

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CELEBRACIÓN DE UN CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN DE FIRME CON MEZCLA BITUMINOSA TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO, PARA LA OBRA DE ACCESO A LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA RSU DE LINARES DE LA SIERRA (HUELVA)

REF: TSA0067789.

INDICE

1	OBJETO	3
2	RIEGO DE IMPRIMACIÓN	5
2.1	DEFINICIÓN	5
2.2	MATERIALES	5
2.2.1	<i>Emulsión bituminosa</i>	<i>5</i>
2.2.2	<i>Áridos de cobertura</i>	<i>5</i>
2.2.3	<i>Dotación de los materiales</i>	<i>6</i>
2.3	EQUIPO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	6
2.3.1	<i>Equipo para aplicación de la emulsión</i>	<i>6</i>
2.3.2	<i>Equipo para la extensión del árido de cobertura.....</i>	<i>6</i>
2.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	6
2.4.1	<i>Preparación de la superficie existente.....</i>	<i>6</i>
2.4.2	<i>Aplicación de la emulsión bituminosa</i>	<i>6</i>
2.4.3	<i>Extensión del árido de cobertura.....</i>	<i>7</i>
2.5	LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.....	7
3	RIEGO DE ADHERENCIA	7
3.1	DEFINICIÓN	7
3.2	MATERIALES	8
3.2.1	<i>Emulsión bituminosa</i>	<i>8</i>
3.3	DOTACIÓN DEL LIGANTE	8
3.4	EQUIPO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	8
3.4.1	<i>Equipo para aplicación de la emulsión bituminosa</i>	<i>8</i>
3.5	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	9
3.5.1	<i>Preparación de la superficie existente.....</i>	<i>9</i>
3.5.2	<i>Aplicación de la emulsión bituminosa</i>	<i>9</i>
3.6	LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN.....	9
4	MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO	10
4.1	DEFINICIÓN	10
4.2	MATERIALES	10
4.2.1	<i>Consideraciones generales</i>	<i>10</i>
4.2.2	<i>Ligantes hidrocarbonados.....</i>	<i>10</i>
4.2.3	<i>Áridos</i>	<i>10</i>
4.3	TIPO Y COMPOSICIÓN DE LA MEZCLA	13
4.4	EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	14
4.5	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	14

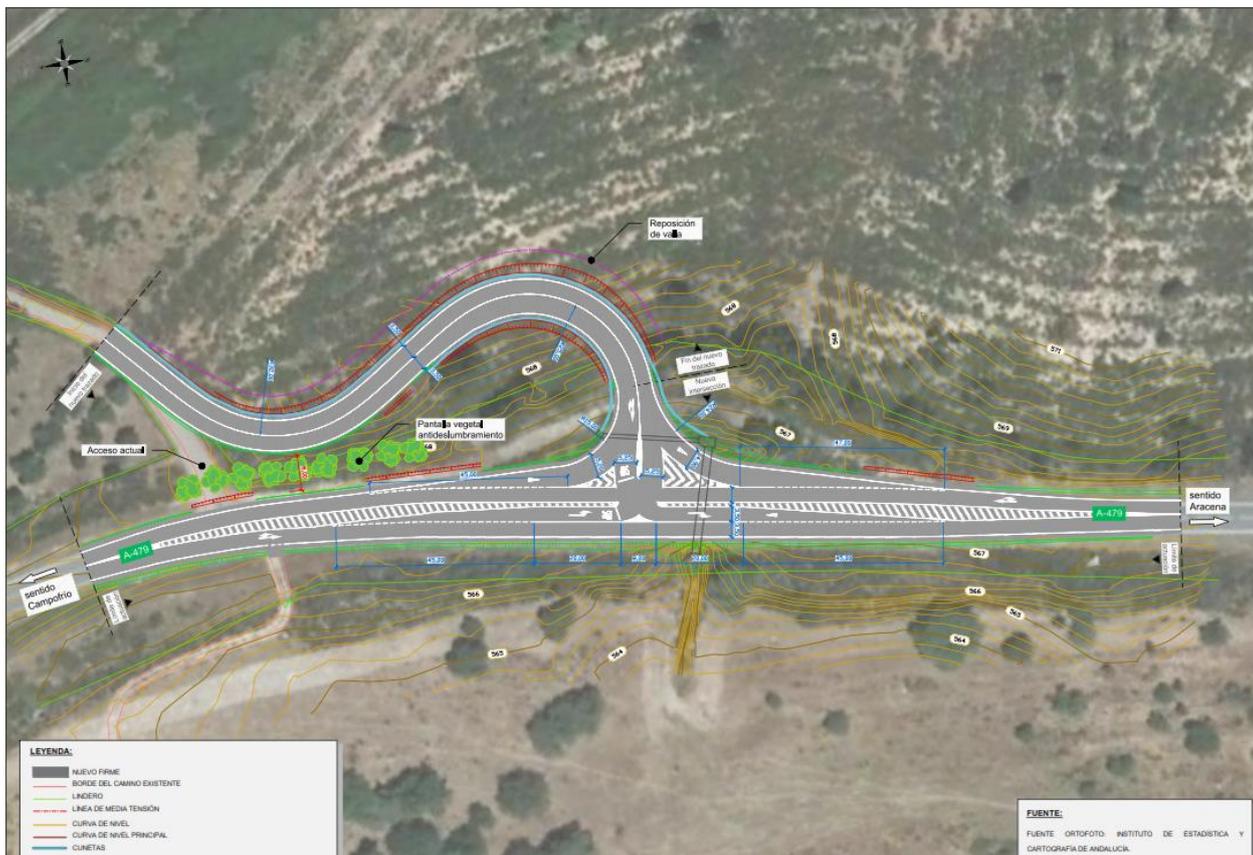
4.5.1	<i>Fabricación de la mezcla</i>	14
4.5.2	<i>Transporte</i>	15
4.5.3	<i>Extensión</i>	15
4.5.4	<i>Compactación</i>	16
4.5.5	<i>Juntas longitudinales y transversales</i>	17
4.6	TRAMO DE PRUEBA	17
4.7	ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA	17
4.7.1	<i>Densidad</i>	17
4.7.2	<i>Rasante, espesor y anchura</i>	18
4.8	LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN	18
4.9	CONTROL DE CALIDAD.....	18
5	NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	20

