

**PLIEGO DE TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE RIEGOS CON  
GRAVILLA**

**ELABORADO POR**



**(Asociación Técnica De Emulsiones Bituminosas)**

Coordinado por :

**Miguel Ángel Del Val Melus**  
Catedrático de Universidad (Universidad Politécnica de Madrid)

# TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE RIEGOS CON GRAVILLA

## 1 DEFINICIÓN.

Se define como riego con gravilla el tratamiento superficial consistente en la ejecución de una o varias aplicaciones de un ligante hidrocarbonado sobre una superficie, complementada por una o varias extensiones de un árido de granulometría uniforme.

Sin perjuicio de que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se defina algún otro tipo sancionado por la experiencia, se establecen los siguientes tipos de riego con gravilla:

- Riego con gravilla monocapa, formado por una aplicación de ligante y una posterior extensión de árido.
- Riego con gravilla monocapa preengravillado, formado por una extensión de árido seguida de una aplicación de ligante y una segunda extensión de árido.
- Riego con gravilla bicapa, formado por dos aplicaciones sucesivas de ligante y de árido.
- Riego con gravilla bicapa preengravillado, formado por una primera extensión de árido seguida de dos aplicaciones sucesivas de ligante y de árido.
- Riego con gravilla tricapa, formado por tres aplicaciones sucesivas de ligante y de árido.

La utilización de riegos con gravilla para las categorías de tráfico pesado T2 o superiores definidas en la Norma 6.1 IC de Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras tendrá carácter excepcional, será sólo posible en operaciones localizadas de conservación y requerirá que en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se extremen las exigencias en relación con la calidad de los materiales, de los equipos y del proceso de ejecución.

## 2 MATERIALES.

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de la construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE. En particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará en todo caso además a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

### 2.1 *Ligante hidrocarbonado.*

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear será fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- ECR-2 y ECR-3, según el artículo 213 (Emulsiones bituminosas) del PG-3.
- BM-5, según el artículo 215 (Betunes asfálticos modificados con polímeros) del PG-3.
- ECR-2m y ECR-3m, según el artículo 216 (Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros) del PG-3.

La selección del ligante hidrocarbonado, salvo justificación en contrario, se realizará de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.

**TABLA 1 - TIPO DE LIGANTE HIDROCARBONADO**

Tipo de ligante hidrocarbonato	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T3 o superior	T4 y arcenes
Emulsiones bituminosas	- - -	ECR-2 y ECR-3
Betunes asfálticos modificado con polímeros	BM-5	- - -
Emulsiones bituminosas modificadas con polímeros	ECR-2m y ECR-3m	

Cuando se empleen emulsiones bituminosas en las zonas climáticas definidas como cálidas en la Norma 6.1 IC de Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras, se utilizarán las de residuo de destilación más duro (letra d), según lo establecido en los artículos 213 y 216 del PG-3.

El empleo de ligantes modificados será obligatorio en los riegos con gravilla para categorías de tráfico pesado T3 o superiores. Para la categoría de tráfico pesado T4 el empleo de ligantes modificados está especialmente indicado en zonas con trazado montañoso o donde haya importantes diferencias de temperatura entre el verano y el invierno.

En el caso de utilizar emulsiones con adiciones para controlar su rotura o mejorar sus propiedades, no incluidas en los artículos 213 o 216 del PG-3, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá las especificaciones que deban cumplir. La dosificación y el método de dispersión de las adiciones deberán ser aprobados por el Director de las Obras.

## **2.2 Áridos.**

### *2.2.1 Características generales.*

En riegos con gravilla se emplearán únicamente áridos gruesos, definidos como la fracción que es retenida en el tamiz 2 mm de la UNE-EN 933-2.

Los áridos podrán ser naturales o artificiales, siempre que cumplan las especificaciones recogidas en este artículo. No podrá emplearse como árido el material procedente del fresado de mezclas bituminosas.

El árido se producirá o suministrará en fracciones granulométricas diferenciadas, las cuales se acopiarán y manejarán por separado.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, podrá exigir propiedades o especificaciones adicionales si se empleasen áridos cuya naturaleza o procedencia así lo requiriese.

Los áridos no serán susceptibles de experimentar ningún tipo de meteorización o alteración física o química apreciables bajo las condiciones más desfavorables que, presumiblemente, vayan a darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras u otras capas del firme, o contaminar los suelos o las corrientes de agua.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, deberá fijar los ensayos para determinar la inalterabilidad del material. Si se considera conveniente, para caracterizar los componentes solubles de los áridos de cualquier tipo, naturales o artificiales, que puedan ser lixiviados y que puedan representar un riesgo potencial para el medio ambiente o para los elementos de construcción situados en sus inmediaciones, se empleará la UNE-EN 1744-3.

### *2.2.2 Angulosidad.*

Según la categoría del tráfico pesado, la proporción mínima de partículas trituradas, según la UNE-EN 933-5, cumplirá los límites establecidos en la tabla 2.

