

## **533 MACADAM BITUMINOSO POR PENETRACION CON LIGANTES VISCOSOS**

### **533.1 DEFINICION**

Se define como macadam bituminoso por penetración con un ligante viscoso la aplicación de un ligante bituminoso viscoso sobre una capa compactada de árido grueso, de granulometría uniforme. El ligante se introduce entre el árido por gravedad; el tratamiento se termina mediante la extensión y compactación de una capa de árido fino.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie existente.
- Extensión y compactación del árido grueso.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Extensión y compactación del árido fino.

### **533.2 MATERIALES**

#### **533.2.1 Ligante bituminoso**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará el ligante bituminoso a emplear, que, en general, estará incluido entre los que a continuación se indican:

AQ46, AQ54. Ver Artículo 210, «Alquitranes para carreteras».

B80/100, B150/200. Ver Artículo 211, «Betunes asfálticos».

RC4, RC5. Ver Artículo 212, «Betunes asfálticos fluidificados».

#### **533.2.2 Aridos**

##### **533.2.2.1 Condiciones generales**

Los áridos a emplear en macadam bituminoso por penetración procederán del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural; en cuyo caso el rechazo del tamiz 5 UNE deberá contener, como mínimo, un setenta y cinco por ciento (75 %), en peso, de elementos machacados que presenten dos (2) o más caras de fractura.

Los áridos se compondrán de elementos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas. En el momento de su utilización no deberán contener más del dos por ciento (2 %), en peso, de agua libre.

533.2.2.2 Composición granulométrica

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará los husos, entre los de las Tablas 533.1 y 533.2, a que deberán ajustarse las curvas granulométricas de los áridos grueso y fino, respectivamente.

TABLA 533.1  
HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO GRUESO

CEDAZO UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)		
	M 2	M 3	M 4
80	100		
63	90-100	100	
50	35-70	90-100	100
40	0-15	35-70	90-100
25	—	0-15	25-60
20	0-5	—	0-15
12,5	—	0-5	—
10	—	—	0-5

TABLA 533.2  
HUSOS GRANULOMETRICOS DEL ARIDO FINO

CEDAZO Y TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	M 21	M 22
25	100	
20	90-100	100
12,5	—	90-100
10	20-55	40-75
5	0-10	5-25
2,5	0-5	0-10
1,25	—	0-5

**533.2.2.3 Calidad**

El coeficiente de desgaste, medido por el ensayo de Los Angeles según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

**533.2.2.4 Adhesividad**

La adhesividad con los ligantes bituminosos será suficiente a juicio del Director de las obras.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares especifique lo contrario, se estimará que la adhesividad es suficiente cuando el porcentaje ponderal del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, según la Norma NLT-166/73, sea superior al setenta y cinco por ciento (75 %), siempre que, en el veinticinco por ciento (25 %) restante, no haya más del quince por ciento (15 %) del total que presente caras totalmente descubiertas.

Si la adhesividad no es suficiente, no se podrá utilizar el árido, salvo que el Director autorice el empleo de un activante adecuado, estipulando las condiciones de su utilización.

**533.3 DOSIFICACION DE LOS MATERIALES**

La dosificación de los materiales a utilizar será la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. No obstante, el Director podrá modificar tal dosificación cuando las circunstancias de la obra lo aconsejen, y se justifique debidamente, mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

Salvo justificación en contrario, la dosificación de los materiales estará comprendida entre los límites que se señalan en la Tabla 533.3.

TABLA 533.3

<b>ESPESOR DE LA CAPA COMPACTADA</b>	<b>cm</b>	<b>10</b>	<b>7,5</b>	<b>5</b>
<b>ARIDO GRUESO</b>	<b>Tipo</b> kg/m <sup>2</sup>	<b>M 2</b> 180-220	<b>M 3</b> 135-165	<b>M 4</b> 90-110
<b>LIGANTE BITUMINOSO RESIDUAL</b>	kg/m <sup>2</sup>	9-11	6-8	4-6
<b>ARIDO FINO</b>	<b>Tipo</b> kg/m <sup>2</sup>	<b>M 21</b> 25-30	<b>M 21</b> 15-20	<b>M 22</b> 12-15

Los pesos de los áridos que figuran en la Tabla 533.3 están basados en áridos con peso específico de dos con sesenta y cinco gramos por centímetro cúbico (2,65 g/cm<sup>3</sup>) y densidades compactadas de dos a uno con ochenta gramos por centímetro cúbico (2,00-1,80 g/cm<sup>3</sup>).

Si se emplean áridos cuyos pesos específicos difieran en más de una décima de gramo por centímetro cúbico ( $\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ ) habrá que multiplicar los pesos por el factor obtenido al dividir el peso específico del árido por el tomado como base para el cálculo de la Tabla ( $2,65 \text{ g/cm}^3$ ).

### **533.4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **533.4.1 Equipo para aplicación del ligante**

Irà 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 del ligante.

El equipo estará provisto de un velocímetro, calibrado en metros por segundo (m/s), directamente visible por el conductor, a fin de que éste pueda mantener la velocidad constante necesaria para conseguir una dotación longitudinalmente uniforme.

Para puntos inaccesibles al equipo, y retoques, se empleará una caldera regadora portátil provista de una lanza de mano, y dotada de un sistema de calefacción por quemador de combustible líquido.