1 OBJETO

El presente pliego tiene como objetivo indicar las condiciones mínimas exigibles para la construcción de firme con aglomerado en caliente para la rehabilitación y construcción de firmes.

Las superficies sobre las cuales se va a extender dicho firme será el acceso a la estación de transferencia de RSU de Linares de la Sierra (Huelva), que incluye:

- Ensanche del carril de la carretera autonómica sentido Aracena, de una anchura inicial de 2,85 metros a 3,50 metros. Igualándose con los carriles de espera y el de sentido Campofrío
- Ligera ampliación en las longitudes de los carriles centrales.
- Ampliación de los radios de gira, en el giro a la derecha de la intersección y en las curvas del vial secundario en los primeros cien metros
- Ampliación de la anchura en los primeros metros de los carriles previos a las cuñas de giro a la derecha.



Las secciones tipo proyectadas se recogen a continuación:

Paquete de firme en franjas de ensanche en el tronco principal:

e (cm)	Calzada
4 cm	AC16 surf B 50/70 D
	Riego adherencia C60B4 ADH
6 cm	AC22 bin B 50/70 D
	Riego imprimación C60BF5 IMP
25 cm	Zahorra Artificial ZA 0/32
40 cm	Suelo Seleccionado Tipo -3

Suelo subyacente

Paquete de firme en vial de conexión entre intersección y camino actual:

e (cm)	Calzada
7 cm	AC16 surf B 50/70 D
	Riego imprimación C60BF5 IMP
25 cm	Zahorra Artificial ZA 0/32
35 cm	Suelo Seleccionado Tipo -3

Suelo subyacente

Será de **obligado cumplimiento** lo contenido en el **Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)**, en particular lo recogido en los artículos 214, 530, 531 y 542 de dicho documento

2 RIEGO DE IMPRIMACIÓN

2.1 Definición

Se define como riego de imprimación la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa granular, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa, a fin de que ambas trabajen solidariamente.

2.2 Materiales

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

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.

2.2.1 Emulsión bituminosa

El tipo de emulsión a emplear es **C60BF4 IMP** (artículo 214 del PG-3) con una dotación de **0,5 kg/m²**.

2.2.2 Áridos de cobertura

El árido de cobertura a emplear en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm y no contener más de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN933-2), de acuerdo con la norma UNE-EN 933-1.