**TABLA 2 - PROPORCIÓN DE PÁRTICULAS TRITURADAS (% en masa)**

	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T3 o superior	T4 y arcenes
VALOR MÍNIMO	90	75

### 2.2.3 Limpieza.

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

El contenido de impurezas, según el anexo C de la UNE 146130, deberá ser igual o inferior al cinco por mil (0,5 %). De no cumplirse esta prescripción, el Director de las Obras podrá exigir el lavado del árido y una nueva comprobación.

### 2.2.4 Resistencia a la fragmentación (Coeficiente Los Ángeles).

El máximo valor del coeficiente Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2, cumplirá los límites indicados en la tabla 3.

**TABLA 3 - COEFICIENTE LOS ÁNGELES**

	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T3 o superior	T4 y arcenes
VALOR MÁXIMO	25	30

### 2.2.5 Resistencia al pulimento (Coeficiente de pulimento acelerado).

El mínimo valor del coeficiente de pulimento acelerado, según el anexo D de la UNE 146130, cumplirá los límites indicados en la tabla 4.

**TABLA 4 - COEFICIENTE DE PULIMENTO ACELERADO**

	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T3 o superior	T4 y arcenes
VALOR MÁXIMO	0,45	0,40

En todo caso, el coeficiente de pulimento acelerado deberá ser igual o superior a cuarenta y cinco centésimas (0,45) si el riego con gravilla se aplica en calzadas en las que la intensidad media diaria es superior a doscientos cincuenta (250) vehículos.

En el caso de utilizar áridos certificados según la UNE-EN 13043, se exigirá la categoría PSV<sub>50</sub> para las categorías de tráfico pesado T3 y superiores, o si el riego con gravilla se aplica en calzadas en las que la intensidad media diaria es superior a doscientos cincuenta (250) vehículos, y la categoría PSV<sub>44</sub> para la categoría de tráfico pesado T4 y para arcenes.

### 2.2.6 Forma.

El índice de lajas, según la UNE 933-3, no superará los límites indicados en la tabla 5.

**TABLA 5 - ÍNDICE DE LAJAS**

	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T3 o superior	T4 y arcenes
VALOR MÁXIMO	25	30

En todo caso, el índice de lajas deberá ser igual o inferior a veinticinco (25) si el riego con gravilla se aplica en calzadas en las que la intensidad media diaria es superior a doscientos cincuenta (250) vehículos.

#### 2.2.7 Adhesividad.

Salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establezca otra cosa, se considerará que la adhesividad es suficiente cuando simultáneamente:

- La proporción en masa de árido totalmente envuelto después del ensayo de inmersión en agua, según la NLT-166, sea superior al noventa y cinco por ciento (95 %).
- La proporción de árido no desprendido en el ensayo de placa Vialit, según la NLT-313, sea superior al noventa por ciento (90 %) en masa por vía húmeda (áridos lavados), y al ochenta por ciento (80 %) en masa por vía seca (áridos no lavados).

Si no se satisface alguna de las exigencias anteriores, podrá mejorarse la adhesividad del árido elegido mediante activantes o cualquier otro producto sancionado por la experiencia, o mediante procedimientos tales como su precalentamiento o su preenvuelta con un ligante hidrocarbonado. 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 productos o procedimientos y, en todo caso, las correspondientes a los áridos resultantes. Estas últimas no deberán ser menos exigentes que las prescripciones expresadas en el presente artículo.

#### 2.2.8 Humedad.

En el momento de su extensión la humedad del árido deberá ser tal que no perjudique su adhesividad con el ligante bituminoso empleado.

#### 2.2.9 Granulometría.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá, entre los que se indican en las tablas 6 y 7, los husos a los que deberán ajustarse las curvas granulométricas de los áridos que se empleen. El análisis granulométrico se hará según la UNE-EN 933-1.

Los áridos de granulometría especial deberán emplearse obligatoriamente para las categorías de tráfico pesado T3 o superiores; asimismo, se emplearán siempre que el riego con gravilla se aplique en calzadas con una intensidad media diaria superior a doscientos cincuenta (250) vehículos.

**TABLA 6 – GRANULOMETRÍA NORMAL. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)**

Tipo de huso	TAMAÑO DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)								
	25	20	16	12,5	8	6,3	4	2	1
A 20/12	100	85-100		0-15	0-8	0-5			
A 16/8		100	85-100		0-15	0-8	0-5		
A 12/6			100	85-100		0-15	0-5		
A 8/4				100	85-100		0-15	0-5	
A 6/4					100	85-100	0-15	0-5	
A 4/2						100	85-100	0-15	0-8

**TABLA 7 – GRANULOMETRÍA ESPECIAL. CERNIDO ACUMULADO (% en masa)**

Tipo de huso	TAMAÑO DE LOS TAMICES UNE-EN 933-2 (mm)								
	25	20	16	12,5	8	6,3	4	2	1
AE 20/12	100	90-100	30-70	0-10	0-5	0-2			
AE 16/8		100	90-100	30-70	0-10	0-5	0-2		
AE 12/6			100	90-100	30-70	0-10	0-5		
AE 8/4				100	90-100	30-70	0-10	0-2	
AE 6/4					100	90-100	0-10	0-2	
AE 4/2						100	90-100	0-10	0-5

### 3 TIPO, DOTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO CON GRAVILLA.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares establecerá:

- El tipo de riego con gravilla.
- La dotación media de cada aplicación de ligante hidrocarbonado y de cada fracción de árido.

