 4$).

545.4.4 Equipo para la ejecución del riego de adherencia y la aplicación de la lechada de cal

La ejecución del riego de adherencia se realizará tal como se describe en el artículo 531 "Riegos de Adherencia", es decir con un equipo para la aplicación de la emulsión, que disponga de rampa de riego y que sea capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita.

En el caso de aplicarse lechada de cal sobre riego de emulsión, ello debe efectuarse mediante un camión cisterna equipado con depósitos adecuados para su almacenamiento y recirculación, dotado de una rampa de riego capaz de dosificar con la precisión requerida, y convenientemente protegido de la corrosión frente a eventuales acumulaciones de cal.

545.4.5 Equipo de extensión

Las extendedoras serán autopropulsadas y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para la puesta en obra de la mezcla bituminosa con la configuración deseada y un mínimo de precompactación, que será fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de la Obra. La capacidad de sus elementos, así como su potencia, serán adecuadas al trabajo a realizar.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal cuando esta sea necesaria.

Se comprobará, en su caso, que los ajustes del enrasador y de la maestra se atienen a las tolerancias mecánicas especificadas por el fabricante, y que dichos ajustes no han sido afectados por el desgaste u otras causas.

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T31, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de la Obra podrá exigir que delante de la extendedora se disponga un equipo de transferencia autopropulsado que, esencialmente, colabore en garantizar la homogeneización granulométrica y además permita la uniformidad térmica y de las características superficiales. Este requisito será, en cualquier caso, preceptivo para dichas categorías de tráfico pesado cuando la superficie a extender sea superior a setenta mil metros cuadrados (> 70 000 m²).

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el Director de la Obra, fijará las anchuras máxima y mínima de la extensión y la situación de las juntas longitudinales necesarias. Si a la extendedora se acoplaran piezas para aumentar su anchura, estas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

545.4.6 Equipo de compactación

El equipo de compactación para capas de rodadura tipo AUTL estará formado, generalmente, por compactadores de rodillos metálicos que deberán ser autopropulsados, tener inversores de sentido de marcha de acción suave, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario. Las llantas metálicas de los compactadores no presentarán surcos ni irregularidades.

La composición del equipo será aprobada por el Director de la Obra a la vista de los resultados del tramo de prueba.

Las presiones de contacto de los compactadores deberán ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, sin producir roturas del árido, ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación, y serán aprobadas por el Director de la Obra a la vista de los resultados del tramo de prueba.

El pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá especificar el empleo de compactadores equipados con sistemas infrarrojos de medición de la temperatura para controlar el plazo óptimo de compactación, así como de sistemas de control de la energía de compactación.

545.5 EJECUCIÓN DE LA OBRA

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

545.5.1.1 Principios generales

La fabricación y puesta en obra de la mezcla no se iniciará hasta que se haya aprobado por el Director de la Obra la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en el laboratorio y verificada en la central de fabricación.

Dicha fórmula fijará como mínimo las siguientes características:

- Identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- Granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices 16 mm, 11,2 mm; 8 mm; 5,6 mm; 4 mm; 2 mm; 0,500 mm y 0,063 mm de la norma UNE-EN 933-2 que correspondan para cada tipo de mezcla según la tabla 545.8 expresada en porcentaje del árido total con una aproximación del uno por ciento (1 %), con excepción del tamiz 0,063 mm que se expresará con aproximación del uno por mil (1 ‰).
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de aportación, expresada en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (1 ‰).
- Dosificación, en su caso, de polvo mineral de recuperación expresada en porcentaje del árido total con aproximación del uno por mil (1 ‰).
- Identificación y dosificación de ligante hidrocarbonado referida a la masa total de la mezcla (incluido el polvo mineral).
- Identificación y dosificación de aditivos añadidos al ligante en la planta de fabricación de mezclas bituminosas, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.

- En su caso, tipo y dotación de los aditivos a la mezcla bituminosa (en especial de los aditivos estabilizantes) referida a la masa de la mezcla total.
- Dotación mínima de mezcla bituminosa según tabla 545.9.

También se señalarán:

- Las prescripciones necesarias sobre la forma de incorporación y tiempo de mezclado de los aditivos, en su caso, para asegurar su completa dispersión en la mezcla. En el caso de aditivos sólidos o pulverulentos se indicará el tiempo de amasado en seco con los áridos antes de la incorporación del ligante.
- Los tiempos que exigirá para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- El tiempo estimado de amasada.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de los áridos y ligante. En ningún caso se introducirá en el mezclador árido a una temperatura superior a la del ligante en más de quince grados Celsius (15 °C).
- La temperatura de mezclado se fijará dentro del rango correspondiente a una viscosidad dinámica del betún (norma UNE-EN 13302) de doscientos cincuenta a cuatrocientos cincuenta centipoises (250-450 cP). Además, en el caso de betunes modificados con polímeros, betunes mejorados con caucho o de betunes especiales para mezclas semicalientes, se tendrá en cuenta el rango recomendado por el fabricante en la temperatura de mezclado. El Director de la obra podrá solicitar la curva de viscosidad del betún en función de la temperatura.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga desde los elementos de transporte y a la salida de la extendedora, que no será inferior a ciento treinta y cinco grados Celsius (≥ 135 °C), salvo en mezclas semicalientes o justificación en contrario.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciar y terminar la compactación.

Salvo justificación en contrario, por viscosidad del ligante o condiciones climáticas adversas, la temperatura máxima de la mezcla en caliente al salir del mezclador no será superior a ciento sesenta y cinco grados Celsius (≥ 165 °C), salvo en centrales de tambor secador-mezclador, en las que no excederá de los ciento cincuenta grados Celsius (≥ 150 °C). En mezclas semicalientes la temperatura máxima al salir del mezclador no será superior a ciento cuarenta y cinco grados Celsius (≥ 145 °C).

En todos los casos, la temperatura mínima de la mezcla al salir del mezclador será aprobada por el Director de la Obra, de forma que la temperatura de la mezcla en la descarga de los camiones sea superior al valor mínimo fijado.

La dosificación de ligante hidrocarbonado en la fórmula de trabajo se fijará teniendo en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos y verificando que la mezcla obtenida en la central de fabricación cumple los criterios establecidos en este artículo (epígrafes 545.5.1.2 a 545.5.1.6).

El Contratista deberá entregar al Director de la Obra para su aceptación, las características de la mezcla respecto de las siguientes propiedades:

- Contenido de huecos (epígrafe 545.5.1.2., tabla 4 UNE EN 13108-9)
- Sensibilidad al agua (UNE-EN 12697-12).
- Pérdida de partículas (UNE-EN12697-17).
- Ecurrimiento del ligante (UNE-EN 12697-18).
- Reacción al fuego (en el caso de mezclas aplicadas en túneles UNE EN ISO 11925-2).

El suministrador del ligante deberá indicar la temperatura de referencia para la compactación de las probetas y para la fabricación, extendido y compactación de la mezcla.

Para todo tipo de mezcla, en el caso de categorías de tráfico pesado T00 a T2, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la Obra, podrá exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y dosificación de ligante hidrocarbonado que no excedan de las admitidas en el epígrafe 545.9.3.1.

La fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa deberá asegurar el cumplimiento de las características de la unidad terminada en lo referente a la macrotextura superficial y a la resistencia al deslizamiento, de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 545.7.4.

Se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en este artículo.

El Director de la Obra podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, con objeto de mejorar la calidad de la mezcla, para lo que se realizará un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

545.5.1.2 Contenido de huecos

El contenido de huecos en mezcla, determinado según el método de ensayo de la norma UNE-EN 12697-8 indicado en el Anexo B de la norma UNE-EN 13108-20, cumplirá los valores mínimos fijados en la tabla 545.10. Para la realización del ensayo se emplearán probetas compactadas (Norma UNE-EN 12697-30), aplicando veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de mezcla bituminosa de setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos (700 ± 35 g) para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 mm a 45 mm).