El árido deberá estar exento de todo tipo de materias extrañas. El equivalente de arena (SE4) del árido (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4 del árido deberá ser superior a cuarenta (SE4>40).

El material deberá ser “no plástico” (normas UNE 103103 y UNE 103104).

2.2.3 Dotación de los materiales

La dotación de la emulsión bituminosa quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24 h). Dicha dotación no será inferior en ningún caso a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m²) de ligante residual.

2.3 Equipo para la ejecución de las obras

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 las obras.

2.3.1 Equipo para aplicación de la emulsión

El equipo para la aplicación de la emulsión, que dispondrá siempre de rampa de riego, irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

2.3.2 Equipo para la extensión del árido de cobertura

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar un reparto homogéneo del árido.

2.4 Ejecución de las obras

2.4.1 Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y el material granular tenga la humedad óptima para una correcta imprimación, debiendo estar la superficie húmeda pero no encharcada.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión, la superficie a imprimir se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión. Una vez limpia la superficie, si fuera necesario, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

2.4.2 Aplicación de la emulsión bituminosa

Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará la emulsión con la dotación y la temperatura aprobadas por el Director de las Obras. El suministrador de la emulsión deberá aportar información sobre la temperatura de aplicación del ligante.

La extensión de la emulsión 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 las mismas.

Se podrá dividir la dotación total en dos (2) aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego.

2.4.3 Extensión del árido de cobertura

La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden del Director de las Obras, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre el riego de imprimación o donde se detecte que parte de ella está sin absorber, veinticuatro horas (24 h) después de su aplicación.

La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por el Director de las Obras. Se evitará el contacto de las ruedas del equipo de extensión con el riego no protegido. En el momento de su extensión, el árido no deberá tener una humedad excesiva.

Tras la extensión del árido de cobertura se procederá al apisonado con un compactador de neumáticos y, previamente a la extensión de la capa bituminosa, se barrerá para eliminar el árido sobrante, cuidando de no dañar el riego.

Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin proteger una zona de aquélla de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

2.5 Limitaciones de la ejecución

El riego de imprimación se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (>10 °C), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de imprimación se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que la emulsión no haya perdido su efectividad como elemento de unión.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de imprimación mientras no se haya absorbido todo el ligante.

3 RIEGO DE ADHERENCIA

3.1 Definición

Se define como riego de adherencia la aplicación de una emulsión bituminosa sobre una capa tratada con ligantes hidrocarbonados o conglomerantes hidráulicos, previa a la colocación sobre ésta de una capa bituminosa, con el objetivo de que ambas trabajen solidariamente.

3.2 Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Reglamento 305/2011 de 9 de marzo de 2011, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen las condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción. Para los productos con marcado CE, el fabricante asumirá la responsabilidad sobre la conformidad de los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el marcado CE deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la Declaración de Prestaciones, y de las instrucciones e información de seguridad del producto.

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.

3.2.1 Emulsión bituminosa

El tipo de emulsión a emplear es **C60B2 ADH** (artículo 214 del PG-3), con una dotación de **0,5 kg/m²**.

3.3 Dotación del ligante

La dotación de la emulsión bituminosa a utilizar será **0,5 kg/m²**.

La dotación no será inferior en ningún caso a doscientos gramos por metro cuadrado (200 g/m²) de ligante residual. Cuando la capa superior sea, como es este caso, una capa tipo hormigón bituminoso (artículo 542 del PG-3) empleada como rehabilitación superficial de una carretera en servicio, esta dotación no será inferior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m²).

3.4 Equipo para la ejecución de las obras

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 las obras.

3.4.1 Equipo para aplicación de la emulsión bituminosa

El equipo para la aplicación de la emulsión, que dispondrá siempre de rampa de riego, irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, y deberá permitir la recirculación en vacío de la emulsión.

Si fuese necesario calentar la emulsión, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión de la emulsión deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de pre-

sión. El equipo también deberá estar dotado de un termómetro para la emulsión, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

3.5 Ejecución de las obras

3.5.1 Preparación de la superficie existente

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente.

Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión, la superficie a imprimir se limpiará de materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión para eliminar el árido de cobertura (riego de imprimación), en su caso, y posible suciedad o materiales sueltos o débilmente adherido

Para la superficie que es un pavimento bituminoso en servicio (capa de rodadura general intersección), se eliminarán, mediante fresado, los excesos de ligante que hubiese, y se repararán los deterioros que pudieran impedir una correcta adherencia.