En ambos casos, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por motor y estar provista de un indicador de presión, calibrado en kilogramos fuerza por centímetro cuadrado ( $\text{kgf/cm}^2$ ). También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, calibrado en grados centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), cuyo elemento sensible no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

#### **533.4.2 Equipo para la extensión de los áridos**

Se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Las rastras de cepillos estarán proyectadas de tal modo que, cuando se las remolque a velocidad uniforme, distribuyan el árido fino uniformemente sobre la superficie, sin dejar ondulaciones ni estrías longitudinales.

#### **533.4.3 Equipo de compactación**

Los elementos compactadores que se empleen deberán tener un peso superior a cinco toneladas (5 t). Si tienen llanta metálica, su peso no deberá producir el machaqueo de los áridos, y deberán estar provistos de dispositivos para mantener los rodillos limpios y húmedos durante la compactación.

### **533.5 EJECUCION DE LAS OBRAS**

#### **533.5.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la que se va a efectuar el macadam bituminoso cumple las condiciones de calidad y compactación especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halla reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, antes de que el Director pueda autorizar la iniciación de la extensión del árido grueso, deberá ser corregida, de acuerdo con el presente Pliego y el de Prescripciones Técnicas Particulares.

### **533.5.2 Extensión y compactación del árido grueso**

La extensión del árido grueso elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, tomando las precauciones necesarias para evitar su segregación o contaminación.

Inmediatamente después de la extensión del árido se procederá a su compactación. El apisonado se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta que el árido grueso haya quedado perfectamente trabado.

En los lugares inaccesibles para los equipos normales, la compactación se efectuará mediante pisonos mecánicos u otros medios aprobados hasta lograr resultados análogos a los obtenidos por los procedimientos normales.

Todo el material que se haya mezclado con polvo u otra materia extraña deberá reemplazarse por material limpio, volviéndose a compactar la zona afectada.

### **533.5.3 Aplicación del ligante**

La aplicación del ligante elegido se hará con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Director, de manera uniforme, y evitando la duplicación de la dotación en las juntas de trabajo transversales. Para ello, se colocarán tiras de papel u otro material bajo los difusores, en aquellas zonas de la superficie donde comience o se interrumpa el trabajo, con objeto de que el riego pueda iniciarse o terminarse sobre ellas y los difusores funcionen con normalidad sobre la zona a tratar.

La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20-100 sSF).

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos constructivos o accesorios, tales como bordillos, vallas, árboles, etc, puedan sufrir este efecto.

### **533.5.4 Extensión y compactación del árido fino**

La extensión del árido fino elegido se realizará de manera uniforme, con la dotación aprobada por el Director, no dejando transcurrir más de cinco minutos (5 min) desde la aplicación del ligante bituminoso, mejorando su reparto mediante la acción de rastras de cepillos. La distribución del árido se efectuará de manera que se evite el contacto de las ruedas con el ligante sin cubrir.

Cuando la aplicación del ligante se realice por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la zona tratada, junto a la superficie que todavía no lo haya sido, con objeto de que en dicha banda se complete la dotación de ligante prevista al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Inmediatamente después de la extensión del árido fino se procederá a su compactación, que se simultaneará con el paso de rastras de cepillos distribuidores, comenzando por el borde exterior y progresando hacia el centro, solapándose cada recorrido con el anterior, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director, a la vista del equipo de compactación empleado. La compactación se continuará hasta obtener una superficie lisa y estable, sin que se produzcan movimientos perceptibles bajo el compactador, debiendo quedar terminada antes de media hora (1/2 h) de iniciada la extensión.

Deberá eliminarse todo el exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie.

### 533.6 TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

Dispuestas estacas de referencia, niveladas hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya distancia no exceda de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por las cabezas de dichas estacas.

La superficie acabada no deberá diferir de la teórica en más de quince milímetros (15 mm) en ningún punto.

La superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicada tanto paralela como normalmente al eje de la carretera.

Las zonas en que las irregularidades excedan de las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, se reconstruirán, de acuerdo con las instrucciones del Director, a no ser que éste autorice a que se disponga una capa de regularización adecuada.

### 533.7 LIMITACIONES DE LA EJECUCION

La aplicación del ligante bituminoso viscoso tendrá lugar cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a los diez grados centígrados (10° C), y no exista fundado temor de precipitaciones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tiene tendencia a aumentar, podrá fijarse en cinco grados centígrados (5° C) la temperatura límite inferior.

Siempre que sea posible, deberá evitarse la acción de todo tipo de tráfico sobre las capas recién ejecutadas, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no es factible, la velocidad de los vehículos deberá reducirse a treinta kilómetros por hora (30 km/h).

### 533.8 MEDICION Y ABONO

La preparación de la superficie existente se considerará incluida en la unidad de obra correspondiente a la construcción de la capa subyacente y, por tanto, no habrá lugar a su abono por separado. Sin embargo, cuando dicha construcción no haya sido realizada bajo el mismo Contrato, la preparación de la superficie existente constituirá una unidad independiente del macadam bituminoso.

El ligante bituminoso, incluida su extensión, se abonará por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo, por pesada directa en báscula debidamente contrastada. Si la deducción tuviera que hacerse a partir de su volumen, éste deberá reducirse al correspondiente a la temperatura de veinticinco grados centígrados (25° C), por medio de las tablas de corrección correspondientes a su naturaleza.

Los áridos, incluida su extensión y compactación, se abonarán por toneladas (t) realmente empleadas en obra, medidas antes de su empleo, por pesada directa en báscula debidamente contrastada.