

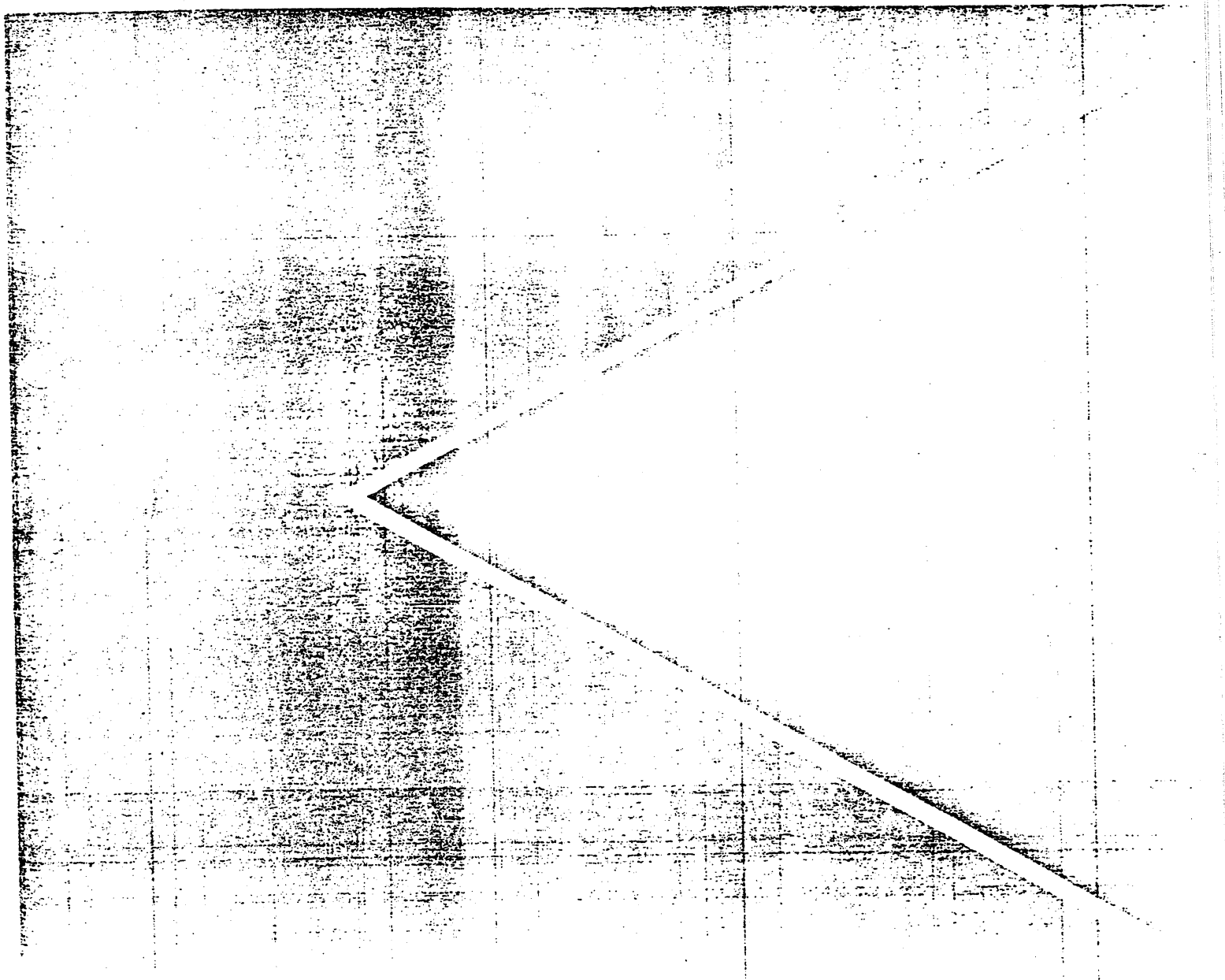
# MOPU

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

## RECOMENDACIONES SOBRE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

Circular n° 299/89 T.

1989





ORDEN CIRCULAR 299/89T

RECOMENDACIONES SOBRE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

El tiempo transcurrido desde la aprobación de las especificaciones sobre mezclas bituminosas en caliente que figuran en la Parte 5ª, Capítulo IV, Artículo 542 del vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, aprobado por O.M. de 6 de Febrero de 1976 (B.O.E. de 7 de Julio), y modificado por O.M. de 21 de enero de 1988 (B.O.E. de 3 de febrero), así como los avances tecnológicos en el campo de dicha unidad de obra aconsejan la revisión del citado Artículo 542 "Mezclas bituminosas en caliente".

La disposición adicional segunda de la Ley 25/1988 de 29 de julio, de Carreteras, atribuye a la Administración del Estado la determinación de la normativa básica de interés general; y el Artículo 11, apartado 6º del R.D. 1073/1977 de 8 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras, y que sigue vigente en virtud de la disposición transitoria primera de la mencionada Ley, faculta al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo para dictar las normas técnicas en materia, entre otras, de construcción relativas a toda clase de carreteras y a sus caminos de servicio.

Tanto el Artículo 13 de la Ley 198/1963 de 28 de Diciembre, de Bases de Contratos del Estado, como el Artículo 13 del texto articulado de la Ley de Contratos del Estado, aprobado por Decreto 923/1965, de 8 de Abril, como el Artículo 37 del Decreto 3354/1967, de 28 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Contratación para la aplicación del citado texto articulado, prevén la posibilidad de que el Gobierno establezca, previo informe de la Junta Consultiva de Contratación Administrativa, los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales a que hayan de someterse las obras contratadas por el Estado.

Por otro lado, el apartado 1 del Artículo 8 de la Directiva CEE/189/83 de 28 de marzo exige que las modificaciones de la reglamentación técnica sean comunicadas a la Comisión de las CC.EE. en la fase de proyecto, a fin de que dicha Comisión pueda emitir un dictamen sobre ellas, si procediera.

Mientras el artículo del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes a que se refiere la presente ~~orden circular es informado por la Junta consultiva de contratación~~ administrativa, examinado por la Comisión de las CC.EE. y aprobado por el Departamento -proceso que, aunque ya iniciado, consumirá algún tiempo- conviene poner a prueba en la práctica unas prescripciones puestas al día, a nivel de proyectos concretos.