TABLA 545.10 – CONTENIDO DE HUECOS EN MEZCLA EN PROBETAS.

NORMA UNE-EN 12697-30 (25 golpes por cara)

TIPO DE MEZCLA	% DE HUECOS (Norma UNE-EN 12697-8)
AUTL	≥ 8 y ≤ 15

545.5.1.3 Sensibilidad al agua

En cualquier circunstancia se comprobará la adhesividad árido-ligante mediante la caracterización de la acción del agua. Para ello, la resistencia conservada en el ensayo de tracción indirecta tras inmersión, realizado a quince grados Celsius (15 °C) (norma UNE-EN 12697-12) que recoge la categoría para el método A, tendrá un valor mínimo del noventa por ciento ($ITSR \geq 90$ %) para mezclas AUTL. Las probetas se compactarán según la Norma UNE-EN 12697-30 aplicando veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de mezcla bituminosa de aproximadamente setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos (700 ± 35 g), para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 mm a 45 mm).

Se podrá mejorar la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes directamente incorporados al ligante. En todo caso, la dotación mínima no será inferior a la indicada en la tabla 545.9.

545.5.1.4 Pérdida de partículas

La pérdida de partículas a veinticinco grados Celsius (25 °C) (norma UNE-EN 12697-17) en probetas compactadas (norma UNE-EN 12697-30) con veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de mezcla bituminosa de aproximadamente setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos (700 ± 35 g) para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 mm a 45 mm), no deberá

rebasar el veinte por ciento ($\geq 20\%$) en masa para las categorías de tráfico pesado T00 a T2 y el veinticinco por ciento ($\geq 25\%$) en masa en los demás casos.

545.5.1.5 Esgurrimiento del ligante

La comprobación sobre el escurrimiento de ligante para las mezclas ultrafinas tipo AUTL, mediante el método del vaso de precipitados (UNE-EN 12697-18) será inferior al tres por mil ($< 3\text{‰}$).

545.5.1.6 Reacción al fuego

Cuando la mezcla vaya a ser empleada en un túnel, el fabricante debe declarar que se han superado satisfactoriamente los requisitos de ensayo de inflamabilidad según ensayo UNE-EN ISO 11925-2 "Reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única" donde no se ha producido fenómeno de propagación de la llama y por lo tanto se cumple el criterio de $F_s < 150$ mm en 20 segundos.

545.5.2 Preparación de la superficie existente

Se comprobará la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a extender la mezcla bituminosa. El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de la Obra, indicará las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable antes de proceder a la extensión de la mezcla y, en su caso, a reparar las zonas con algún tipo de deterioro.

La regularidad superficial de la superficie existente deberá cumplir lo indicado en las tablas 545.11.a o 545.11.b. Si está constituida por un pavimento heterogéneo, se deberán, además, eliminar mediante fresado los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, de acuerdo con las instrucciones del Director de la Obra. Igualmente se eliminarán, mediante fresado o granallado, todas las marcas longitudinales y señalización horizontal existente.

545.11.a ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	CALZADA DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,5	< 1,5
80	< 1.8	< 2,0
100	< 2,0	< 2,5

545.11.b ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA			
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10
50	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 3,0

545.5.3 Aprovechamiento de áridos

Los áridos se producirán o suministrarán en fracciones granulométricas diferenciadas, que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción será suficientemente homogénea y se podrá acopiar y manejar sin peligro de segregación. El número mínimo de fracciones será de dos (2) para mezclas con tamaño máximo de cinco y ocho (5 mm y 8 mm). El Director de la Obra podrá exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla en el epígrafe 545.9.3.1.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Los acopios se dispondrán preferiblemente sobre zonas pavimentadas. Si se dispusieran sobre el terreno natural no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios se construirán por tongadas de espesor no superior a un metro y medio (\neq 1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un árido,

lo que obligará siempre al estudio de una nueva fórmula de trabajo cumpliendo el epígrafe 545.5.1.1.

En el caso de obras pequeñas, con volumen total de áridos inferior a cinco mil metros cúbicos (< 5 000 m³), antes de empezar la fabricación deberá haberse acopiado la totalidad de los áridos. En otro caso, el volumen mínimo a exigir será el treinta por ciento (30 %) o el correspondiente a un (1) mes de producción máxima del equipo de fabricación.

545.5.4 Fabricación de la mezcla

Lo dispuesto en este epígrafe se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la norma UNE-EN 13108-9, para el mercado CE.

La carga de cada una de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que su contenido esté siempre comprendido entre el cincuenta y el cien por ciento (50 a 100 %) de su capacidad, sin rebosar.

Se pondrá especial énfasis en la correcta clasificación y dosificación en frío de los áridos para evitar problemas en la clasificación en caliente.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador no excederá de la fijada en la fórmula de trabajo.

Se cuidará la correcta dosificación de los aditivos (en su caso), al ligante y/o a la mezcla, su distribución homogénea, así como que no pierda las características previstas durante todo el proceso de fabricación.

545.5.5 Transporte

La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendidora. La caja del camión se tratará previamente con un líquido antiadherente, de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 545.4.1. Dicha solución se pulverizará de manera uniforme sobre los laterales y fondo de la caja, utilizando la mínima cantidad para impregnar toda la superficie, y sin que se produzca un exceso de líquido antiadherente, que deberá drenarse en su caso, antes de cargar la mezcla bituminosa. No se permitirá en ningún caso el empleo de productos derivados del petróleo.

Para evitar el enfriamiento superficial de la mezcla, deberá protegerse durante el transporte mediante cobertores adecuados y, en su caso, cajas calorifugadas. En el momento de descargarla en la extendedora o en el equipo de transferencia, su temperatura no podrá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

545.5.6 Limpieza de la superficie existente y extensión del riego de adherencia

Antes de proceder a la aplicación de la emulsión bituminosa, la superficie a tratar se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales y se eliminarán las marcas viales del pavimento existente. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, u otro método aprobado por el Director de las Obras, para eliminar la posible suciedad o materiales sueltos o débilmente adheridos, antes de la extensión del riego de adherencia.

Si la superficie fuera un pavimento bituminoso en servicio, se eliminarán, mediante fresado, los excesos de ligante que hubiese, y se repararán los deterioros que pudieran impedir una correcta adherencia.

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de la Obra. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante.

La extensión se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de estas.

Para categorías de tráfico pesado de T00 a T1, posteriormente al riego de adherencia, y una vez este haya curado, se extenderá una lechada de cal, cuyas especificaciones de producto, dotación y medios cumplirán lo recogido en la "Nota Técnica 01/2020 para el proyecto y la ejecución de lechadas de cal como sistema de protección de los riegos de adherencia" o disposiciones posteriores que la modifiquen o sustituyan.

Se comprobará especialmente que, transcurrido el plazo de rotura del ligante de los tratamientos aplicados, no quedan restos de agua en la superficie. Además, si ha pasado mucho tiempo desde su aplicación, se verificará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no ha disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de la Obra ordenará la ejecución de un riego de adherencia adicional.

545.5.7 Extensión de la mezcla bituminosa

La extensión de la mezcla bituminosa comenzará por el borde inferior y se realizará por franjas longitudinales, salvo que el Director de la Obra indique otro procedimiento. La anchura de estas franjas se fijará de manera que se realice el menor número de juntas posible y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta la anchura de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación, las características de la extendedora y la producción de la central.

En obras sin mantenimiento de la circulación, para carreteras con calzadas separadas con superficies a extender superiores a setenta mil metros cuadrados ($> 70\ 000\ m^2$), se realizará la extensión a ancho completo trabajando, si fuera necesario, con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En los demás casos, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre aún caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La extendedora se regulará de forma que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el epígrafe 545.7.2.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la extendedora a la producción de la central de fabricación de modo que sea constante y que no se detenga. En caso de parada, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendedora y debajo de esta, no baja de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

545.5.8 Compactación

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de la Obra en función de los resultados del tramo de prueba hasta que se alcance la dotación especificada en el epígrafe 545.7.1. Se deberá hacer a la mayor temperatura posible sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida y se continuará mientras la mezcla esté en condiciones de ser compactada y su temperatura no sea inferior a la mínima prescrita en la fórmula de trabajo.