3.5.2 Aplicación de la emulsión bituminosa

La emulsión bituminosa se aplicará con la dotación y temperatura aprobadas por el Director de las Obras. 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 las mismas.

3.6 Limitaciones de la ejecución

El riego de adherencia se podrá aplicar sólo cuando la temperatura ambiente sea superior a los diez grados Celsius (>10 °C), y no exista riesgo de precipitaciones atmosféricas. Dicho límite se podrá rebajar a juicio del Director de las Obras a cinco grados Celsius (5 °C), si la temperatura ambiente tiende a aumentar.

La aplicación del riego de adherencia se coordinará con la puesta en obra de la capa bituminosa superpuesta, de manera que se haya producido la rotura de la emulsión bituminosa, pero sin que haya perdido su efectividad como elemento de unión.

Se prohibirá todo tipo de circulación sobre el riego de adherencia hasta que se haya producido la rotura de la emulsión en toda la superficie aplicada.

4 MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO HORMIGÓN BITUMINOSO

4.1 Definición

Se define como mezcla bituminosa tipo hormigón bituminoso la combinación de un betún asfáltico, áridos con granulometría continua, 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 deben realizarse a una temperatura muy superior a la del ambiente.

La ejecución de la mezcla bituminosa 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.

4.2 Materiales

4.2.1 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 los mismos con las prestaciones declaradas, de acuerdo con el artículo 11 del mencionado Reglamento. Los productos que tengan el **mercado CE** deberán ir acompañados, además de dicho marcado, de la **Declaración de Prestaciones**, y de las **instrucciones e información de seguridad** del producto.

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.

4.2.2 Ligantes hidrocarbonados

El tipo de ligante hidrocarbonado a utilizar será:

- ✓ AC 22 bin 50/70 D, para la capa intermedia.
- ✓ AC 16 surf 50/70 S, para la capa de rodadura.

4.2.3 Áridos

4.2.3.1 Características generales

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

TRAGSA, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales cuando se vayan a emplear áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

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.

En la fabricación de mezclas bituminosas para capas intermedias, podría emplearse el material procedente del fresado de mezclas bituminosas en caliente, según las proporciones y criterios que se indican indicados en el artículo 542.2.3.1 vigente del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)

Antes de pasar por el secador de la central de fabricación, el equivalente de arena (SE_4) (Anexo A de la norma UNE-EN 933-8), para la fracción 0/4mm del árido combinado (incluido el polvo mineral), de acuerdo con las proporciones fijadas en la fórmula de trabajo, deberá ser superior a cincuenta y cinco (> 55) o, en caso de no cumplirse esta condición, su valor de azul de metileno (Anexo A de la norma 4 UNE-EN 933-9) para la fracción 0/0,125 mm 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 ($SE_4 > 45$).

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 originen con el agua, disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar corrientes de agua. 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 empleado, que deberá ser aprobado por TRAGSA.

4.2.3.2 Árido grueso

Se define árido grueso como la parte del árido total retenida en el tamiz 2 mm (norma UNE-EN 933-2).

El árido grueso para capas de rodadura será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen áridos de distinta procedencia, cada una de ellas deberá cumplir las prescripciones establecidas en el presente punto.

Si en el árido grueso se apreciaran partículas meteorizadas o con distinto grado de alteración, su proporción en masa no será nunca superior al cinco por ciento (5%).

En referencia a la angulosidad, la proporción de partículas total y parcialmente trituradas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá ser mayor o igual a setenta (> 70), en porcentaje en masa.

Adicionalmente, la proporción de partículas totalmente redondeadas del árido grueso (norma UNE-EN 933-5) deberá ser menor o igual a diez (≤ 10), en porcentaje en masa.

El índice de lajas (FI) de las distintas fracciones del árido grueso (norma UNE-EN 933-3) deberá ser menor o igual que treinta (≤ 30).

El coeficiente de Los Ángeles (LA) del árido grueso (norma UNE-EN 1097-2) deberá ser menor o igual a veinticinco (≤ 25).

El coeficiente de pulimento acelerado del árido grueso a emplear en capas de rodadura, según al UNE-EN 1097-8, deberá ser ≥ 44 .