## 542 MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

### 542.1.- DEFINICION

Se define como mezcla bituminosa en caliente la combinación de un ligante hidrocarbonado, áridos (incluido el polvo mineral) y eventualmente aditivos, de manera que todas las partículas del árido queden recubiertas por una película homogénea de ligante. Su proceso de fabricación implica calentar el ligante y los áridos (excepto eventualmente el polvo mineral de aportación), y se pone en obra a temperatura muy superior a la ambiente.

### 542.2.- MATERIALES

#### 542.2.1.- Ligante hidrocarbonado

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará el tipo de ligante hidrocarbonado a emplear.

Podrá modificarse el ligante mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, asfaltos naturales o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de aditivo y las especificaciones que deberán cumplir tanto el ligante modificado como las mezclas bituminosas resultantes. La dosificación y dispersión homogénea del aditivo deberán ser aprobadas por el Director de las obras.

#### 542.2.2.- 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.

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena, según la Norma NLT-113/72, del árido obtenido combinando las distintas fracciones de los áridos (incluido el polvo mineral) según las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta (50). De no cumplirse esta condición, su índice de azul de metileno, según la Norma NLT-171/86, deberá ser inferior a uno (1).

#### 542.2.2.1.- Árido grueso

##### 542.2.2.1.1.- Definición

Se define como árido grueso a la parte del conjunto de fracciones granulométricas retenida en el tamiz UNE 2,5 mm.

##### 542.2.2.1.2.- Condiciones generales

El árido grueso se obtendrá triturando piedra de cantera o grava natural. El rechazo del tamiz UNE 5 mm deberá contener una proporción

mínima de partículas que presenten dos (2) o más caras de fractura, según la Norma NLT-358/87, no inferior al límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 542.2.2.1.3.- Limpieza

El árido grueso deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas. Su proporción de impurezas, según la Norma NLT-172/86, deberá ser inferior al cinco por mil (0,5 %) en masa; en caso contrario, el Director de las obras podrá exigir su limpieza por lavado, aspiración u otros métodos por él aprobados, y una nueva comprobación.

#### 542.2.2.1.4.- Calidad

El máximo valor del coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, según la Norma NLT-149/72 (granulometría B), será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

El mínimo valor del coeficiente de pulido acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según la Norma NLT-174/72, será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 542.2.2.1.5.- Forma

El máximo índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la Norma NLT-354/74, será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 542.2.2.1.6.- Adhesividad

Salvo especificación contraria del Pliego de prescripciones técnicas particulares, se considerará que la adhesividad es suficiente si, en mezclas abiertas o drenantes, la proporción de árido totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/76, fuera superior al noventa y cinco por ciento (95 %); o si, en los demás tipos de mezcla, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, según la Norma NLT-162/84, no rebasase el veinticinco por ciento (25 %).

Podrá mejorarse la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

#### 542.2.2.2.- Árido fino

##### 542.2.2.2.1.- Definición

Se define como árido fino a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz UNE 2,5 mm y retenida por el tamiz UNE 80 µm.

#### 542.2.2.2.2.- Condiciones generales

El árido fino podrá proceder de la trituración de piedra de cantera o grava natural en su totalidad, o en parte de areneros naturales. En este último caso el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá señalar la proporción máxima de arena natural a emplear en la mezcla.

#### 542.2.2.2.3.- Limpieza

El árido fino deberá estar exento de terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

#### 542.2.2.2.4.- Calidad

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso en el apartado 542.2.2.1.4 sobre coeficiente de desgaste Los Angeles.

#### 542.2.2.2.5.- Adhesividad

Salvo especificación contraria del Pliego de prescripciones técnicas particulares, se considerará que la adhesividad es suficiente si, en mezclas abiertas o drenantes, el índice de adhesividad, según la Norma NLT-355/74, fuera superior a cuatro (4); o si, en los demás tipos de mezcla, la pérdida de resistencia en el ensayo de inmersión-compresión, según la Norma NLT-162/84, no rebasase el veinticinco por ciento (25 %).

Podrá mejorarse la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia. En tales casos, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

#### 542.2.2.3.- Polvo mineral

##### 542.2.2.3.1.- Definición

Se define como polvo mineral a la parte del conjunto de fracciones granulométricas cernida por el tamiz UNE 80  $\mu\text{m}$ .

##### 542.2.2.3.2.- Condiciones generales

El polvo mineral podrá proceder de los áridos, separándose de ellos por medio de los ciclones de la central de fabricación, o aportarse a la mezcla por separado de aquéllos como un producto comercial o especialmente preparado.

Las proporciones mínimas del polvo mineral de aportación se fijarán por el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Si éste exigiera una proporción mínima de aportación, el polvo mineral que quede inevitablemente adherido a los áridos tras su paso por el secador en ningún caso podrá rebasar el dos por ciento (2 %) de la masa de

la mezcla. Sólo si se asegurase de que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al de aportación, podrá el Director de las obras rebajar o incluso anular la proporción mínima de éste fijada por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 542.2.2.3.4.- Finura y actividad

La densidad aparente del polvo mineral, según la norma NLT-176/74, deberá estar comprendida entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0,5 á 0,8 g/cm<sup>3</sup>).

El coeficiente de emulsibilidad, según la Norma NLT-180/74, deberá ser inferior a seis décimas (0,6).

#### 542.3.- TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

El tipo y características de la mezcla bituminosa en caliente serán definidos en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

La relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado en la mezcla bituminosa en caliente se fijará, en su caso, por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 542.4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 542.4.1.- Central de fabricación

Las mezclas bituminosas en caliente se fabricarán por medio de centrales de mezcla continua o discontinua, 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 señalará la producción horaria mínima de la central.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del ligante hidrocarbonado deberá poder permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo. En la calefacción del ligante se evitará en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos de la caldera a temperaturas superiores a la de almacenamiento. Todas la tuberías, bombas, tanques, etc. deberán estar provistos de calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros, especialmente en la boca de salida al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dosificador.

Las tolvas para áridos en frío deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y cuya separación sea efectiva para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no deberá ser inferior a cuatro (4). Estos silos deberán asimismo estar provistos de dispositivos ajustables de dosificación a su salida, que puedan ser mantenidos en cualquier ajuste. En las centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador el sistema

de dosificación deberá ser ponderal, al menos para la arena y para el conjunto de los áridos; y deberá tener en cuenta la humedad de éstos, para poder corregir la dosificación en función de ella; en los demás tipos de central bastará con que tal sistema sea volumétrico, recomendándose el ponderal.