La compactación se realizará longitudinalmente de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

545.5.9 Juntas transversales y longitudinales

Cuando sean inevitables, se procurará que las juntas transversales de la capa superpuesta guarden una separación mínima de cinco metros (5 m), y de quince centímetros (15 cm) para las longitudinales. Debe evitarse que estas últimas queden situadas en zonas de rodada.

Al extender franjas longitudinales contiguas, cuando la temperatura de la extendida en primer lugar no sea superior al valor mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja se cortará verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el artículo 531 del PG-3, dejando romper la emulsión. En caso necesario, se repetirá el tratamiento para garantizar que la superficie de la junta queda totalmente cubierta. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella. Este procedimiento se aplicará de manera análoga a la ejecución de juntas transversales.

La linealidad del corte se garantizará mediante un premarcado de este. Se llevará a cabo tan pronto como finalice la compactación y la mezcla mantenga una cierta temperatura, retirándose el producto resultante y dejando una superficie limpia y libre de detritus y polvo antes de aplicar el riego de adherencia.

Las juntas transversales de la mezcla se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo y se distanciarán en más de cinco metros (> 5 m) las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes.

545.6 TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla AUTL, será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba para comprobar la fórmula de trabajo,

la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación y, especialmente, el plan de compactación.

A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra, las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, empleando para ello el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1) o, alternativamente, la profundidad media de perfil (MPD) (norma UNE-EN ISO 13473-1), que deberá cumplir los valores establecidos en el epígrafe 545.7.4.

El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y el Director de la Obra determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de la Obra decidirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones que realizar (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extendido, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

Además, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y otros métodos rápidos de control. También se estudiarán el equipo y el método de realización de juntas, así como la relación entre la dotación media de mezcla y el espesor de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de la Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba.

545.7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

545.7.1 Densidad media / Dotación

Se podrá utilizar la relación obtenida en el preceptivo tramo de prueba entre la dotación media de mezcla (obtenida por el peso de la mezcla bituminosa dividido por la superficie cubierta por esta expresada en kg/m²) y el espesor de la capa como forma simplificada de determinar la densidad media alcanzada en la unidad de obra terminada.

545.7.2 Rasante, espesor y anchura

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm), y el espesor de la capa no deberá ser inferior al cien por cien (\neq 100 %) del previsto en la sección-tipo de los Planos de Proyecto, o en su defecto al que resulte de la aplicación de la dotación media de mezcla que figure en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se comprobará la anchura de extensión, que en ningún caso será inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

545.7.3 Regularidad superficial

El Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330), obtenido de acuerdo con lo indicado en 545.9.4, deberá cumplir los valores de la tabla 545.12.a o 545.12.b, según corresponda.

**TABLA 545.12.a - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)
PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	CALZADA DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,5	< 1,5
80	< 1,8	< 2,0
100	< 2,0	< 2,5

**TABLA 545.12.b - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm)
PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA			
	CALZADA DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10
50	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 3,0

545.7.4 Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

La superficie de la capa deberá presentar una textura homogénea, uniforme y exenta de segregaciones.

La macrotextura superficial, obtenida mediante el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1) o, alternativamente, mediante el método de perfiles de superficie (norma UNE-EN ISO 13473-1), así como la resistencia al deslizamiento transversal (norma UNE 41201 IN) no deberán ser inferiores a los valores indicados en la tabla 545.13.

**TABLA 545.13 - VALORES MÍNIMOS DE LA MACROTEXTURA SUPERFICIAL (MTD) Y
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO TRANSVERSAL (CRTS)**

CARACTERÍSTICA		AUTL
MACROTEXTURA SUPERFICIAL ⁽¹⁾ (mm)	MTD (Norma UNE-EN 13036-1)	1,0
	MPD (UNE-EN ISO (13473-1) ⁽²⁾)	0,7
RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO ⁽³⁾ (%) (Norma UNE 41201 IN)		60

- (1) Medida inmediatamente después de la puesta en obra. El método de control debe elegirse desde el principio con base en los resultados obtenidos en el tramo de prueba, siendo alternativos entre sí, y mantenerse a lo largo de toda la obra no siendo posible su cambio sin contar con la aprobación expresa del Director de la Obra.
- (2) La medición con equipos manuales que obtienen valores puntuales se realizará de conformidad con lo indicado en el Anexo C de la norma UNE-EN ISO 13473-1.
- (3) Medida una vez transcurrido un mes desde la puesta en servicio de la capa.

545.8 LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

Salvo autorización expresa del Director de la Obra, no se permitirá la puesta en obra de la mezcla bituminosa:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra, con tendencia a disminuir, sea inferior a ocho grados Celsius ($< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Con viento intenso, después de heladas, y especialmente sobre tableros de puentes y estructuras, el Director de la Obra podrá aumentar el valor mínimo de la temperatura.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.
- Cuando la temperatura del soporte sea inferior a 5°C ,

Se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto alcance una temperatura de sesenta grados Celsius ($60\text{ }^{\circ}\text{C}$), evitando las paradas y cambios de dirección sobre la mezcla recién extendida hasta que esta alcance la temperatura ambiente.

545.9 CONTROL DE CALIDAD

545.9.1 Control de procedencia de los materiales

En el caso de productos que dispongan del marcado CE, se deberá realizar la verificación documental consistente en que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE son conformes con las especificaciones establecidas en este artículo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. 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, con el 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 siguientes.

545.9.1.1 Ligantes hidrocarbonados

Los ligantes deberán cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 211 o 212 del PG-3, según corresponda.

En el caso de betunes mejorados con caucho o de betunes especiales de baja temperatura, no incluidos en los artículos mencionados, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá especificaciones para el control de procedencia del ligante.

545.9.1.2 Áridos

Los áridos deberán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+, salvo en el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra (artículo 5.b del Reglamento 305/2011).

En el primer caso, el control de procedencia se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental consistente en que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE son conformes con las especificaciones establecidas en este artículo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si se detectara alguna anomalía durante su transporte, almacenamiento o manipulación, el Director de la Obra, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos con el objeto de asegurar sus propiedades y la calidad establecida en este artículo.

En el caso de los áridos fabricados en el propio lugar de construcción para su incorporación en la correspondiente obra, de cada procedencia y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán muestras (norma UNE-EN 932-1) y para cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente de Los Ángeles del árido grueso (norma UNE-EN 1097-2) se realizará sobre la fracción 10/14 del árido de origen.
- El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso (norma UNE-EN 1097-8).
- La densidad relativa y absorción del árido grueso y del árido fino (norma UNE-EN 1097-6).
- La granulometría de cada fracción (norma UNE-EN 933-1).

- El equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) y, en su caso, el índice de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).
- La proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5).
- Contenido de finos del árido grueso, conforme a lo indicado en el epígrafe 545.2.3.2.7.
- El índice de lajas del árido grueso (norma UNE-EN 933-3).

Estos ensayos se repetirán durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, no pudiéndose utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del Director de la Obra.

545.9.1.3 Polvo mineral

El control de procedencia del polvo mineral de aportación se podrá llevar a cabo mediante la verificación documental consistente en que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE son conformes con las especificaciones establecidas en este artículo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si se detectara alguna anomalía durante su transporte, almacenamiento o manipulación, el Director de la Obra, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos con el objeto de asegurar sus propiedades y la calidad establecida en este artículo.

En el caso de emplearse el procedente de los áridos, de cada procedencia del polvo mineral, y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán cuatro (4) muestras y con ellas se determinará la densidad aparente (Anexo A de la norma UNE-EN 1097-3) y la granulometría (norma UNE-EN 933-10).