La elección del tipo de riego con gravilla se realizará teniendo en cuenta las características de la superficie sobre la que se vaya a aplicar el riego con gravilla, su estado de conservación y el objetivo del riego. A tal efecto, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Sobre superficies tratadas con ligantes bituminosos o con conglomerantes hidráulicos, nuevas o que presenten un estado aceptable de conservación, se emplearán, preferentemente, riegos bicapa.
- Sobre superficies bacheadas y heterogéneas se emplearán, preferentemente, los riegos monocapa preengravillados o los riegos bicapa preengravillados. Si la superficie presentara exudaciones por exceso de ligante que no fuera posible eliminar, el empleo de los riegos monocapa preengravillados o bicapa preengravillados será obligatorio.
- Sobre superficies constituidas por materiales granulares se emplearán, preferentemente, los riegos bicapa preengravillados o los riegos tricapa.
- Los riegos monocapa se emplearán exclusivamente en tratamientos de conservación para restituir la resistencia al deslizamiento de superficies de características homogéneas con buena regularidad superficial, sin bachear y constituidas por materiales bituminosos, excepcionalmente sobre materiales tratados con cemento, y nunca sobre materiales granulares.

Salvo justificación en contrario, las dotaciones medias fijadas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y reflejadas en las mediciones del Presupuesto del Proyecto serán las señaladas en las tablas 8, 9, 10, 11 y 12.

**TABLA 8 - RIEGOS CON GRAVILLA MONOCAPA**

TIPO	Dotación de árido (l/m <sup>2</sup> )	LIGANTE HIDROCARBONADO		
		B 150/200 BM-5	ECR-3 ECR-3m	ECR-2 ECR-2m
AE 16/8	10 – 13	1,3	--	--
A 12/6 ; AE 12/6	7 – 10	1,0	1,0	--
A 8/4 ; AE 8/4	5 – 8	--	0,8	0,8
A 6/4 ; AE 6/4	4 – 7	--	0,6	0,6

**TABLA 9 - RIEGOS CON GRAVILLA MONOCAPA PREENGRAVILLADOS**

Aplicación n	ÁRIDO			LIGANTE HIDROCARBONADO	
	TIPO		Dotación de árido (l/m <sup>2</sup> )	TIPO	Dotación de ligante residual (kg/m <sup>2</sup> )
1 <sup>a</sup>	A 20/12	AE 20/12	11 – 14	ECR-3, ECR-3m	1,7
2 <sup>a</sup>	A 6/4	AE 6/4	6 – 9		
1 <sup>a</sup>	A 16/8	AE 16/8	8 – 11	ECR-2, ECR-2m	1,5
2 <sup>a</sup>	A 6/4	AE 6/4	5 – 8		
1 <sup>a</sup>	A 12/6	AE 12/6	6 – 9	ECR-3, ECR-3m	1,2
2 <sup>a</sup>	A 4/2	AE 4/2	4 – 7		

**TABLA 10 - RIEGOS CON GRAVILLA BICAPA**

Aplicación n	ÁRIDO			LIGANTE HIDROCARBONADO	
	TIPO		Dotación de árido (l/m <sup>2</sup> )	TIPO	Dotación de ligante residual (kg/m <sup>2</sup> )
1 <sup>a</sup>	A 20/12	AE 20/12	12 – 16	ECR-3, ECR-3m	0,9
2 <sup>a</sup>	A 6/4	AE 6/4	6 – 8		1,3
1 <sup>a</sup>	A 16/8	AE 16/8	9 – 12	ECR-2, ECR-2m	0,8
2 <sup>a</sup>	A 6/4	AE 6/4	5 – 7		1,1
1 <sup>a</sup>	A 12/6	AE 12/6	7 – 9	ECR-3, ECR-3m	0,6
2 <sup>a</sup>	A 4/2	AE 4/2	4 – 6		0,9
1 <sup>a</sup>	A 8/4	AE 8/4	5 – 7	ECR-2, ECR-2m	0,5
2 <sup>a</sup>	A 4/2	AE 4/2	4 – 6		0,7

**TABLA 11 - RIEGOS CON GRAVILLA BICAPA PREENGRAVILLADOS**

Aplicación n	ÁRIDO		LIGANTE HIDROCARBONADO	
	TIPO	Dotación de árido (l/m <sup>2</sup> )	TIPO	Dotación de ligante residual (kg/m <sup>2</sup> )
1 <sup>a</sup>	A 20/12, AE 20/12	11 – 14	ECR-2, ECR-2m ECR-3, ECR-3m	1,6
2 <sup>a</sup>	A 12/6, AE 12/6	7 – 9		1,0
3 <sup>a</sup>	A 6/4, AE 6/4	5 – 7		
1 <sup>a</sup>	A 16/8, AE 16/8	8 – 11		1,4
2 <sup>a</sup>	A 8/4, AE 8/4	5 – 7		0,9
3 <sup>a</sup>	A 4/2, AE 4/2	4 – 6		