La central deberá estar provista de un secador que permita calentar los áridos a la temperatura fijada en la fórmula de trabajo, extrayendo de ellos una proporción de polvo mineral tal, que su dosificación se atenga a lo fijado en la fórmula de trabajo. El sistema extractor deberá evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces, de acuerdo con la legislación aplicable.

La central deberá tener sistemas separados de almacenamiento y dosificación del polvo mineral recuperado y de aportación, los cuales deberán ser independientes de los correspondientes al resto de los áridos, y estar protegidos de la humedad.

Las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador deberán estar 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 (3), y de silos para almacenarlas. Estos silos deberán tener paredes resistentes, estancas y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones, con un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en los contiguos o afecte al funcionamiento del sistema de dosificación. Un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, deberá avisarle cuando el nivel del silo baje del que proporcione el caudal calibrado. Cada silo deberá permitir tomar muestras de su contenido, y su compuerta de desagüe deberá ser estanca y de accionamiento rápido. La central deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los áridos, con sensores a la salida del secador y, en su caso, en cada silo de áridos en caliente.

Las centrales de mezcla discontinua deberán estar provistas de dosificadores ponderales independientes: al menos uno (1) para los áridos calientes, cuya exactitud sea superior al medio por ciento ( $\pm 0,5 \%$ ), y al menos uno (1) para el polvo mineral y uno (1) para el ligante hidrocarbonado, cuya exactitud sea superior al tres por mil ( $\pm 0,3 \%$ ).

El ligante hidrocarbonado deberá distribuirse uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlen su entrada no deberán permitir fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante hidrocarbonado deberá poder calibrarse a la temperatura y presión de trabajo; en las centrales de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de áridos y polvo mineral. En las centrales de mezcla continua con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea ~~del ligante hidrocarbonado y que ésta se realice de forma que no~~ exista riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En el caso de que se prevea la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlas con exactitud suficiente, a juicio del Director de las obras.

Si la central estuviera dotada de una tolva de almacenamiento de la mezcla bituminosa en caliente, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los elementos de transporte.

#### 542.4.2.- Elementos de transporte

Consistirán en camiones de caja lisa y estanca, perfectamente limpia, y que deberá tratarse, para evitar que la mezcla bituminosa se adhiera a ella, con un producto cuya composición y dotación deberán ser aprobadas por el Director de las obras.

La forma y altura de la caja deberá ser tal, que durante el vertido en la extendedora el camión sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos al efecto.

Los camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger la mezcla bituminosa en caliente durante su transporte.

#### 542.4.3.- Extendedoras

Las extendedoras serán autopropulsadas, y estarán dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la configuración deseada y un mínimo de precompactación, que deberá ser fijado por el Director de las obras. La capacidad de su tolva, así como su potencia, será la adecuada para su tamaño.

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.

La anchura mínima y máxima de extensión se fijará en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Si a la extendedora pudieran acoplarse piezas para aumentar su anchura, éstas deberán quedar perfectamente alineadas con las originales.

La extendedora deberá estar dotada de un dispositivo automático de nivelación, y de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

#### 542.4.4.- Equipo de compactación

Podrán utilizarse compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibrantes, triciclos o tándem, de neumáticos o mixtos. La composición mínima del equipo será un (1) compactador vibratorio de rodillos metálicos o mixto y un (1) compactador de neumáticos ; para mezclas drenantes este último será un (1) compactador de rodillos metálicos tándem, no vibratorio.

Todos los tipos de compactadores deberán ser autopropulsados, con inversores de marcha suaves, y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.



Los compactadores de llanta metálica no deberán presentar surcos ni irregularidades en ellas. Los compactadores vibratorios tendrán dispositivos automáticos para eliminar la vibración al invertir la marcha. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras, y faldones de lona protectores contra el enfriamiento de los neumáticos.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores serán aprobadas por el Director de las obras, y serán las necesarias para conseguir la compacidad 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.

En los lugares inaccesibles para los equipos de compactación normales, se emplearán otros de tamaño y diseño adecuados para la labor que se pretende realizar.

#### 542.5.- EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 542.5.1.- Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La ejecución de la mezcla no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado por el Director de las obras la correspondiente fórmula de trabajo, estudiada en laboratorio y verificada en la central de fabricación. Dicha fórmula señalará:

- La identificación y proporción de cada fracción del árido en la alimentación y, en su caso, después de su clasificación en caliente.
- La granulometría de los áridos combinados, incluido el polvo mineral, por los tamices UNE 40 mm; 25 mm; 20 mm; 12,5 mm; 10 mm; 5 mm; 2,5 mm; 630  $\mu$ m; 320  $\mu$ m; 160  $\mu$ m; y 80  $\mu$ m.
- La dosificación de ligante hidrocarbonado y, en su caso, la de polvo mineral de aportación, referida a la masa del total de áridos (incluido dicho polvo mineral), y la de aditivos, referida a la masa del ligante hidrocarbonado.
- La densidad mínima a alcanzar.

También deberán señalarse:

- Los tiempos a exigir para la mezcla de los áridos en seco y para la mezcla de los áridos con el ligante.
- Las temperaturas máxima y mínima de calentamiento previo de 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).
- Las temperaturas máxima y mínima de la mezcla al salir del mezclador. La temperatura máxima no deberá exceder de ciento ochenta grados Celsius (180°C), salvo en las centrales de tambor secador-mezclador, en las que no deberá exceder de ciento sesenta y cinco grados Celsius (165°C).
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- La temperatura mínima de la mezcla al iniciarse y terminarse

la compactación.

La dosificación de ligante hidrocarbonado deberá fijarse a la vista de los materiales a emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos y siguiendo los criterios marcados por el Pliego de prescripciones técnicas particulares en relación con las características siguientes:

- En las mezclas densas, semidensas y gruesas, el análisis de huecos y la resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall, según la Norma NLT-159/86, y (para capas de rodadura o intermedias) mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la Norma NLT-173/84.
- En las mezclas abiertas y drenantes, el análisis de huecos empleando el aparato Marshall, según la Norma NLT-159/86, y la pérdida por desgaste según la Norma NLT-352/86.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, su Director podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo mediante los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasaran las tolerancias granulométricas establecidas en el apartado 542.6.1 del presente artículo.