545.9.1.4 Aditivos

Los aditivos deberán estar en posesión de una evaluación técnica de la idoneidad de empleo en la que se indiquen, entre otras, sus características, forma de uso, limitaciones de empleo, en su caso, y se establezca su idoneidad para ser empleadas como aditivo en mezclas bituminosas en caliente tipo AUTL.

545.9.2 Control de calidad de los materiales

545.9.2.1 Ligantes hidrocarbonados

Los ligantes deberán cumplir las especificaciones establecidas en los artículos 211 o 212 del PG-3, según corresponda.

En el caso de betunes mejorados con caucho o de betunes especiales de baja temperatura, no incluidos en los artículos mencionados, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá especificaciones para el control de calidad del ligante.

545.9.2.2 Áridos

Se examinará la descarga en el acopio desechando los materiales que a simple vista presenten materias extrañas o tamaños superiores al máximo aceptado en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, lascas, plasticidad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo. Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y de los accesos.

Para los áridos que tengan marcado CE, la comprobación de las siguientes propiedades podrá llevarse a cabo mediante la verificación documental consistente en que los valores declarados que acompañan al marcado CE son conformes con las especificaciones establecidas en este artículo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si se detectara alguna anomalía durante su transporte, almacenamiento o manipulación, el Director de la Obra, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento, la realización de comprobaciones y ensayos con el objeto de asegurar sus propiedades y la calidad establecida en este artículo.

En los materiales que no tengan marcado CE se deberán hacer obligatoriamente las siguientes comprobaciones.

Con cada fracción de árido que se produzca o reciba, se realizarán los siguientes ensayos:

Con la misma frecuencia de ensayo que la indicada en la tabla 545.14:

- Análisis granulométrico de cada fracción (norma UNE-EN 933-1).
- Equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) del árido combinado (incluido el polvo mineral) de acuerdo con la fórmula de trabajo y, en su caso, el índice de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9).

Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Índice de lajas del árido grueso (norma UNE-EN 933-3).
- Proporción de caras de fractura de las partículas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5).
- Limpieza del árido grueso, conforme a lo indicado en el epígrafe 545.2.3.2.7.

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

- Coeficiente de Los Ángeles del árido grueso (norma UNE-EN 1097-2).
- Coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso para capas de rodadura (norma UNE-EN 1097-8).
- Densidad relativa del árido grueso y del árido fino (norma UNE-EN 1097-6).
- Absorción del árido grueso y del árido fino (norma UNE-EN 1097-6).

545.9.2.3 Polvo mineral

Las propiedades del polvo mineral de aportación se comprobarán mediante la verificación documental de la información que acompaña al marcado CE. Si se detectara alguna anomalía durante su transporte, almacenamiento o manipulación, el Director de la Obra, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones y ensayos, con el objeto de asegurar sus propiedades y la calidad establecida.

Para el polvo mineral procedente de los áridos se realizarán los siguientes ensayos:

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

- Densidad aparente (Anexo A de la norma UNE-EN 1097-3).

Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie de procedencia:

- Análisis granulométrico del polvo mineral (norma UNE-EN 933-10).

545.9.3 Control de ejecución

Dada su importancia, se llevará un registro de los controles de temperatura de la mezcla efectuados en el momento de su fabricación, llegada al tajo de obra, extensión y compactación. Los equipos empleados para ello y la frecuencia de medida serán establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, empleándose en su defecto los criterios recogidos en la norma UNE 41265-1 IN.

545.9.3.1 Fabricación

Las mezclas bituminosas podrán disponer del marcado CE con un sistema de evaluación de la conformidad 2+ (salvo en el caso de las excepciones citadas en el artículo 5 del Reglamento 305/2011), por lo que su idoneidad se podrá comprobar mediante la verificación documental consistente en que los valores declarados en la información que acompaña al marcado CE son conformes con las especificaciones establecidas en este artículo y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Controles sobre la mezcla de áridos:

Estos controles se efectuarán sobre las mezclas bituminosas que no dispongan de marcado CE. No serán obligatorios para las mezclas bituminosas en posesión de marcado CE, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de la Obra, en el uso de sus atribuciones.

Se tomará diariamente un mínimo de dos (2) muestras (norma UNE-EN 932-1), una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y con ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico del árido combinado (norma UNE-EN 933-1).
- Equivalente de arena (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8) para la fracción 0/4 del árido combinado y, en su caso, el índice de azul de metileno (Anexo A de la norma UNE-EN 933-9) para la fracción 0/0,125mm del árido combinado.

En centrales de mezcla continua se calibrará diariamente el flujo de la cinta suministradora de áridos, deteniéndola cargada de áridos, y recogiendo y pesando el material existente en una longitud elegida.

Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos en caliente y se determinará su granulometría (norma UNE-EN 933-1), que cumplirá las tolerancias indicadas en este epígrafe. Se verificará la precisión de las básculas de dosificación y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de los áridos y del ligante hidrocarbonado al menos una (1) vez por semana.

Controles a la salida del mezclador o silo de almacenamiento, sobre cada elemento de transporte:

Estos controles se realizarán sobre todas las mezclas bituminosas, con o sin marcado CE, tomando muestras a la descarga del mezclador y realizando los ensayos correspondientes.

- Control del aspecto de la mezcla y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas y aquellas cuya envuelta no sea homogénea. El material, cuando se descargue del mezclador, debe tener una apariencia homogénea con los áridos totalmente recubiertos y no debe presentar evidencias de aglomeraciones de áridos finos. La humedad de la mezcla no deberá ser superior en general al cinco por mil ($\neq 5 \text{‰}$) en masa del total. En mezclas semicalientes este límite se podrá ampliar hasta el uno y medio por ciento ($\neq 1,5 \%$).
- Se tomarán muestras de la mezcla fabricada con la frecuencia de ensayo indicada en la tabla 545.14, en función del nivel de conformidad (NCF) definido en el Anexo A de la norma UNE-EN 13108-21, determinado por el método del valor medio de cuatro (4) resultados, y según el nivel de control asociado a la categoría de tráfico pesado. Sobre estas muestras se determinará la dosificación de ligante (norma UNE-EN 12697-1) y la granulometría de los áridos extraídos (norma UNE-EN 12697-2).

TABLA 545.14 FRECUENCIA MÍNIMA DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE GRANULOMETRÍA DE ÁRIDOS EXTRAÍDOS Y CONTENIDO DE LIGANTE
(toneladas/ensayo)

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	NIVEL DE CONTROL	NCF A	NCF B	NCF C
T00 a T2	X	600	300	150
T3 a T4	Y	1000	500	250

Las tolerancias admisibles respecto de la granulometría de la fórmula de trabajo, referidas a la masa total de áridos (incluido el polvo mineral), serán las siguientes:

- Tamices superiores al de 2 mm de la norma UNE EN 933-2: cuatro por ciento ($\pm 4 \%$).
- Tamiz de 2 mm de la norma UNE EN 933-2: tres por ciento ($\pm 3 \%$).
- Tamices comprendidos entre el de 2 mm y el de 0,063 mm de la norma UNE EN 933-2: dos por ciento ($\pm 2 \%$).
- Tamiz 0,063 mm de la norma UNE EN 933-2: uno por ciento ($\pm 1 \%$).

La tolerancia admisible respecto de la dotación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo será del tres por mil ($\pm 3 \text{‰}$) en masa del total de mezcla bituminosa (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en la tabla 545.9, según el tipo de mezcla del que se trate.

Controles adicionales sobre las características de las mezclas:

En el caso de mezclas que dispongan de marcado CE, además de la comprobación documental, el Director de la Obra, en el uso de sus atribuciones, podrá disponer en cualquier momento la realización de comprobaciones o ensayos que considere oportunos. En ese supuesto, deberá seguirse lo indicado en los párrafos siguientes.