**TABLA 12 - RIEGOS CON GRAVILLA TRICAPA**

Aplicación n	ÁRIDO		LIGANTE HIDROCARBONADO	
	TIPO	Dotación de árido (l/m <sup>2</sup> )	TIPO	Dotación de ligante residual (kg/m <sup>2</sup> )
1 <sup>a</sup>	A 20/12, AE 20/12	12 – 16	ECR-2, ECR-2m ECR-3, ECR-3m	1,1
2 <sup>a</sup>	A 12/6, AE 12/6	7 – 9		1,1
3 <sup>a</sup>	A 6/4, AE 6/4	5 – 7		0,8
1 <sup>a</sup>	A 16/8, AE 16/8	9 – 12		0,9
2 <sup>a</sup>	A 8/4, AE 8/4	5 – 7		0,8
3 <sup>a</sup>	A 4/2, AE 4/2	4 – 6		0,6

Respecto a la dotación de los áridos se tenderá al límite superior del intervalo establecido en las tablas 8, 9, 10, 11 y 12, cuanto más cúbica sea la forma del árido y mayor su tamaño medio dentro del huso granulométrico, y al límite inferior en caso contrario.

En los riegos con gravilla que no sean monocapa podrán establecerse otras combinaciones de granulometrías de áridos siempre que se respeten las siguientes condiciones:

- La granulometría de una aplicación será más fina que la de la inmediata inferior.
- Las granulometrías de capas sucesivas no podrán solaparse.

Las dotaciones de ligante hidrocarbonado establecidas en las tablas 8, 9, 10, 11 y 12 podrán corregirse de acuerdo con la experiencia obtenida en casos análogos y de acuerdo con los siguientes criterios:

- Si la superficie de aplicación está tratada con un ligante hidrocarbonado, en la primera aplicación podrá aumentarse la dotación, respecto a lo indicado en las tablas 8, 10 y 12, hasta un quince por ciento (15 %) en caso de que dicha superficie esté muy envejecida, esté fisurada o sea pobre en ligante, o bien disminuirse hasta un diez por ciento (10%) en el caso de que sea rica en ligante.
  - Las dotaciones indicadas en las tablas 8, 9, 10, 11 y 12 pueden aumentarse hasta un 10 % si la intensidad media diaria de vehículos pesados es inferior a veinte (20) o disminuirse hasta un 10 % si es superior a



cien (100).

- Se tendrá en cuenta el clima de la zona, según lo establecido en la tabla 13 con referencia a los mapas de zonas térmicas estivales y de zonas pluviométricas contenidos en la Norma 6.1 IC de Secciones de firme de la Instrucción de Carreteras.

**TABLA 14 – MODIFICACIÓN DE LA DOTACION DE LIGANTE HIDROCARBONADO RESIDUAL POR CLIMA**

Por temperatura		Por lluvia	
Zona térmica estival	Variación de la dotación	Zona pluviométrica	Variación de la dotación
Cálida	-10%	1, 2, 3 y 4	+10%
Media	--	5 y 6	--
Templada	+10%	7	-10%

Si las variaciones acumuladas de la dotación de ligante residual rebasaran el veinte por ciento (20 %), deberá considerarse la necesidad de proceder a la aplicación previa de un riego de imprimación o de un riego de adherencia sobre la superficie subyacente, según corresponda, o a cambiar de tipo de riego.

En zonas frías y húmedas o si la ejecución se va a llevar a cabo en otoño o en invierno, en los riegos bicapa y tricapa podrá disminuirse la dotación de la primera aplicación y aumentarse la de la segunda.

## 4 EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION 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.

### 4.1 Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado.

El ligante hidrocarbonado se aplicará mediante un equipo autopropulsado montado sobre neumáticos, compuesto, al menos, por una cisterna, un sistema de impulsión y un dispositivo regador, que deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura aprobada por el Director de las Obras. El dispositivo regador estará constituido por una rampa de riego capaz de proporcionar una adecuada uniformidad transversal, a juicio del Director de las Obras, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante.

Para puntos inaccesibles a este equipo y para pequeños retoques, se podrá permitir la utilización de un dispositivo regador manual, cuyas características y forma de empleo deberá aprobar expresamente el Director de las Obras.

Si fuera necesario calentar el ligante, el equipo estará dotado de un adecuado sistema de calefacción de la cisterna, la cual deberá estar calorifugada. También deberá estar provisto el equipo de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calentador.

El sistema de impulsión estará dotado de un elemento de control (un marcador de presión o un caudalímetro) suficiente para controlar la dosificación. Asimismo, el equipo estará dotado de un velocímetro directamente visible por el conductor.

Previamente a la aplicación del ligante hidrocarbonado se comprobará el estado de los difusores del equipo, asegurándose el Director de las Obras de que su funcionamiento es correcto, de que el ángulo de inclinación y la altura sobre el pavimento son los adecuados, y de que no existen obstrucciones, fugas ni goteos.