#### 542.5.2.- Preparación de la superficie existente

Se comprobarán la regularidad superficial y estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse la mezcla bituminosa en caliente. El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, reparar las zonas dañadas.

En el caso de que la superficie estuviera constituida por un pavimento hidrocarbonado, se ejecutará un riego de adherencia según el artículo 531 del presente Pliego; en el caso de que ese pavimento fuera heterogéneo se deberán, además, eliminar los excesos de ligante y sellar las zonas demasiado permeables, según las instrucciones del Director de las obras. Si la superficie fuera granular o tratada con conglomerantes hidráulicos, sin pavimento hidrocarbonado, se ejecutará previamente un riego de imprimación según el artículo 530 del presente Pliego.

Se comprobará que haya transcurrido el plazo de rotura o de curado de estos riegos, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie; asimismo, si hubiera transcurrido mucho tiempo desde su aplicación, se comprobará que su capacidad de unión con la mezcla bituminosa no haya disminuido en forma perjudicial; en caso contrario, el Director de las obras podrá ordenar la ejecución de un riego adicional de adherencia.

#### 542.5.3.- Aprovisionamiento de áridos

Los áridos se suministrarán fraccionados. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poder acopiarse y manejarse sin peli-

gro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Para mezclas tipo -8 y -12 el número mínimo de fracciones será de tres (3). Para el resto de las mezclas el número mínimo de fracciones será de cuatro (4). El Director de las obras podrá exigir un mayor número de fracciones, si lo estimase necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría de la mezcla.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (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 el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.

El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la producción de la mezcla será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### 542.5.4.- Fabricación de la mezcla

La carga de las tolvas de áridos en frío se realizará de forma que estén siempre llenas entre el cincuenta y el cien por ciento (50 á 100 %) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. Con mezclas densas y semidensas la alimentación de la arena, aun cuando ésta fuera de un (1) único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

Los dosificadores de áridos en frío se regularán de forma que se obtenga la granulometría de la fórmula de trabajo; su caudal se acordará a la producción prevista, debiéndose mantener constante la alimentación del secador.

El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea; el tiro deberá regularse de forma que la cantidad y la granulometría del polvo mineral recuperado sean uniformes.

En las centrales cuyo secador no sea a la vez mezclador, los áridos calentados y, en su caso, clasificados se pesarán y se transportarán al mezclador. Si la alimentación de éste fuera discontinua, después de haber introducido los áridos y el polvo mineral se agregará automáticamente el ligante hidrocarbonado para cada amasijo, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado en la fórmula de trabajo.

En mezcladores continuos, el volumen del material no deberá sobrepasar los dos tercios ( $2/3$ ) de la altura de las paletas, cuando éstas se encuentren en posición vertical.

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

#### 542.5.5.- Transporte de la mezcla

La mezcla bituminosa en caliente se transportará de la central de fabricación a la extendidora en camiones. Para evitar su enfriamiento superficial, deberá protegerse durante el transporte mediante lonas u otros cobertores adecuados. En el momento de descargarla en la extendidora, su temperatura no deberá ser inferior a la especificada en la fórmula de trabajo.

#### 542.5.6.- Extensión de la mezcla

A menos que el Director de las obras ordene otra cosa, la extensión comenzará por el borde inferior, y se realizará por franjas longitudinales. 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 extendidora y la producción de la central.

En obras sin mantenimiento de la circulación, con superficies a extender en calzada superiores a setenta mil metros cuadrados ( $70\ 000\ m^2$ ), se realizará la extensión en toda su anchura, trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendidoras 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 extendidora 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, con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

La extensión se realizará con la mayor continuidad posible, acordando la velocidad de la extendidora a la producción de la central de fabricación de modo que aquélla no se detenga. En caso de detención, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender, en la tolva de la extendidora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para la iniciación de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Donde resulte imposible, a juicio del Director de las obras, el empleo de máquinas extendidoras, la mezcla bituminosa en caliente podrá ponerse en obra por otros procedimientos aprobados por aquél. Para

ello se descargará fuera de la zona en que se vaya a extender, y se distribuirá en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los Planos, con las tolerancias establecidas en el presente artículo.

#### 542.5.7.- Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según un plan aprobado por el Director de las obras en función de los resultados del tramo de prueba; deberá hacerse 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 temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta que se alcance la densidad especificada.

La compactación deberá realizarse de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizase por franjas, al compactar una de ellas se deberá ampliar 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 extendidora; los cambios de dirección se harán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Se cuidará de que los elementos de compactación estén siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

#### 542.5.8.- Juntas transversales y longitudinales

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) las transversales, y quince centímetros (15 cm) las longitudinales.

Al extender franjas longitudinales contiguas, si la temperatura de la extendida en primer lugar no fuera inferior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para terminar la compactación, el borde de esta franja deberá cortarse verticalmente, dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor. Salvo en mezclas drenantes, se le aplicará una capa uniforme y ligera de riego de adherencia, según el artículo 531 del presente Pliego, dejándolo romper suficientemente. A continuación, se calentará la junta y se extenderá la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales en capas de rodadura deberán compactarse transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para el rodillo.

#### 542.5.9.- Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa en caliente será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación del equipo, y especialmente el plan de compactación.

El Director de las obras determinará si es aceptable la reali-

zación del tramo de prueba como parte integrante de la obra en construcción.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las obras aprobará:

- En su caso, las modificaciones a introducir en la fórmula de trabajo.
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, su forma específica de actuación y, en su caso, las correcciones necesarias. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios.

Asimismo, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correlación, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad "in situ" establecidos en los Pliegos de prescripciones técnicas y otros métodos rápidos de control, tales como isótopos radiactivos o permeámetros.

#### 542.6.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

##### 542.6.1.- Granulometría

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

- Tamices superiores al UNE 2,5 mm: cuatro por ciento ( $\pm 4 \%$ ).
- Tamices comprendidos entre el UNE 2,5 mm y el UNE 80  $\mu\text{m}$ : tres por ciento ( $\pm 3 \%$ ).
- Tamiz UNE 80  $\mu\text{m}$ : uno por ciento ( $\pm 1 \%$ ).

##### 542.6.2.- Dosificación de ligante hidrocarbonado

Las tolerancias admisibles, en más o en menos, respecto de la dosificación de ligante hidrocarbonado de la fórmula de trabajo serán del tres por mil ( $\pm 0,3 \%$ ), en masa, del total de áridos (incluido el polvo mineral), sin bajar del mínimo especificado en el apartado 542.5.1 del presente artículo para la capa de que se trate.