En el caso de mezclas que no dispongan de marcado CE, para las categorías de tráfico pesado T00 a T31 se deberán llevar a cabo al menos una (1) vez al mes, o con menor frecuencia si así lo aprueba el Director de la Obra, los ensayos adicionales de las características de la mezcla que se indican a continuación, con las mismas probetas y condiciones de ensayo que las establecidas en el epígrafe 545.5.1:

- Pérdida de partículas (norma UNE-EN 12697-17) y escurrimiento del ligante mediante el método del vaso de precipitados (norma UNE-EN 12697-18).
- Resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión (norma UNE-EN 12697-12).
- Reacción al fuego en caso de aplicación de túneles. (norma UNE-EN ISO 11.925-2)

En todos los casos, se determinará la resistencia conservada a tracción indirecta tras inmersión (norma UNE-EN 12697-12) cuando se cambien el suministro o la

procedencia, o cuando el Director de la Obra lo considere oportuno para asegurar alguna característica relacionada con la adhesividad y cohesión de la mezcla.

545.9.3.2 Puesta en obra

545.9.3.2.1 Extensión

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte en la tolva de la extendedora o en el equipo de transferencia, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura, así como la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 545.8 de este Pliego.

Se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del epígrafe 545.9.4.

Para cada uno de los lotes se debe determinar el porcentaje de huecos de referencia procediendo de la siguiente manera:

- Al menos una (1) vez por lote se tomarán muestras y se preparará un juego de tres (3) probetas. Sobre ellas se obtendrá el valor medio del contenido de huecos (norma UNE-EN 12697-8) y la densidad aparente (Norma UNE-EN 12697-6) con el método de ensayo indicado en el anexo B de la Norma UNE-En 13108-20.
- Estas probetas se prepararán según la Norma UNE-EN 12697-30, aplicando veinticinco (25) golpes por cara, utilizando una masa de aproximadamente setecientos gramos más/menos treinta y cinco gramos ($700 \pm 35\text{g}$) para conseguir un espesor teórico de treinta y cinco a cuarenta y cinco milímetros (35 a 45 mm).

En la preparación de las probetas se cuidará especialmente que se cumple la temperatura de compactación fijada en la fórmula de trabajo, según el ligante empleado. La toma de muestras para la preparación de estas probetas podrá hacerse, a juicio del Director de la Obra, en la carga o en la descarga de los elementos de transporte a obra, pero, en cualquier caso, se evitará recalentar la muestra para la fabricación de las probetas.

- La densidad de referencia para la compactación de cada lote se define como la media aritmética de las densidades aparentes obtenidas en dicho lote y en cada uno de los tres (3) anteriores.

Al menos en un veinte por ciento (20 %) de los lotes se tomarán muestras sobre las que se realizarán ensayos de comprobación de la dosificación de ligante (norma UNE-EN 12697-1 y UNE-EN 12697-39), y de la granulometría de los áridos extraídos (norma UNE-EN 12697-2). A la vista de los resultados, el Director de la Obra podrá aumentar o disminuir la frecuencia de muestreo.

Se comprobará, con la frecuencia que establezca el Director de la Obra, el espesor extendido mediante un punzón graduado.

545.9.3.2.2 Compactación

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de compactación, verificando:

- Que el número y tipo de compactadores son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
- El lastre, y peso total de los compactadores.
- El número de pasadas de cada compactador.

Se comprobará, con la frecuencia que sea precisa, la medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método volumétrico según Norma UNE-EN 13036-1:2010, que se comparará con la obtenida en el tramo de prueba.

545.9.4 Control de recepción de la unidad terminada

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes:

- Quinientos metros (500 m) de calzada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m²) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

Se comprobará la dotación media diaria de mezcla por división de la masa total de los materiales correspondientes a la jornada, medida por diferencia de peso de los camiones antes y después de la descarga en la extendidora, por la superficie realmente tratada, medida sobre el terreno. Para ello se deberá disponer de una báscula convenientemente contrastada.

Sobre testigos se realizará la comprobación de adherencia entre capas (norma NLT-382) a la que hace referencia el apartado 531.6 del artículo 531 del PG-3 y, si fuera necesario, empleando para ello discos de extensión.

Se controlará además diariamente la medida de la macrotextura superficial. En el caso de emplearse el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1) la comprobación se realizará en tres (3) puntos del lote aleatoriamente elegidos. En el caso de emplearse el método de determinación de la profundidad media de perfil, se seguirá el procedimiento descrito en el Anexo C de la norma UNE-EN ISO 13473-1 sobre una posición transversal elegida al azar.

Se controlará la regularidad superficial, en tramos de mil metros de longitud (1 000 m), a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI) (norma NLT-330), calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del perfil auscultado, que se asignará a dicho hectómetro (hm), y así sucesivamente hasta completar el tramo medido que deberá cumplir lo especificado en el epígrafe 545.7.3. En el caso de que un mismo tramo se ausculte más de un perfil longitudinal (rodada derecha e izquierda), las prescripciones sobre el valor del IRI establecidos en el epígrafe 545.7.3 se deberán verificar independientemente en cada uno de los perfiles auscultados en cada rodada. La comprobación de la regularidad superficial de toda la longitud de la obra, en capas de rodadura, tendrá lugar antes de la puesta en servicio.

Se comprobará la resistencia al deslizamiento de la capa de rodadura de toda la longitud de la obra (norma UNE 41201 IN), una vez transcurrido un (1) mes de la puesta en servicio de la capa. Si no cumpliera, se ampliará la medición en el plazo indicado para ello en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, que no será inferior a tres meses (\neq 3 meses), ni será superior a 12 meses (\neq 12 meses).

545.10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

545.10.1 Dotación

La dotación media de mezcla obtenida en el lote diario, conforme con lo indicado en el epígrafe 545.9.4, no será inferior a la especificada en el epígrafe 545.7.1. Si fuera inferior se procederá de la siguiente manera:

- Si es inferior al noventa por ciento (< 90 %) de la especificada, se fresará la capa de mezcla bituminosa correspondiente a la superficie construida en ese día y se repondrá por cuenta del Contratista.

- Si no es inferior al noventa por ciento ($\neq 90\%$) de la especificada, se aplicará una penalización económica del quince por ciento (15 %) a la capa de mezcla bituminosa correspondiente al lote controlado.

545.10.2 Espesor

El espesor medio por lote no deberá ser en ningún caso inferior al especificado en el epígrafe 545.7.2. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Se podrá optar por demoler mediante fresado y reponer con un material aceptado por el Director de la Obra, o si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras, por extender de nuevo otra capa similar sobre la rechazada, todo ello por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de una ($\neq 1$) muestra presente un resultado inferior al noventa y cinco por ciento ($< 95\%$) del espesor especificado. De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se tomarán testigos de cada uno de ellos, aplicándose los criterios descritos en este epígrafe.

545.10.3 Regularidad superficial

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa acabada exceden los límites establecidos en el epígrafe 545.7.3, se demolerá el lote mediante fresado y se extenderá una nueva capa por cuenta del Contratista.

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa terminada en tramos uniformes y continuos, con longitudes superiores a dos kilómetros (> 2 km), mejoran los límites establecidos en el epígrafe 545.7.3, y cumplen los valores de la tabla 545.15.a o 545.15.b, según corresponda, se podrá incrementar el abono de mezcla bituminosa según lo indicado en el apartado 545.11.

TABLA 545.15.a - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN, CON POSIBILIDAD DE ABONO ADICIONAL

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA	
	CALZADA DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	RESTO DE VÍAS
50	< 1,0	< 1,0
80	< 1,2	< 1,5
100	< 1,5	< 2,0

TABLA 545.15.b - ÍNDICE DE REGULARIDAD INTERNACIONAL (IRI) (dm/hm) PARA FIRMES REHABILITADOS ESTRUCTURALMENTE, CON POSIBILIDAD DE ABONO ADICIONAL

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA		
	CALZADA DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)		
	> 10	≤ 10	
50	< 1,0	< 1,0	< 1,0
80	< 1,2	< 1,5	< 1,5
100	< 1,5	< 1,8	< 2,0

545.10.4 Macrotextura superficial y resistencia al deslizamiento

545.10.4.1 Macrotextura superficial

El resultado medio del ensayo de la medida de la macrotextura superficial no deberá resultar inferior al valor especificado en la tabla 545.13. Si fuera inferior, se procederá de la siguiente manera:

- Si es superior al noventa por ciento (> 90 %), se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10 %).
- Si es inferior al noventa por ciento (< 90 %) del valor previsto-se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un (\neq 1) individuo de la muestra ensayada presente un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (> 25 %). De no cumplirse esta condición se dividirá el lote en dos (2) partes iguales y se realizarán ensayos, según el epígrafe 545.7.4.