### 4.2 Equipo para la extensión del árido.

Se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas, según establezca el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En cualquier caso, el equipo utilizado proporcionará una adecuada y

homogénea distribución del árido con la dotación establecida en la fórmula de trabajo.

Es preceptivo el empleo de extendedoras autopropulsadas en vías con categorías de tráfico pesado T3 o superiores, y en calzadas con una intensidad media diaria superior a doscientos cincuenta (250) vehículos.

#### **4.3 Equipo de apisonado.**

Se emplearán rodillos de neumáticos. El Director de las Obras fijará su presión de inflado, que en ningún caso será inferior a siete décimas de megapascal (0,7 MPa). Sólo para labores auxiliares, y previa autorización del Director de las Obras, podrán utilizarse rodillos ligeros de llanta metálica, garantizando que no se produzca la rotura del árido. Su carga estática sobre la generatriz no podrá sobrepasar en ningún caso un valor de ciento cincuenta newton por centímetro (150 N/cm).

El número de equipos será el suficiente para efectuar el apisonado de manera continua, sin interrupciones ni retrasos.

Todos los equipos, del tipo que sean, deberán ser autopropulsados y estar dotados de dispositivos para la limpieza de sus llantas o neumáticos durante el apisonado, así como de inversores de marcha de acción suave. Se cuidará de que todos los elementos de apisonado estén limpios.

En lugares inaccesibles para los equipos de apisonado se emplearán pisonos mecánicos u otros medios aprobados previamente por el Director de las Obras, con los cuales deberán lograrse resultados análogos a los obtenidos con aquéllos.

#### **4.4 Equipo de barrido.**

Se emplearán barredoras mecánicas de cepillo no metálico. El Director de las Obras establecerá en su caso la obligatoriedad de que estas barredoras estén dotadas de un dispositivo de aspiración, lo que siempre habrá de ocurrir en zonas urbanas.

Podrán utilizarse escobas o cepillos de mano en los lugares inaccesibles a los equipos mecánicos.

## **5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.**

### **5.1 Estudio de la fórmula de trabajo.**

El riego con gravilla no podrá iniciarse mientras el Director de las Obras no haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo, la cual señalará:

- El tipo de riego con gravilla.
- La granulometría de cada fracción del árido, por los tamices 25 mm, 20 mm, 16 mm, 12,5 mm, 8 mm, 6,3 mm, 4 mm, 2 mm y 1 mm de la UNE-EN 933-2.
- El tipo de ligante hidrocarbonado.
- La dosificación, si procede, de los activantes u otros aditivos que pudieran utilizarse.
- La dotación máxima, media y mínima de cada aplicación de ligante hidrocarbonado y de cada fracción de árido.
- En su caso, la temperatura de aplicación del ligante.
- El número mínimo de pasadas de cada equipo de apisonado.

Si la marcha de las obras lo aconseja, el Director de las Obras podrá corregir la fórmula de trabajo, justificándolo debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará otra fórmula de trabajo siempre que varíe la procedencia de alguno de los componentes del riego con gravilla.

### **5.2 Preparación de la superficie existente.**

Inmediatamente antes de proceder a la ejecución del riego con gravilla se limpiará la superficie que haya de recibirlo de polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o cualquier otra que pueda ser perjudicial, por medio de agua a presión o con un enérgico barrido. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a tratar.

Se comprobarán la regularidad superficial y el estado de la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego con gravilla. 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 de la superficie sobre la que se va a realizar el riego con gravilla.

En el caso de que dicha superficie estuviera tratada con un ligante hidrocarbonado y resultase heterogénea 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 a tratar está constituida por un material granular y sobre ella se fuera a aplicar un riego monocapa preengravillado o un riego bicapa preengravillado, el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares podrá prever, o en su caso el Director de las Obras podrá ordenar, la ejecución sobre aquélla de un riego de imprimación, según el artículo 530 del PG-3.

En obras de nueva construcción, cuando la superficie a tratar con un riego con gravilla estuviera constituida por un material tratado con cemento, previamente a su ejecución se eliminarán los ocasionales restos del riego de curado mediante un cepillado enérgico con cepillos de púas metálicas.

### **5.3 Suministro y acopio de áridos.**

Los áridos se producirán o suministrarán en tipos granulométricos diferenciados, que se acopiarán y manejarán por separado para evitar contaminaciones entre ellos. Donde se dispongan los acopios sobre terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios se construirán por capas sensiblemente horizontales de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m) y no por montones cónicos. Se tomarán las medidas oportunas para evitar su segregación y su contaminación.

Si se detectan 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 del árido.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará el volumen mínimo de acopios exigibles antes del comienzo de las obras, según las características de éstas y la superficie total a tratar. Salvo justificación en contrario, no deberá ser inferior al cincuenta por ciento (50 %) del total ni a dos (2) semanas de trabajo con la producción prevista.