En relación a la limpieza o 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 (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 las Obras podrá exigir su lavado, aspiración u otros métodos previamente aprobados, y una nueva comprobación.

4.2.3.3 Árido fino

Se define árido fino la parte del árido total cernida por el tamiz 2 mm y retenida por el tamiz 0,063 mm (norma UNE-EN 9332).

En general, el árido fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o grava natural. Únicamente en categorías de tráfico pesado T3 y T4 (como es nuestro caso), se podrá emplear en parte arena natural no triturada, siempre y cuando la proporción máxima en la mezcla no será superior al diez por ciento (10%) de la masa total del árido combinado, ni superar en ningún caso, el porcentaje de árido fino triturado

Para capas de rodadura en las que se emplee árido fino de distinta procedencia que el árido grueso, aquel corresponderá a una fracción 0/2mm con un porcentaje retenido por el tamiz 2 mm no superior al diez por ciento (10%) del total de la fracción, con el fin de evitar la existencia de partículas de tamaño superior a dos milímetros (2 mm) que no cumplan las características exigidas en este epígrafe.

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

El material que se triture para obtener árido fino deberá cumplir las condiciones exigidas al árido grueso sobre el coeficiente de Los Ángeles (LA): ser menor o igual a veinticinco (≤ 25).

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) para capas de rodadura e intermedias.

4.2.3.4 Polvo mineral

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

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

La proporción del polvo mineral de aportación a emplear en la mezcla deberá ser ≥ 50 (% en masa del resto del polvo mineral, excluido el inevitablemente adherido a los áridos).

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

Adicionalmente, el noventa por ciento (90%) de los resultados de 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 (10%).

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

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)

4.3 Tipo y composición de la mezcla

El tipo de mezcla bituminosa a emplear es la siguiente:

- ✓ AC 22 bin 50/70 D, para la capa intermedia.
- ✓ AC 16 surf 50/70 S, para la capa de rodadura.

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

HUSOS GRANULOMÉTRICOS CERNIDO ACUMULADO (% en masa)

TIPO DE MEZCLA		ABERTURA DE LOS TAMICES. NORMA UNE-EN 933-2 (mm)									
		45	32	22	16	8	4	2	0,500	0,250	0,063
DENSA	AC 22 D		100	90-100	73-88	55-70		31-46	16-27	11-20	4-8
SEMIDENSA	AC 16 S			100	90-100	60-75	35-50	24-38	11-21	7-15	3-7

El espesor de la capa del firme, se define a continuación:

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (denominación NORMA UNE-EN 13108-1)	ESPESOR (cm)
RODADURA	AC 16 surf 50/70	4 cm, en ensanche de tronco principal
		7 cm, en vial de conexión entre intersección y camino actual
INTERMEDIA	AC 22 bin 50/70	6 cm

La dotación mínima del ligante hidrocarbonado, expresado en % en masa sobre el total de la mezcla bituminosa incluido el polvo mineral, es la siguiente (para cada tipo de capa):

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA (denominación NORMA UNE-EN 13108-1)	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	SEMIDENSA AC 16 surf 50/70 S	4,50
INTERMEDIA	DENSA AC 22 bin 50/70 D	4,00

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

4.4 Equipo necesario para la ejecución de las obras

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 las obras.

Asimismo, será de estricta aplicación lo recogido en el artículo 542.4 del Pliego de Prescripciones técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

4.5 Ejecución de los trabajos

4.5.1 Fabricación de la mezcla

Lo dispuesto en este epígrafe se entenderá sin perjuicio de lo establecido en la norma UNE-EN 13108-1 para el marcado 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. Para mezclas densas y semidensas como las de nuestro caso (AC 22 bin 50/70 D, para la capa intermedia y AC 16 surf 50/70 S, para la capa de rodadura), la alimentación del árido fino, aun cuando éste fuera de un único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

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.

En el caso de utilizar adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación, la distribución homogénea, así como que no pierda sus características iniciales durante todo el proceso de fabricación.

Los gases producidos en el calentamiento de la mezcla, se recogerán durante el proceso de fabricación de la mezcla, evitando en todo momento su emisión a la atmósfera. Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental y de seguridad y salud.