545.10.4.2 Resistencia al deslizamiento

El resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento no deberá ser en ningún caso inferior al valor previsto en la tabla 545.13.

Si el resultado medio del ensayo de determinación de la resistencia al deslizamiento resulta inferior al valor previsto en la tabla 545.13, se procederá de la siguiente manera:

- Si resulta superior al noventa y cinco por ciento (> 95 %), se aplicará una penalización económica del diez por ciento (10 %).
Si resulta inferior al noventa y cinco por ciento (< 95 %) del valor previsto se extenderá una nueva capa de rodadura por cuenta del Contratista.

Adicionalmente, no se admitirá que más de un cinco por ciento (≥ 5 %) de la longitud total medida, presente un resultado inferior a dicho valor en más de cinco unidades (> 5). De no cumplirse esta condición se medirá de nuevo para contrastar el cumplimiento de este epígrafe.

545.11 MEDICIÓN Y ABONO

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa inferior y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Únicamente cuando dicha capa se haya realizado mediante otro contrato, se podrá abonar la comprobación y, en su caso, reparación de la superficie existente por metros cuadrados (m²) realmente ejecutados.

La fabricación y puesta en obra de una capa de rodadura de mezcla bituminosa AUTL, con un espesor que como mínimo será el previsto en el Proyecto, se abonará por metros cuadrados (m²) obtenidos multiplicando la anchura señalada para la capa en los Planos del Proyecto por la longitud realmente ejecutada. Este abono incluirá los áridos, el polvo mineral, las adiciones y todas las operaciones de acopio, preparación, fabricación, puesta en obra y terminación. No serán de abono las creces laterales no previstas en los Planos de Proyecto.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá establecer, también, el abono por toneladas (t), obtenidas multiplicando las dimensiones señaladas para la capa en los Planos del Proyecto por los espesores y densidades medios deducidos de los ensayos de control de cada lote.

El ligante hidrocarbonado empleado se abonará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezclas bituminosas puesta en obra, por el porcentaje (%) medio de ligante deducido de los ensayos de control de cada lote. Se considerará incluido en dicho precio, y por tanto no será de objeto de abono independiente, el empleo de activantes o aditivos al ligante, así como tampoco el ligante residual del material fresado de mezclas bituminosas, en su caso.

El polvo mineral de aportación y las adiciones a la mezcla bituminosa (como por ejemplo los aditivos estabilizantes), sólo se abonarán si lo previera explícitamente el

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y el Cuadro de Precios del Proyecto. Su abono se hará por toneladas (t), obtenidas multiplicando la medición correspondiente de mezcla bituminosa tipo AUTL puesta en obra por su dotación media.

Para las categorías de tráfico pesado T00 a T2, si el árido grueso empleado para capas de rodadura, además de cumplir todas y cada una de las prescripciones especificadas en el epígrafe 545.2.3 de este artículo, tuviera un valor del coeficiente de pulimento acelerado (norma UNE-EN 1097-8) que fuese superior en cuatro puntos o más (> 4) al valor mínimo especificado en este artículo para la categoría de tráfico pesado que corresponda, se abonará además una unidad de obra definida como metro cuadrado (m^2) o en su caso tonelada (t), de incremento de calidad de áridos en capa de rodadura. El precio de esta unidad de obra no será superior al diez por ciento ($\neq 10\%$) del correspondiente al del metro cuadrado (m^2) o en su caso tonelada (t), de mezcla bituminosa para dicha capa de rodadura. Será condición necesaria para su abono que esta unidad de obra esté explícitamente incluida en los Cuadros de Precios y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y su medición prevista en el Presupuesto del Proyecto.

Si los resultados de la regularidad superficial de la capa de rodadura mejorasen los valores especificados en este artículo, de acuerdo con los criterios del epígrafe 545.10.3, se abonará además una unidad de obra definida como metro cuadrado (m^2) de incremento de calidad de regularidad superficial en capa de rodadura. El precio de esta unidad de obra no será superior al cinco por ciento ($\neq 5\%$) del correspondiente al del metro cuadrado (m^2) o en su caso tonelada (t), de mezcla bituminosa para dicha capa de rodadura. Será condición necesaria para su abono que esta unidad de obra esté explícitamente incluida en los Cuadros de Precios y el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y su medición prevista en el Presupuesto del Proyecto.

NORMAS REFERIDAS EN ESTE ARTÍCULO

UNE 41201 IN:	Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Procedimiento para determinar la resistencia al deslizamiento de la superficie de un pavimento a través de la medición del coeficiente de rozamiento transversal (CRTS): SCRIM.
UNE 41260-1 IN	Materiales para firmes de carreteras. Mezclas bituminosas. Parte 1: Utilización de cal hidratada como polvo mineral de aportación.
UNE 41265-1 IN	Materiales para firmes de carreteras. Ejecución y control. Parte 1: Control térmico de mezclas bituminosas.
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 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Método del tamizado.
UNE-EN 933-2	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 933-3	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 933-8+A1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 8: Evaluación de los finos. Ensayo del equivalente de arena.
UNE-EN 933-9	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 9: Evaluación de los finos. Ensayo de azul de metileno.
UNE-EN 933-10	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 10: Evaluación de los finos. Granulometría de los fillers (tamizado en

	corriente de aire).
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 1097-3	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 3: Determinación de la densidad aparente y la porosidad.
UNE-EN 1097-6	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	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 8: Determinación del coeficiente de pulimento acelerado.
UNE-EN 1367-2	Ensayos para determinar las propiedades térmicas y de alteración de los áridos. Parte 2: Ensayo de sulfato de magnesio.
UNE-EN 12697-1 UNE-EN 12697-39	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
UNE-EN 12697-2	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.
UNE-EN 12697-6	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas por el método hidrostático.
UNE-EN 12697-8	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas.
UNE-EN 12697-12	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de las probetas de mezcla bituminosa.
UNE-EN 12697-18	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 18: Ensayo de escurrimiento del ligante.
UNE-EN 12697-22+A1	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura.
UNE-EN12697-17	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 17: Perdida

	de partículas de una probeta de mezcla bituminosa drenante.
UNE-EN 12697-30	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 30: Preparación de la muestra mediante compactador de impactos.
UNE-EN 12697-31	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 31: Preparación de la muestra mediante compactador giratorio.
UNE-EN 13036-1	Características superficiales de carreteras y aeropuertos. Métodos de ensayo. Parte 1: Medición de la profundidad de la macrotextura superficial del pavimento mediante el método volumétrico.
UNE-EN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas.
UNE-EN 13108-9	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 9: Mezclas bituminosas ultrafinas (AUTL).
UNE-EN 13108-20	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 20: Ensayos de tipo.
UNE-EN 13108-21	Mezclas bituminosas. Especificaciones de materiales. Parte 21: Control de producción en fábrica.
UNE-EN 13302	Betunes y ligantes bituminosos. Determinación de la viscosidad dinámica de los ligantes bituminosos usando un viscosímetro de rotación de aguja.
UNE-EN ISO 13473-1	Caracterización de la textura de los pavimentos mediante el uso de perfiles de superficie. Parte 1: Determinación de la profundidad media del perfil.
UNE EN ISO 11925-2	Reacción al fuego de los materiales de construcción. Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única



MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE
INFRAESTRUCTURAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL DE
INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL DE
CARRETERAS

ORDEN CIRCULAR OC 1/2023 SOBRE ACTUALIZACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS Y TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN LA NORMA 6.1 IC “SECCIONES DE FIRME”

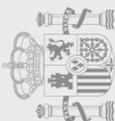
La vigente Norma 6.1 IC “Secciones de firmes” de la Instrucción de Carreteras aprobada mediante **Orden FOM/3460/2003**, de 28 de noviembre de 2003, fue concebida para los materiales y técnicas de la época de manera que en su Tabla 6 “Espesor de capas de mezcla bituminosa en caliente” contempla únicamente las que figuraban en el PG-3 en los entonces vigentes artículos 542 “Mezclas bituminosas en caliente” (tipos D, S, G, MAM y PA) y 543 “Mezclas bituminosas discontinuas en caliente para capas de rodadura” (tipos M, F).