### **5.4 Aplicación de ligante hidrocarbonado.**

Cada una de las aplicaciones de ligante hidrocarbonado se hará con la dotación y a la temperatura previstas en la fórmula de trabajo, de manera uniforme y evitando la duplicación de la dotación en las juntas transversales y longitudinales de trabajo. En las juntas transversales de trabajo se colocarán tiras de papel u otro material bajo los difusores en las zonas donde comience o se interrumpa el riego. Cuando la aplicación se realice por franjas, las juntas longitudinales, que deberán ser paralelas al eje de la carretera, se solaparán en una anchura de unos veinte centímetros (20 cm). En los riegos con dos o más aplicaciones de ligante hidrocarbonado se evitará la coincidencia de las juntas transversales y longitudinales de trabajo de cada aplicación, modificando para ello la longitud y la anchura de las franjas de esas aplicaciones.

Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos o accesorios, tales como bordillos, vallas, balizas, árboles, etc., puedan sufrir esta afección.

### **5.5 Extensión del árido.**

Cada una de las extensiones de árido se realizará de manera uniforme, y con la granulometría y la dotación previstas en la fórmula de trabajo, de manera que se evite el contacto de las ruedas del equipo de extensión con

el ligante sin cubrir. Donde la extensión se realice por franjas, el árido se extenderá de forma que quede sin cubrir una banda de unos veinte centímetros (20 cm) de la franja regada junto a la que todavía no lo haya sido, a fin de conseguir un ligero solape al aplicar el ligante en esta última.

En cualquier caso, la extensión del árido tras una aplicación de ligante hidrocarbonado se realizará inmediatamente después de ésta, de forma que, en el caso de las emulsiones bituminosas, se evite que la emulsión haya roto, o que, en el caso de los betunes modificados, se hayan enfriado. Para ello se dispondrán suficiente número de extendedoras de árido para cubrir toda la anchura de la franja en la que haya sido aplicado el ligante hidrocarbonado, excepto la banda de veinte centímetros mencionada en el párrafo anterior cuando se trabaje por franjas. Asimismo, se trabajará de forma que las velocidades de avance del equipo de aplicación del ligante hidrocarbonado y de las extendedoras de árido sean iguales.

Todos los excesos de árido, excepto en la extensión final, se eliminarán antes de la aplicación de la siguiente aplicación de ligante hidrocarbonado.

### **5.6 Apisonado del árido.**

Inmediatamente después de cada extensión de árido, que no sea la última, se procederá a un ligero apisonado auxiliar siempre que lo ordene el Director de las Obras. El apisonado se ejecutará longitudinalmente comenzando por el borde inferior, progresando hacia el centro y solapándose cada pasada con la anterior.

Inmediatamente después de la última extensión de árido se procederá a su apisonado, que se ejecutará longitudinalmente, comenzando por el borde inferior, progresando hacia el centro y solapándose cada pasada con la anterior. El equipo de apisonado realizará las pasadas necesarias hasta obtener una superficie lisa y estable. A tal efecto, deberá efectuarse el número mínimo de pasadas establecido en la fórmula de trabajo dentro del plazo máximo establecido en el apartado 8, pero, además, el apisonado mediante los rodillos de neumáticos deberá continuarse todo el tiempo posible hasta la apertura al tráfico.

El apisonado se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todos los defectos e irregularidades que se puedan presentar.

### **5.7 Eliminación del árido no adherido.**

Una vez terminado el apisonado del árido, y transcurrido el plazo necesario para que el ligante utilizado en el riego alcance una cohesión suficiente, a juicio del Director de las Obras, para resistir la acción de la circulación normal de vehículos, deberá eliminarse todo exceso de árido que haya quedado suelto sobre la superficie antes de permitir dicha circulación. Esta eliminación se llevará a cabo preferentemente mediante aspiración, pero en todo caso el procedimiento empleado deberá ser aprobado por el Director de las Obras.

Transcurridos quince (15) días desde la apertura a la circulación, y salvo orden en contrario del Director de las Obras, se realizará un barrido definitivo del árido que no esté adherido.

### **5.8 Apertura a la circulación.**

Siempre que sea posible deberá evitarse la circulación sobre un riego con gravilla recién ejecutado, por lo menos durante las veinticuatro horas (24 h) que sigan a su terminación. Si ello no fuera factible, deberá limitarse la velocidad a cuarenta kilómetros por hora (40 km/h) durante esas veinticuatro horas (24 h), colocando asimismo la señalización correspondiente al peligro representado por las proyecciones de árido.

## **6 TRAMO DE PRUEBA.**

Antes de iniciarse la ejecución de los riegos con gravilla será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba que se realizará según la fórmula de trabajo estudiada y empleando los mismos medios que se vayan a utilizar luego para la ejecución de las obras. Se comprobarán la fórmula de trabajo, los equipos necesarios para la ejecución de las obras y, especialmente, la forma de actuación del equipo de apisonado. Asimismo, se verificará, mediante toma de muestras, la conformidad de los materiales con las condiciones especificadas.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de las Obras, fijará la longitud y la anchura del tramo de prueba. El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la unidad de obra definitiva.