4.5.2 Transporte

La mezcla bituminosa se transportará en camiones de la central de fabricación a la extendedora. La caja del camión se tratará previamente con un líquido antiadherente, de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 542.4.1 del PG-3. 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 lonas u otros cobertores adecuados. 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.

4.5.3 Extensión

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 extendedora y la producción de la central.

La extensión de las capas bituminosas se hará preferentemente a ancho completo trabajando si fuera necesario con dos (2) o más extendedoras ligeramente desfasadas, evitando juntas longitudinales. En el caso que fuese posible extender la capa de esta manera, 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 542.7.2. del PG-3 y en el apartado referente a la especificaciones de la unidad terminada, en relación a la rasante, espesor y anchura del presente Pliego.

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 ésta, no baje de la prescrita en la fórmula de trabajo para el inicio de la compactación; de lo contrario, se ejecutará una junta transversal.

Las extendedoras serán autopropulsadas, dotadas de los dispositivos necesarios para extender la mezcla con la configuración deseada y un mínimo de precompactación. La capacidad de la tolva será la adecuada para el tamaño de la máquina, así como su potencia de tracción.

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.

Se tendrá en cuenta la disminución de espesor que produce la compactación normalmente un 20% del total, para extender una capa de altura inicial adecuada. Los comienzos de tajo se hacen apoyando la maestra sobre tablas que tengan 1,20 veces el espesor deseado. Cuando se comienza apoyando la máquina sobre una capa ya terminada, se intercala una tabla de 0,20 veces el espesor de extendido.

Los desplazamientos de la extendedora deben ser suaves y continuos, procurando evitar los giros bruscos en las curvas, lo que daría lugar a una poligonal e irregularidades en la superficie. Para ello el maquinista debe tener constantemente a la vista, la referencia del borde o eje de la calzada.

4.5.4 Compactación

La compactación se realizará hasta que se alcance la densidad especificada en el epígrafe 542.7.1. del PG-3 y en el apartado referente a la especificaciones de la unidad terminada, en relación a la densidad del presente Pliego. 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.

Deberán utilizarse compactadores autopropulsados, de neumáticos o mixtos.

Los compactadores estarán dotados de dispositivos para la limpieza de las llantas o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario, así como inversores de marcha suave.

Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras.

Las presiones lineales, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto del compactador, será la necesaria para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del árido ni arrollamientos de la mezcla.

La compactación debe hacerse con trayectorias rectas de todas las máquinas evitando los giros y cambios de calle sobre el material a compactar. Todas las maniobras deben hacerse sobre el material ya compactado.

Debe establecerse un orden de compactación de manera que no quede ninguna franja sin recibir el número de pasadas establecido y con el debido solape entre franjas.

4.5.5 Juntas longitudinales y transversales

Cuando sean inevitables, 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 superior al mínimo fijado en la fórmula de trabajo para la finalización de 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, de acuerdo con el artículo 531 del PG-3, dejando transcurrir el tiempo necesario para la rotura de la emulsión. 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.

En capas de rodadura, las juntas transversales se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos precisos para los elementos de compactación.

4.6 Tramo de prueba

Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa 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.

Será de aplicación lo recogido en el artículo 542.6 del PG-3.

4.7 Especificaciones de la unidad terminada

4.7.1 Densidad

La densidad no deberá ser inferior al siguiente porcentaje de la densidad de referencia:

- Capas de espesor igual o 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%).

Se extraerán testigos en puntos aleatoriamente situados y se determinarán su densidad y espesor, según la UNE-EN 12697-6 considerando las condiciones de ensayo que figuran en el anexo B de la UNE-EN 13108-20. El criterio de aceptación de los testigos será el aplicado en el artículo 542 del PG3.

La medición de las unidades de obra se realizarán mediante la aplicación de la densidad media y espesores obtenidos en los testigos y la superficie. La fórmula de medición será la siguiente:

$$\text{Toneladas} = \rho_{\text{media}} \cdot \text{Superficie} \cdot \text{Espesor}_{\text{medio}}$$

- La densidad media debe ser 2,37 tn/m³.
- El espesor medio a facturar nunca será superior a lo exigido en la licitación:
 - ✓ En el paquete de firme en franjas del ensanche principal: 6 cm para la capa intermedia y 4 cm para la capa de rodadura

- ✓ En el paquete de firme en vial de conexión entre intersección y camino actual: 7 cm para la capa de rodadura.