Durante el tiempo transcurrido se han sucedido numerosos e importantes avances en el campo de las mezclas bituminosas, que se han reflejado en los consiguientes cambios en el PG-3 y también en el PG-4, tanto en materia de fabricación, puesta en obra y control de calidad, como de adaptación de sus características y denominación a las normas armonizadas europeas y asimismo se ha seguido avanzando en el conocimiento del funcionamiento de los materiales y de las secciones de firme ante las diversas circunstancias.

Todo lo anterior hace necesaria la revisión en profundidad y actualización de la Norma 6.1 IC, en lo cual ya se está trabajando, así como los correspondientes cambios y ajustes en el PG-3, lo que requerirá un plazo que puede ser considerable para su completa terminación por lo que, como primer paso en dicha dirección, el objetivo de la presente Orden Circular es actualizar el contenido del apartado 6.2 “MATERIALES PARA LAS SECCIONES DE FIRME” acerca de diversos aspectos, y en especial el de su Tabla 6 “ESPESORES DE CAPAS DE MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE”, para su adaptación a las mezclas bituminosas en caliente o semicaliente empleadas en la actualidad, así como para incorporar diversos ajustes y mejoras en cuanto a los espesores de capas según su ubicación en la sección de firme y materiales.

De entre los numerosos cambios introducidos en la normativa de mezclas bituminosas y avances en el conocimiento desde la aprobación de la 6.1 IC, los principales que se han tenido en cuenta para la presente Orden Circular son los derivados de las siguientes líneas de actuación:

- Adaptación de las entonces denominadas “mezclas bituminosas en caliente” y “mezclas bituminosas en caliente para capas de rodadura” a la norma europea armonizada EN 13108 de manera que ahora constituyen las mezclas tipo AC objeto del artículo 542 “Mezclas bituminosas tipo hormigón bituminoso” y las de los tipos BBTM y PA objeto del artículo 543 “Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas” cuya redacción vigente es, tras sucesivos cambios, la establecida mediante la **Orden FOM/2523/2014**, de 12 de diciembre.





FIRMADO

- Introducción de dos nuevas familias de mezclas bituminosas de entre las contempladas en la norma UNE EN 13108 pues mediante la **OC 3/2019** se ha aprobado el artículo 544 “Mezclas bituminosas tipo SMA”, y mediante la **OC 3/2022** se ha aprobado el artículo 545 “Mezclas bituminosas tipo AUTL para capas de rodadura”.
- Mejora del conocimiento del comportamiento de los diferentes tipos de mezclas bituminosas ante las diversas circunstancias de lo que resulta la conveniencia de ampliar el ámbito de unas, como es el caso, entre otras, de las MAM en capa intermedia, y de reducir o suprimir, salvo estudio especial que lo justifique, el uso de otras, como es el caso de las mezclas AC tipo G y de las mezclas PA-16.
- Paulatino incremento, desde la creación del PG-4 mediante la OC 8/2001 sobre reciclado de firmes, del empleo de asfalto recuperado (RA) en la fabricación de las mezclas bituminosas, tal y como se contempla en la OC 24/2008 sobre los artículos 542 y 543 del PG-3 y en la Orden FOM/2523/2014 antes mencionada, a lo que se añade que la OC 40/2017 sobre reciclado de firmes y pavimentos bituminosos no sólo amplía los límites de utilización de RA sino que además establece la posibilidad de aplicación de sus técnicas a las obras de acondicionamiento de trazado, de ensanche y mejora de plataforma o de ampliación de carriles.
- Desarrollo de técnicas de fabricación de mezclas semicaliente en todos estos tipos de mezclas, incluidas las del artículo 22 del PG-4.

Por otro lado, en el momento de emitirse la presente Orden Circular se está en la casi simultánea fase final de revisión y actualización del contenido de la antes mencionada OC 40/2017 por lo que, por razones de eficacia administrativa, conviene incluir ahora, en la actualización del contenido del apartado 6.2 de la Norma 6.1 IC y de su Tabla 6, las novedades que le afecten de entre las numerosas que se incorporarán en cuanto a abanico de soluciones y posibilidades de aplicación de las mezclas objeto del artículo 22 del PG-4.

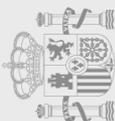
Por todo lo anterior, y debido a la necesidad de revisar, actualizar y coordinar entre sí las prescripciones técnicas relativas a los espesores de las capas y tipos de mezclas bituminosas en caliente y semicaliente que emplear en las secciones de firme para las actuaciones en la Red de Carreteras del Estado, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

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

- Proyectos cuya Orden de Estudio se autorice con posterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Orden Circular.
- Proyectos cuya aprobación precise información pública y ésta aún no haya sido realizada.
- En el resto de proyectos en redacción, así como en el caso de obras en fase de

FIRMADO por : JUAN PEDRO FERNANDEZ PALOMINO. A fecha: 03/04/2023 06:04 PM
DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS
Total folios: 3 (2 de 3) - Código Seguro de Verificación: MFOM0252984C812E036C32B4A4CC
Verificable en <https://sede.mitma.gob.es>

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA





FIRMADO

licitación o adjudicadas, se elevará consulta a las Subdirecciones Generales de esta Dirección General que corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el proyecto o el contrato para adecuarlo a lo previsto en esta Orden Circular.

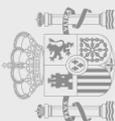
- Segundo:** En tanto se lleva a cabo la completa revisión y actualización de la Norma 6.1 IC “Secciones de firme”, se introducen en su apartado 6.2 MATERIALES PARA LA SECCIÓN DE FIRME, los cambios que se especifican en el Anejo de esta Orden Circular.
- Tercero:** Todas las menciones en la Norma 6.1 IC a las mezclas bituminosas en caliente deben entenderse como referencias a mezclas bituminosas en caliente o semicaliente, con las limitaciones de empleo, en su caso, expresadas en el Anexo.
- Cuarto:** Todos los cambios contemplados en la presente Orden Circular se considerarán trasladados, a los efectos de la aplicación de la Norma 6.1 IC, a los correspondientes artículos 542 del PG-3, 543 del PG-3, 544 de la OC 3/2019 y 545 de la OC 3/2022, prevaleciendo sobre cuantas estipulaciones se contengan en dichos artículos que contradigan o se opongan a lo establecido por la presente Orden Circular.
- Quinto:** En tanto que se proceda a la actualización del artículo 542 del PG-3 o a ulteriores cambios en la Norma 6.1 IC, el empleo de la mezcla bituminosa AC tipo G requerirá un estudio especial que lo justifique.
- Sexto:** En tanto que se proceda a la actualización del artículo 543 del PG-3, o a ulteriores cambios en la Norma 6.1 IC, el empleo de la mezcla bituminosa tipo PA-16 requerirá un estudio especial que lo justifique
- Séptimo:** En tanto que se proceda a la actualización del artículo 544 “Mezclas bituminosas tipo SMA” recogido en la OC 3/2019, o a ulteriores cambios en la Norma 6.1 IC, el empleo de la mezcla bituminosa tipo SMA 16 surf requerirá un estudio especial que lo justifique.
- Octavo:** Esta Orden Circular entrará en vigor al día siguiente al de su firma.