##### 542.6.3.- Densidad

En mezclas bituminosas densas, semidensas y gruesas, la densidad no deberá ser inferior a la siguiente fracción de la densidad de referencia, obtenida aplicando a la granulometría y dosificación medias del lote definido en el apartado 542.9.3.3 del presente artículo la compactación prevista en la Norma NLT-159/86:

- Capas de espesor superior a seis centímetros (6 cm): noventa y ocho por ciento (98 %).
- Capas de espesor no superior a seis centímetros (6 cm): noventa y siete por ciento (97 %).

En mezclas abiertas y drenantes, los huecos de la mezcla no debe-

rán diferir en más de dos ( $\pm 2$ ) puntos porcentuales de los obtenidos aplicando a la granulometría y dosificación medias del lote definido en el apartado 542.9.3.3 del presente artículo la compactación prevista en la Norma NLT-159/86.

#### 542.6.4.- Características superficiales

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

Únicamente a efectos de recepción de capas de rodadura, la textura superficial, según la Norma NLT-335/87, no deberá ser inferior a siete décimas de milímetro (0,7 mm); y el coeficiente mínimo de resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-175/73, no deberá ser inferior a sesenta y cinco centésimas (0,65).

#### 542.6.5.- Tolerancias geométricas

##### 542.6.5.1.- De cota y anchura

En vías de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya separación no exceda de la mitad ( $1/2$ ) de la distancia entre los perfiles del Proyecto ni de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos: ambas no deberán diferir en más de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura, ni de quince milímetros (15 mm) en las demás capas. Si esta tolerancia fuera rebasada y no existieran problemas de encharcamiento, el Director de las obras podrá aceptar la capa siempre que la superior a ella compense la merma, sin incremento de coste para la Administración.

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura del pavimento, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas, y las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse según las instrucciones del Director de las obras.

##### 542.6.5.2.- De espesor

El espesor de una capa no deberá ser inferior al ochenta por ciento (80 %) del previsto para ella en la sección-tipo de los Planos, excepto la capa de rodadura, en la que no deberá ser inferior al cien por cien (100 %) de él. Si esta tolerancia fuera rebasada y no existieran problemas de encharcamiento, el Director de las obras podrá aceptar la capa siempre que la superior a ella compense la merma, sin incremento de coste para la Administración.

El espesor total de mezclas bituminosas no deberá ser inferior al mínimo previsto en la sección-tipo de los Planos. En caso contrario, el Director de las obras podrá exigir la colocación de una capa adicional, sin incremento de coste para la Administración.

#### 542.6.5.3.- De regularidad superficial

La superficie acabada no deberá presentar irregularidades superiores a las máximas fijadas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, al comprobarla con una regla de tres metros (3 m), según la Norma NLT-334/88.

La regularidad superficial, medida por el coeficiente de viágrafo según la Norma NLT-332/87, no deberá exceder de los límites fijados en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas, así como las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse según las instrucciones del Director de las obras.

#### 542.7.- LIMITACIONES DE LA EJECUCION

Salvo autorización expresa del Director de las obras, no se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en caliente:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius ( $5^{\circ}\text{C}$ ), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros (5 cm), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius ( $8^{\circ}\text{C}$ ). Con viento intenso, después de heladas o en tableros de estructuras, el Director de las obras podrá aumentar estos límites, a la vista de los resultados de compactación obtenidos.
- Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas intensas.

Terminada su compactación podrá abrirse a la circulación la capa ejecutada, tan pronto como haya alcanzado la temperatura ambiente.

#### 542.8.- MEDICION Y ABONO

La fabricación y puesta en obra de las mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), según su tipo, medidas multiplicando las anchuras señaladas para cada capa en los Planos, por los espesores medios y densidades medias deducidas de los ensayos de control de cada lote, afectados -en su caso- por las correspondientes penalizaciones. En dicho abono se considerarán incluidos el de la preparación de la superficie existente y el de los áridos y polvo mineral. No serán de abono las creces laterales, ni los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes. Los excesos de espesor sobre los previstos en las secciones-tipo de los Planos sólo se abonarán hasta un diez por ciento (10 %) de éstos.

El ligante hidrocarbonado empleado en la fabricación de mezclas bituminosas en caliente se abonará por toneladas (t), obtenidas aplicando a la medición abonable de cada lote la dosificación media deducida de los ensayos de control. En ningún caso será de abono el empleo de activantes.

El polvo mineral de aportación, y los eventuales aditivos (excepto los activantes) empleados en mezclas bituminosas en caliente,



sólo se abonarán si lo previera explícitamente el Cuadro de precios del Proyecto. En ese caso, el abono se hará por toneladas (t), obtenidas aplicando a la medición abonable de cada lote la dosificación media prevista para él.

#### 542.9.- CONTROL DE CALIDAD

##### 542.9.1.- Control de procedencia

##### 542.9.1.1.- Ligante hidrocarbonado

El suministrador del ligante hidrocarbonado deberá proporcionar un certificado de calidad en el que figuren su tipo y denominación, así como la garantía de que cumple las condiciones exigidas en el artículo 211 del presente Pliego. El Director de las obras podrá exigir copia de los resultados de los ensayos que estime conveniente, realizados por laboratorios homologados.

##### 542.9.1.2.- Aridos

De cada procedencia del árido y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán cuatro (4) muestras, según la Norma NLT 148/72, y de cada fracción de ellas se determinará:

- El desgaste Los Angeles, según la Norma NLT-149/72 (granulometría B).
- El coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, (únicamente para capas de rodadura).
- La densidad relativa y absorción, según las Normas NLT-153/76 y NLT-154/76.

EL Director de las obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos sobre nuevas muestras, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- La adhesividad, según las Normas NLT-355/74 ó NLT-162/85.
- La granulometría de cada fracción, según la Norma NLT-150/72.
- El equivalente de arena del árido fino, según la Norma NLT-113/72.
- La proporción de elementos del árido grueso con dos (2) o más caras fracturadas, según la Norma NLT-358/87.
- La proporción de impurezas del árido grueso, según la Norma NLT-172/86.

El Director de las obras comprobará, además, la retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos, la exclusión de la misma de vetas no utilizables, y la adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

##### 542.9.1.3.- Polvo mineral de aportación

De cada procedencia del polvo mineral de aportación y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinará el coeficiente de emulsibilidad, según la Norma NLT-180/74.