4.7.2 Rasante, espesor y anchura

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura e intermedias, ni de quince milímetros (15 mm) en las de base, y su espesor no deberá ser nunca inferior al previsto para ella en la sección-tipo de los Planos de Proyecto.

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

4.8 Limitaciones de la ejecución

No se permitirá la puesta en obra de mezclas bituminosas en las siguientes situaciones:

- Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius ($< 5\text{ }^{\circ}\text{C}$), salvo si el espesor de la capa a extender fuera inferior a cinco centímetros ($< 5\text{ cm}$), en cuyo caso el límite será de ocho grados Celsius ($< 8\text{ }^{\circ}\text{C}$). 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.

Terminada la compactación, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada tan pronto alcance la temperatura ambiente en todo su espesor o bien, previa autorización expresa del Director de las Obras, en capas de espesor igual o inferior a diez centímetros ($= 10\text{ cm}$) cuando 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 ésta alcance la temperatura ambiente.

4.9 Control de calidad

OPERACIÓN O MATERIAL	CÓDIGO	PARÁMETRO	MÉTODO O NORMA	TIPO DE CONTROL	FRECUENCIA	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	TIPO DE REGISTRO
LIGANTE BITUMINOSO PARA GRAVA-EMULSIÓN	1	Marcado CE	UNE-EN 12591:2009 UNE-EN 13924:2006	Comprobación	Una vez por suministrador y tipo de ligante	Disponer de la siguiente documentación: Certificado de calidad de producto (si existe) o documentación acreditativa de Marcado CE (Marcado o etiquetado CE, Declaración de Conformidad del fabricante y Certificado de Control de Producción en Fábrica)	Copia de documentos
AGLOMERADO EN CALIENTE	2	Marcado CE	UNE-EN 13108	Comprobación	Para cada tipo de aglomerado en caliente y proveedor	Disponer de la siguiente documentación: Certificado de calidad de producto (si existe) o documentación acreditativa del Marcado CE (Etiquetado CE, Declaración de Conformidad del Fabricante y Certificado de Control de Producción en Fábrica)	Copia de los documentos
CONSTRUCCIÓN DE FIRMES CON AGLOMERADO EN CALIENTE	3	Temperatura de la mezcla	UNE-EN 12697-13:2001	Medición	Uno de cada 5 camiones o en casos de duda.	≤ 180°C. En centrales de tambor secador-mezclador ≤165°C. Si mezcla de alto módulo, las T ^{as} dichas se aumentan en 10°C	Registro de inspecciones y ensayos
	4	Densidad alcanzada en la compactación	UNE-EN 12697-9:2003 NLT – 168/90	Ensayo "in situ"	Una determinación cada 1.000 Tm (mínimo una)	Conforme a las especificaciones de la norma y al Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto.	Informe de laboratorio
	5	Granulometría de la mezcla	UNE-EN 933-1/ NLT–165/90	Ensayo de laboratorio	Una determinación cada 1.000 Tm (mínimo una)	Cumplir con el huso establecido para cada tipo de mezcla en el PG3.	Informe de laboratorio
	6	Porcentaje de huecos	UNE-EN 12697-8:2003 NLT – 168/90	Ensayo de laboratorio	Una determinación cada 1.000 Tm (mínimo una)	Conforme a las especificaciones de la norma y al Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto.	Informe de laboratorio
	7	Estabilidad y deformación	UNE-EN 12697-34:2006 + A1:2007 NLT – 159/00 NLT – 173/00	Ensayo de laboratorio	Una determinación cada 1.000 Tm (mínimo una)	Conforme a las especificaciones de la norma y al Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto.	Informe de laboratorio
	8	Espesor del firme	No se especifica	Comprobación	A lo largo de la ejecución	Espesor especificado +/- 10 %.	Estadillo
	9	Anchura del firme	No se especifica	Medición	5 determinaciones cada 2.500 ml	Las 5 determinaciones están en el intervalo ancho previsto/previsto +5%	Estadillo

5 NORMAS DE REFERENCIA EN ESTE PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3)
- UNE 103103 Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.
- UNE 103104 Determinación del límite plástico de un suelo.
- UNE 103501 Geotecnia. Ensayo de compactación.
- UNE –EN-13043 Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas.
- UNE-EN 933-1 Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. Métodos 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 1097-5 Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 5: Determinación del contenido en agua por secado en estufa.