A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras definirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso se podrá iniciar la ejecución del riego con gravilla. En el segundo, deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el procedimiento de ejecución, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, aprobará su forma específica de actuación. En el segundo, el Contratista deberá proponer nuevos equipos o incorporar equipos suplementarios o sustitutorios.

## **7 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA.**

En todos los casos los riegos con gravilla deberán tener un aspecto y una textura uniformes, y estar exentos de defectos localizados como exudaciones de ligante o desprendimientos de árido. La textura conseguida deberá proporcionar una resistencia al deslizamiento, según la NLT-336, no inferior a sesenta y cinco (65), medida una vez transcurridos dos (2) meses desde la puesta en servicio.

## **8 LIMITACIONES DE LA EMULSIÓN.**

Los riegos con gravilla sólo se podrán ejecutar si la temperatura ambiente es superior a diez grados Celsius (10 °C) y no exista fundado temor de emulsiones atmosféricas. No obstante, si la temperatura ambiente tuviera tendencia a aumentar o el ligante hidrocarbonado empleado fuera una emulsión bituminosa, el límite anterior podrá rebajarse a cinco grados Celsius (5 °C).

No se realizarán riegos con gravilla sobre superficies encharcadas o con exceso de humedad. Además, en el caso en que el ligante no sea una emulsión bituminosa, no debe haber emulsi rastro de humedad en la superficie.

La emulsión del árido deberá realizarse antes de que haya transcurrido, desde la emulsión del ligante hidrocarbonado, el plazo máximo fijado por el Director de las Obras. El apisonado mínimo, definido en la fórmula de trabajo, deberá quedar terminado antes de treinta minutos (30 min) si el ligante utilizado fuera una emulsión bituminosa, o antes de veinte minutos (20 min) de iniciada su emulsión si no fuera una emulsión bituminosa, todo ello sin perjuicio de que el apisonado se continúe de acuerdo a lo indicado en el apartado 5.6.

## **9 CONTROL DE CALIDAD.**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará, para cada caso, el método de control, el tamaño del lote y el tipo y el número de ensayos a realizar. También se establecerán los métodos rápidos de control que pueden utilizarse y las condiciones básicas de empleo.

La toma de muestras se realizará en puntos previamente seleccionados mediante muestreo aleatorio, tanto en sentido longitudinal como transversal, de tal forma que haya al menos una toma o ensayo por cada hectómetro (1/hm).

### **9.1 Control de procedencia de los materiales.**

#### **9.1.1 Ligante hidrocarbonado.**

Se seguirán las prescripciones de los artículos 213, 215 o 216 del PG-3, según corresponda.

#### **9.1.2 Áridos.**

Si con el árido para el riego con gravilla se aportara certificado acreditativo del cumplimiento de las

especificaciones técnicas obligatorias de este artículo o estuviese en posesión de una marca, sello o distintivo de calidad reconocido por la Administración Pública competente, según lo indicado en el apartado 12, los criterios descritos a continuación para realizar el control de procedencia del árido para el riego con gravilla no serán de aplicación obligatoria, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Director de las Obras.

En el supuesto de no cumplirse las condiciones indicadas en el párrafo anterior, de cada procedencia del árido del riego con gravilla y para cualquier volumen de producción previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, según la UNE-EN 932-1, y de cada una de ellas se determinará:

- El coeficiente Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.
- El coeficiente de pulimento acelerado, según el anexo D de la UNE 146130.
- Índice de lajas en cada fracción, según la UNE-EN-933-3.
- Proporción de partículas trituradas en cada fracción, según la UNE-EN 933-5.
- Contenido de impurezas en cada fracción, según el anexo C de la UNE 146130.
- La granulometría de cada fracción, según la UNE-EN 933-1.

El Director de las Obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos sobre nuevas muestras, siempre que sospeche variaciones en el material, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- Adhesividad por inmersión en agua, según la NLT-166.
- Ensayo de placa Vialit, según la NLT-313.

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

## **9.2 Control de ejecución.**

### **9.2.1 Acopios del árido.**

Se examinará la descarga a los acopios desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños diferentes a los aprobados en la fórmula de trabajo. Se acopiarán aparte los que presenten alguna anomalía de aspecto, tales como distinta coloración, segregación, suciedad, etc., hasta la decisión de su aceptación o rechazo.

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

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

Por cada mil metros cúbicos (1 000 m<sup>3</sup>) de áridos o cada día si se emplea menos material, sobre un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde:

- Granulometría por tamizado, según la UNE-EN 933-1.
- Contenido de impurezas, según el anexo C de la UNE 146130-

Por cada cinco mil metros cúbicos (5 000 m<sup>3</sup>) de áridos o una (1) vez a la semana si se emplea menos material:

- Índice de lajas del árido grueso, según la UNE-EN 933-3.
- Proporción de partículas trituradas del árido grueso, según la UNE-EN 933-5.
- Coeficiente Los Ángeles, según la UNE-EN 1097-2.

**Al menos una (1) vez al mes o siempre que se cambie de procedencia:**

- Adhesividad por inmersión en agua, según la NLT-166.
- Ensayo de placa Vialit, según la NLT-313.