EL Director de las obras podrá ordenar la repetición de este ensayo sobre nuevas muestras, y la realización de ensayos adicionales de densidad aparente, según la Norma NLT-176/74.

#### 542.9.2.- Control de producción

##### 542.9.2.1.- Ligante hidrocarbonado

De cada partida que llegue a la central de fabricación se tomarán dos (2) muestras, según la Norma NLT-121/86, de las que una (1) se guardará para eventuales ensayos ulteriores, realizándose sobre la otra el ensayo de penetración, según la Norma NLT-124/84.

Al menos una (1) vez a la semana, o siempre que se sospechen anomalías en el suministro por los resultados del ensayo anterior, se procederá a controlar el índice de penetración del ligante hidrocarbonado almacenado, según la Norma NLT-181/84.

Al menos una (1) vez al mes, o siempre que se sospechen anomalías en el suministro por los resultados de los ensayos anteriores, se determinarán el punto de fragilidad Fraas, según la Norma NLT-182/84, y el de ductilidad, según la Norma NLT-126/84; y se realizarán los ensayos correspondientes al residuo del ligante en película fina.

##### 542.9.2.2.- Aridos

Se examinará la descarga al acopio o alimentación de tolvas en frío, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc.

Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y accesos.

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

Al menos dos (2) veces al día:

- Granulometría, según la Norma NLT-150/72.
- Equivalente de arena del árido fino, según la Norma NLT-113/72.

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

- Índice de lajas del árido grueso, según la Norma NLT-354/74.
- Proporción de elementos del árido grueso con dos (2) o más caras de fractura, según la Norma NLT-358/87.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según la Norma NLT-172/86.

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

- Desgaste Los Angeles, según la Norma NLT-149/72.
- Coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, (únicamente para capas de rodadura).
- Densidad relativa y absorción, según las Normas NLT-153/76 y NLT-154/76.

542.9.2.3.- Polvo mineral de aportación

Sobre cada partida que se reciba se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos una (1) vez al día:

- Densidad aparente, según la Norma NLT-176/74.

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

- Coeficiente de emulsibilidad, según la Norma NLT-180/74.

542.9.3.- Control de ejecución

542.9.3.1.- Fabricación

Se tomará diariamente, según la Norma NLT-148/72, un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde, de la mezcla de áridos en frío antes de su entrada en el secador, y sobre ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Granulometría, según la norma NLT-150/72.
- Equivalente de arena, según la Norma NLT-113/72. De no cumplirse las exigencias relativas a este ensayo, se determinará el índice de azul de metileno, según la Norma NLT-171/86.

En las instalaciones 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, según la Norma NLT-150/72. Al menos semanalmente se verificará la exactitud de las básculas de dosificación, y el correcto funcionamiento de los indicadores de temperatura de áridos y ligante hidrocarbonado.

Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y sobre ellas se ~~efectuarán los siguientes ensayos:~~

En cada elemento de transporte:

- Control del aspecto de la mezcla, y medición de su temperatura. Se rechazarán todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma y aquellas cuya envuelta no sea homogénea; en las centrales cuyo tambor no sea a

la vez mezclador, también las mezclas que presenten indicios de humedad; y en aquellas en que lo sea, las mezclas cuya humedad sea superior al uno por ciento (1 %), en masa, del total. En estos casos de presencia de humedad excesiva, se retirarán los áridos de los correspondientes silos en caliente.

Al menos (2) veces al día (mañana y tarde), y al menos una (1) vez por lote:

- Dosificación de ligante, según la Norma NLT-164/86.
- Granulometría de los áridos extraídos, según la Norma NLT-165/86.

Al menos una (1) vez al día, y al menos una (1) vez por lote:

- En mezclas densas, semidensas y gruesas, análisis de huecos y resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la Norma NLT-159/86.
- En mezclas abiertas y drenantes, análisis de huecos empleando el aparato Marshall (serie de tres [3] probetas como mínimo), según la Norma NLT-159/86, y pérdida por desgaste, según la Norma NLT-352/86.

Cuando se cambien el suministro o la procedencia:

- En mezclas densas, semidensas y gruesas, inmersión-compresión según la Norma NLT-162/75.

542.9.3.2.- Puesta en obra

Se medirá la temperatura ambiente para tener en cuenta las limitaciones que se fijan en el apartado 542.7 del presente Pliego.

Antes de verter la mezcla del elemento de transporte a la tolva de la extendidora, se comprobará su aspecto y se medirá su temperatura.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado.

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

- Que el número y tipo de compactadores es el aprobado.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza protección.
- El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los compactadores.
- La frecuencia y la amplitud en los compactadores vibratorios.
- El número de pasadas de cada compactador.

En mezclas drenantes, se comprobará frecuentemente la permeabilidad de la capa durante su compactación, según la Norma NLT-339/88.

Al terminar la compactación se medirá la temperatura en la superficie de la capa.

#### 542.9.3.3.- Producto terminado

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes a una (1) sola capa de mezcla bituminosa en caliente:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>).
- La fracción construída diariamente.

Se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados, en número no inferior a cinco (5), y se determinarán su densidad y espesor, según la Norma NLT-168/86.

Se comprobará la regularidad de la superficie del lote con una regla de tres metros (3 m) según la Norma NLT-334/88, y con viágrafo según la Norma NLT-332/87.

En capas de rodadura se realizarán los ensayos siguientes, aleatoriamente situados de forma que haya al menos uno por hectómetro (1/hm), y no antes de que transcurran dos (2) meses desde la apertura a la circulación:

- Círculo de arena, según la Norma NLT-335/87.
- Resistencia al deslizamiento, según la Norma NLT-175/73.

#### 542.9.4.- Criterios de aceptación o rechazo

En mezclas densas, semidensas y gruesas, la densidad media obtenida no deberá ser inferior a la especificada en el apartado 542.6.3 del presente artículo; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen de la prescrita en más de dos ( $\pm 2$ ) puntos porcentuales.

En mezclas drenantes y abiertas, la media de los huecos de la mezcla no deberán diferir en más de dos (2) puntos porcentuales de los prescritos en el apartado 542.6.3 del presente artículo; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que difieran de los prescritos en más de tres ( $\pm 3$ ) puntos porcentuales.