Madrid, marzo de 2023

El Director General de Carreteras

(fecha y firma digital al margen)

Juan Pedro Fernández Palomino





O.C. 3/2022
(Ver al final del pdf el punto cuarto de la O.C. 1/2023)

ORDEN CIRCULAR OC 1/2023 SOBRE ACTUALIZACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS
Y TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN LA NORMA
6.1 IC "SECCIONES DE FIRME"

ANEXO DE LA ORDEN CIRCULAR 1/2023



ORDEN CIRCULAR OC 1/2023 SOBRE ACTUALIZACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS Y TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN LA NORMA 6.1 IC "SECCIONES DE FIRME"

- En el apartado **6.2 MATERIALES PARA LA SECCIONES DE FIRME** de la Norma 6.1 IC "Secciones de firme" se modifica el contenido de la tabla 5 en lo que sigue:
 - Se sustituye "Mezclas bituminosas en caliente (D, S y G)" por "Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente tipo AC (D y S)"
 - Se sustituye "Mezcla bituminosas discontinuas en caliente (M y F)" por "Mezcla bituminosas discontinuas en caliente o semicaliente tipo BBTM (A y B)"
 - Se incluyen las "Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente tipo SMA", con coeficiente de equivalencia de uno (1)
 - Se incluyen las "Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente tipo AUTL", con coeficiente de equivalencia de uno (1)

- El título del apartado **6.2.1 Mezclas bituminosas en caliente** se sustituye por **6.2.1 Mezclas bituminosas en caliente y semicaliente**

- En apartado **6.2.1 Mezclas bituminosas en caliente y semicaliente** se incluye el siguiente párrafo en primer lugar:

"A los efectos de los artículos 542 y 543 del PG-3, del 544 de la OC 3/2019 y del 545 de la OC 3/2022, se denominan mezclas bituminosas semicalientes a aquellas en las que, mediante el empleo de betunes especiales, aditivos u otros procedimientos, se reduce la temperatura de mezclado en, al menos, veinte grados Celsius (20 °C) respecto a la mezcla en caliente equivalente, pudiendo emplearse en las mismas condiciones que estas en las categorías de tráfico pesado T1 a T4."

- El título del subapartado **6.2.1.1 Espesor de las capas de mezcla bituminosa** se sustituye por **6.2.1.1 Espesor de las capas de mezcla bituminosa en caliente y semicaliente.**

- El contenido de los dos primeros párrafos del mencionado subapartado 6.2.1.1 se mantiene inalterado y a continuación de ellos, precediendo a la Tabla 6, se añade el siguiente párrafo:

"En el caso de que fuera necesario para la distribución de los espesores de mezcla bituminosa de la sección considerada, en fase de proyecto se podrán ampliar los límites superiores de los espesores de capas intermedia y de base respectivamente en uno (1) y dos (2) centímetros (cm) siempre que se trate de mezclas AC (D, S o MAM)."

- La Tabla 6 y resto del contenido del subapartado 6.2.1.1 es sustituido por lo siguiente:



ORDEN CIRCULAR OC 1/2023 SOBRE ACTUALIZACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS Y TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN LA NORMA 6.1 IC "SECCIONES DE FIRME"

TABLA 6. ESPESORES DE CAPA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE O SEMICALIENTE

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA ¹	TIPO SEGÚN TASA DE ASFALTO RECUPERADO ⁴	TAMAÑO NOMINAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO		
				T1 y superior	T2 y T31	T32 e inferior
Rodadura	AC tipos D y S	0 y 1	16		4-5	
			22		5-6	
	BBTM ² tipos A y B	0	8	2		
			11	3		
	PA ²	0	11	4		
	SMA	0	8	2-3		
			11	3-5		
	AUTL ²	Ninguno	5	1-1,5		
8			1,5-2			
11				2		
Intermedia	AC tipos D y S	Todos	22	5-10 ³		
	MAM	0 y 1	22	6-10		
	SMA	0	16	5-9		
Base	AC, tipo S	Todos	22	7-10		
			32	10-13		
	MAM	0 y 1	22	7-13	7-13	

(1) Ver definiciones en los artículos 542, 543, 544 y 545 del PG-3, 544 de la OC 3/2019 y 545 de la OC 3/2022

(2) De acuerdo con lo indicado en los artículos 543 y 545, para estas mezclas, el PPTP debe especificar la dotación media en kg/m² en lugar del espesor.

(3) Salvo en arcenes, donde se seguirá lo indicado en el apartado 7

(4) Ver tabla de clasificación de las mezclas bituminosas reutilizadas

TABLA DE CLASIFICACIÓN DE LAS MEZCLAS BITUMINOSAS REUTILIZADAS EN CENTRAL

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

– El título del subapartado **6.2.1.2 Capas de rodadura de mezcla bituminosa** se sustituye por **6.2.1.2 Capas de rodadura de mezcla bituminosa en caliente o semicaliente**

– Los dos primeros párrafos del mencionado subapartado 6.2.1.2 son sustituidos por lo siguiente:



ORDEN CIRCULAR OC 1/2023 SOBRE ACTUALIZACIÓN DE ESPESORES DE LAS CAPAS Y TIPOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE Y SEMICALIENTE EN LA NORMA 6.1 IC "SECCIONES DE FIRME"

"La capa de rodadura estará constituida por una mezcla bituminosa de tipo AC (D o S) definida en el artículo 542 del PG-3, una mezcla bituminosa drenante de tipo PA, definida en el artículo 543 del PG-3, una mezcla bituminosa discontinua de tipo BBTM (A o B), definida en el artículo 543 del PG-3, una mezcla bituminosa de tipo SMA, definida en el artículo 544 de la OC 3/2019 o una mezcla bituminosa de tipo AUTL, definida en el artículo 545 de la OC 3/2022, con los espesores recogidos en la Tabla 6 en función del tamaño nominal de la mezcla y de la categoría de tráfico pesado.

Salvo en las categorías de tráfico pesado T0 y T00 todas estas mezclas podrán ser en caliente o en semicaliente.

En el caso de emplearse mezclas reutilizadas se seguirá lo establecido en el artículo 22 del PG-4.

Para categorías de tráfico pesado T00 a T31, en secciones en las que sean esperables problemas de reflexión de juntas o fisuras de las capas inferiores o en zonas frías sometidas a actividades frecuentes de vialidad invernal, se priorizará el empleo de mezclas tipo BBTM A o SMA frente a las mezclas de tipo PA o BBTM B."

- El título del subapartado **6.2.1.3 Mezclas bituminosas de alto módulo** se sustituye por el de **6.2.1.3 Mezclas bituminosas en caliente o semicaliente para capas intermedia y de base**

- Se sustituye el texto del mencionado subapartado **6.2.1.3** que queda como sigue:

"Las mezclas a utilizar en estas capas serán en caliente o semicaliente salvo en categorías de tráfico pesado T0 y T00.

En las secciones cuyo espesor total de mezcla bituminosa sea igual o superior a veinte centímetros (≥ 20 cm) y cuya explanada sea de categoría E3 o E2, podrán ser empleadas mezclas bituminosas de alto módulo (MAM) en lugar de mezclas AC (D o S), según se definen en el artículo 542 del PG-3, en capa intermedia y/o de base pudiéndose reducir como consecuencia el espesor de las capas de mezcla bituminosa de la sección. La reducción de espesor deberá ser convenientemente justificada y en ningún caso será superior al veinte por ciento (≤ 20 %) del espesor de las capas de mezcla AC (D o S) sustituidas por mezclas MAM.

En el caso de emplearse mezclas reutilizadas se seguirá lo establecido en el artículo 22 del PG-4.

El empleo de mezclas bituminosas del tipo SMA en capa intermedia (SMA 16 bin) está especialmente indicado para categorías de tráfico pesado T00 a T2 en secciones semirrígidas con espesor total de mezclas bituminosas igual o inferior a veinte centímetros (≤ 20 cm)."