El espesor medio obtenido no deberá ser inferior al especificado en el apartado 542.6.5.2 del presente artículo; no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar resultados individuales que bajen del especificado en más de un diez por ciento (10 %).

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas, así como las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse según las instrucciones del Director de las obras.

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo del círculo

de arena no deberá resultar inferior al valor previsto en el apartado 542.6.4 del presente artículo. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más del veinticinco por ciento (25 %) del mismo.

En capas de rodadura, el resultado medio del ensayo de resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor previsto en el apartado 542.6.4 del presente artículo. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar un resultado individual inferior a dicho valor en más de cinco centésimas (0,05).

El Director de las obras determinará las medidas a adoptar con los lotes que no cumplan los criterios anteriores.

PRESCRIPCIONES SOBRE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE  
QUE, SALVO JUSTIFICACION EN CONTRARIO,  
DEBEN FIGURAR EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES

**Apartado 542.2.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.**

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

B40/50, B60/70 ó B80/100, según el artículo 211 "Betunes asfálticos" del Pliego de prescripciones técnicas generales.

Su elección dependerá de la capa a que se destine la mezcla bituminosa en caliente, de la zona térmica estival en que se encuentre y de la categoría de tráfico pesado, definidas en la Instrucción 6.1 y 2-IC, con arreglo a la tabla 542.1P:

TABLA 542.1P

TIPO DE BETUN ASFALTICO A EMPLEAR EN MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

A) EN CAPA DE RODADURA Y SIGUIENTE

CATEGORIA DE	ZONA	TERMICA	ESTIVAL
TRAFICO PESADO	CALIDA	MEDIA	TEMPLADA
T0	40/50*	60/70	60/70
T1	40/50* ó 60/70*	60/70	60/70 ó 80/100
T2	40/50* ó 60/70*	60/70	60/70 ó 80/100
T3	60/70*	60/70 ó 80/100	80/100
T4	60/70* ó 80/100	80/100	80/100

\* En mezclas drenantes se emplearán los tipos 60/70 y 80/100, respectivamente, en lugar de los tipos 40/50 y 60/70 indicados en la Tabla.

B) EN CAPA DE BASE, BAJO OTRAS DOS

CATEGORIA DE	ZONA	TERMICA	ESTIVAL
TRAFICO PESADO	CALIDA	MEDIA	TEMPLADA
T0	60/70	60/70	60/70 ó 80/100
T1	60/70	60/70	60/70 ó 80/100
T2	60/70	60/70 ó 80/100	80/100

Si se modificase el ligante mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, asfaltos naturales o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá el tipo de aditivo y las especificaciones que deberán cumplir tanto el ligante modificado como las mezclas bituminosas resultantes.

**Apartado 542.2.2.1.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales**

La proporción mínima de partículas del árido grueso con dos (2) o más caras fracturadas, según la Norma NLT-358/87, no deberá ser inferior a la fijada en la tabla 542.2P

TABLA 542.2P

PROPORCION MINIMA (% en masa) DE PARTICULAS FRACTURADAS

CATEGORIA DE TRAFICO	CAPA DE RODADURA	CAPA DE BASE
PESADO	E INTERMEDIA	
T0 y T1	100	90
T2	90	75
T3 y T4	75	-

**Apartado 542.2.2.1.4. del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.**

El máximo coeficiente de desgaste Los Angeles del árido grueso, según la Norma NLT-149/72 (granulometría B), fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares, no deberá ser superior a 30 en capas de base, a 25 en capas intermedias o de rodadura, y a 20 en mezclas drenantes.

El mínimo coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, del árido grueso a emplear en capas de rodadura fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares no deberá ser inferior al reflejado en la tabla 542.3P.

TABLA 542.3P

COEFICIENTE DE PULIDO ACELERADO

CATEGORIA DE TRAFICO	VALOR MINIMO
PESADO	
T0 y T1	0,50
T2	0,45
T3 y T4	0,40



En mezclas drenantes los límites anteriores se rebajarán en 0,05, sin bajar de 0,40.

#### Apartado 542.2.2.1.5 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El máximo índice de lajas de las distintas fracciones del árido grueso, según la norma NLT-354/74, fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares no deberá ser superior á 30 en vías con tráfico T0, T1 y T2, á 35 en las demás categorías de tráfico pesado definidas en la Instrucción 6.1 y 2-IC, y á 25 en las mezclas drenantes.

#### Apartado 542.2.2.1.6 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá modificar las prescripciones sobre adhesividad del árido grueso especificadas en el Pliego de prescripciones técnicas generales.

Si se mejorase la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

#### Apartado 542.2.2.2.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Si el árido fino procediese, en todo o en parte, de areneros naturales, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras deberá señalar la proporción máxima de arena natural a emplear en la mezcla, la cual no deberá ser superior al valor fijado en la tabla 542.4P.

TABLA 542.4P

PROPORCION MAXIMA  
(% en masa del total de áridos, incluido el polvo mineral)  
DE ARENA NATURAL EN LA MEZCLA

CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	PROPORCION MAXIMA
T0 y T1	10
T2	15
T3 y T4	25

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá modificar las especificaciones sobre adhesividad del árido fino indicadas en el Pliego de prescripciones técnicas generales.

Si se mejorase la adhesividad entre el árido y el ligante hidrocarbonado mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Director de las obras establecerá las especificaciones que tendrán que cumplir dichos aditivos y las mezclas resultantes.

Apartado 542.2.3.2 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

Las proporciones mínimas del polvo mineral de aportación fijadas por el Pliego de prescripciones técnicas particulares no deberán ser inferiores a las fijadas en la tabla 542.5P, salvo que se comprobase que el polvo mineral procedente de los áridos cumple las condiciones exigidas al polvo mineral de aportación y el Director de las obras rebajase o incluso anulase dichas proporciones mínimas.

TABLA 542.5P

PROPORCIONES MINIMAS DE POLVO MINERAL DE APORTACION  
(% en masa del resto del polvo mineral,  
excluido el inevitablemente adherido a los áridos)

CATEGORIA DE TRAFICO	CAPA		
	RODADURA	INTERMEDIA	BASE
PESADO			
T0 y T1	100	100	50
T2	100	50	50
T3	50	50	-
T4	-	-	-

Apartado 542.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales.

La curva granulométrica de la mezcla bituminosa en caliente fijada por el Pliego de prescripciones técnicas particulares deberá ajustarse a uno de los husos definidos en la tabla 542.6P.

TABLA 542.6P

HUSOS GRANULOMETRICOS PARA MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

HUSO GRANULOMETRICO		CERNIDO ACUMULADO (Z en masa) CEDAZOS Y TAMICES UNE										
		40	25	20	12,5	10	5	2,5	630µm	320µm	160µm	80µm
DENSO	D8					100	70-90	45-70	18-34	12-25	8-17	5-10
	D12			100	80-95	72-87	50-65	35-50	18-30	13-23	7-15	5-8
	D20		100	80-95	65-80	60-75	47-62	35-50	18-30	13-23	7-15	5-8
SEMI-DENSO	S12			100	80-95	71-86	47-62	30-45	15-25	10-18	6-13	4-8
	S20		100	80-95	65-80	60-75	43-58	30-45	15-25	10-18	6-13	4-8
	S25	100	80-95	75-88	60-75	55-70	40-55	30-45	15-25	10-18	6-13	4-8
GRUESO	G20		100	75-95	55-75	47-67	28-46	20-35	8-20	5-14	3-9	2-6
	G25	100	75-95	65-85	47-67	40-60	26-44	20-35	8-20	5-14	3-9	2-5
ABIERTO	A12			100	65-90	50-75	20-40	5-20				2-4
	A20		100	65-90	45-70	35-60	15-35	5-20				2-4
DRY-NANTE	P12			100	75-100	60-90	32-50	10-18	6-12			3-6
	PA12			100	70-100	50-80	15-30	10-22	6-13			3-6

Los tipos de mezcla bituminosa en caliente a emplear en las distintas capas del firme se definirán por el Pliego de prescripciones técnicas particulares según la tabla 542.7P.

TABLA 542.7P

TIPO DE MEZCLA A UTILIZAR EN FUNCION DEL TIPO Y ESPESOR DE LA CAPA

CAPA	ESPESOR (cm)	TIPO DE MEZCLA
RODADURA	≤3	D8
	3 - 5	D12-S12-A12-P12-PA12
	>5	D20-S20
INTERMEDIA	6-9	D20-S20-S25-G20
BASE	9-15	S25-G20-G25-A20
ARCENES*	4-6	D12

\* En el caso de que no se emplee el mismo tipo de mezcla que en la capa de rodadura de la calzada.

La relación ponderal entre los contenidos de polvo mineral y ligante hidrocarbonado de las mezclas densas, semidensas y gruesas a emplear con las categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2 definidas en la Instrucción 6.1 y 2-IC será fijada por el Pliego de prescripciones técnicas particulares según la tabla 542.8P.

TABLA 542.8P

RELACION PONDERAL RECOMENDADA ENTRE LOS CONTENIDOS DE  
POLVO MINERAL Y LIGANTE HIDROCARBONADO  
EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO D, S Y G  
(TRAFICO PESADO T0, T1 Y T2)

CAPA	ZONA TERMICA ESTIVAL	
	CALIDA Y MEDIA	TEMPLADA
RODADURA	1,3	1,2
INTERMEDIA	1,2	1,1
BASE	1,0	0,9

**Apartado 542.4.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares señalará la producción horaria mínima de la central de fabricación de mezclas bituminosas en caliente, en función de las características de la obra.

**Apartado 542.4.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales**

La anchura mínima y máxima de extensión se fijará en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Se procurará que las juntas longitudinales de capas superpuestas queden a un mínimo de 15 cm una de otra. En vías que se construyan sin mantenimiento de la circulación, se recomienda evitar juntas longitudinales. En mezclas drenantes, se evitarán las juntas longitudinales que no estén en una limatesa del pavimento.

**Apartado 542.5.1 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales**

Los criterios marcados por el Pliego de prescripciones técnicas particulares en relación con la dosificación de ligante hidrocarbonado deberán tener en cuenta los materiales disponibles, la experiencia obtenida en casos análogos, y las características siguientes:

**En mezclas densas, semidensas y gruesas:**

- El análisis de huecos y la resistencia a la deformación plástica empleando el aparato Marshall, según la Norma NLT-159/86. Se aplicarán los criterios de la tabla 542.9P.

TABLA 542.9P

CRITERIOS DE DOSIFICACION DE MEZCLAS BITUMINOSAS  
EN CALIENTE EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL

CARACTERISTICA	CATEGORIA DE TRAFICO PESADO	
	T0, T1 y T2	T3 y T4
Nº de golpes por cara	75	
Estabilidad (KN)	> 10	7,5 - 12,5
Deformación (mm)	2 - 3,5	
Huecos en mezcla (Z)		
Capa de rodadura	4 - 6	3 - 5
Capa intermedia	4 - 8	3 - 8
Capa de base	4 - 9	3 - 9
Huecos en áridos (Z)		
Mezclas -8	≥ 16	
Mezclas -12	≥ 15	
Mezclas -20	≥ 14	
Mezclas -25	≥ 13	

- La resistencia a la deformación plástica mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la Norma NLT-173/84. En capas de rodadura e intermedia para zona térmica estival cálida y categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2, definidas en la Instrucción 6.1 y 2-IC, la máxima velocidad de deformación en el intervalo de 105 á 120 minutos fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares no será superior al límite de la tabla 542.10P.

**Apartado 542.5.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales**

Se recomienda que el volumen mínimo de acopios fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares no sea inferior al correspondiente a un mes de trabajo con la producción prevista.

**Apartado 542.6.5.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales**

Los límites de la irregularidad superficial de las capas de mezcla bituminosa en caliente fijados por el Pliego de prescripciones técnicas particulares no deberán ser superiores a los reseñados en la tabla 542.11P.

TABLA 542.11P

LIMITES DE LA IRREGULARIDAD SUPERFICIAL

CAPA	VELOCIDAD ESPECIFICA (km/h)	MAXIMO COEFICIENTE DE VIAGRAFO (dm <sup>2</sup> /hm) (NLT-332/87)		IRREGULARIDAD MAXIMA (mm) BAJO REGLA DE 3 m (NLT-334/88)
		MEDIA DEL LOTE	MAXIMA EN 1 hm	
RODA- DURA	≥ 100	5	15	4
	< 100	7	20	5
INTER- MEDIA	≥ 100	7	20	6
	< 100	10	25	7
BASE	≥ 100	15	25	9
	< 100	20	30	10