Con independencia de lo anteriormente establecido, cuando el Director de las Obras lo estime conveniente se llevarán a cabo las series de ensayos necesarios para la comprobación de las demás características reseñadas en este artículo o en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

**9.2.2 Ejecución del riego con gravilla.**

**9.2.2.1 Aplicación del ligante hidrocarbonado.**

Al comienzo y a la mitad de cada jornada de trabajo se comprobará el estado y la limpieza de los difusores del equipo, asegurándose de que su funcionamiento es correcto, el ángulo de inclinación y la altura sobre la superficie de aplicación son los adecuados, y no existen obstrucciones, fugas ni goteos. Asimismo, se harán comprobaciones de caudal.

La dotación del ligante hidrocarbonado se comprobará mediante el pesaje de bandejas o chapas metálicas, u hojas de papel u otro material, colocadas sobre la superficie del lote durante la ejecución del riego con gravilla en no menos de cinco (5) puntos aleatoriamente situados de forma que haya al menos uno (1) por cada hectómetro (hm). En cada una de estas bandejas, chapas u hojas se determinará la dotación del ligante residual, según la UNE-EN 12697-3. El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de la dotación media del ligante hidrocarbonado por otros procedimientos.

**9.2.2.2 Extensión del árido.**

Se comprobará que con el equipo utilizado queda garantizada una adecuada y uniforme distribución del árido.

La dotación de los áridos se comprobará mediante el pesaje de bandejas o chapas metálicas, u hojas de papel u otro material, colocadas sobre la superficie del lote durante la ejecución del riego con gravilla en no menos de cinco (5) puntos aleatoriamente situados de forma que haya al menos uno (1) por cada hectómetro (hm). El Director de las Obras podrá autorizar la comprobación de la dotación media de los áridos por otros procedimientos.

**9.2.2.3 Apisonado.**

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

- Que el número y el tipo de rodillos son los aprobados.
- El funcionamiento de los dispositivos de humectación y de limpieza.
- El lastre y la masa total de los rodillos, así como la presión de inflado de las ruedas de los rodillos de neumáticos.
- El número de pasadas de cada rodillo.

**9.2.2.4 Eliminación del árido sobrante.**

Se comprobará que antes de la apertura a la circulación es eliminado todo el árido no adherido.

**9.3 Control de recepción de la unidad terminada.**

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

- Quinientos metros (500 m) de calzada.

- Tres mil metros cuadrados (3 000 m<sup>2</sup>) de calzada.
- La fracción construida diariamente.

El Director de las Obras podrá autorizar la modificación de la definición de "lote" como la superficie tratada por una (1) sola carga del equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado o del árido.

Se determinará la resistencia al deslizamiento, según la NLT-336, una vez transcurridos dos (2) meses de la puesta en servicio del riego con gravilla.

Se comparará la rasante de la superficie terminada con la teórica establecida en los Planos del Proyecto, en el eje, quiebros de peralte si existieran, y bordes de perfiles transversales cuya separación no exceda de la mitad de la distancia entre los perfiles del Proyecto. En todos los semiperfiles se comprobará que la superficie presenta un aspecto uniforme, así como una ausencia de manchas de ligante o de exceso de áridos. Se verificará también la anchura de la capa.

## **10 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.**

La dotación media, tanto de ligante residual como de áridos, del riego con gravilla no deberá diferir de la prevista en la fórmula de trabajo en más de un quince por ciento (15 %). No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados que excedan de los límites fijados en dicha fórmula.

El resultado medio del ensayo de resistencia al deslizamiento no deberá ser inferior al valor especificado en el apartado 7 de este artículo. No más de un (1) individuo de la muestra ensayada podrá presentar resultados inferiores 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 establecidos.

## **11 MEDICIÓN Y ABONO.**

El ligante hidrocarbonado empleado en riegos con gravilla se abonará por toneladas (t), deducidas como producto de la superficie tratada, medida sobre el terreno con arreglo a los Planos de secciones tipo, por la dotación media de ligante, deducida de los ensayos de control. En riegos monocapa y bicapa, el abono incluirá la preparación de la superficie existente y la aplicación del ligante hidrocarbonado; en riegos monocapa preengravillado y bicapa preengravillado el abono incluirá únicamente la aplicación del ligante hidrocarbonado.

Los áridos empleados en los riegos con gravilla se abonarán por metros cúbicos (m<sup>3</sup>), deducidos como producto de la superficie tratada, medida sobre el terreno con arreglo a los Planos de secciones tipo, por la dotación media de cada árido, deducida de los ensayos de control. En riegos monocapa y bicapa, el abono incluirá su extensión, su apisonado y la eliminación del árido no adherido; en riegos monocapa preengravillado y bicapa preengravillado el abono incluirá además la preparación de la superficie existente.

## **12 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DISTINTIVOS DE CALIDAD.**

El cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias requeridas a los productos contemplados en este artículo, se podrá acreditar por medio del correspondiente certificado que, cuando dichas especificaciones estén establecidas exclusivamente por referencia a normas, podrá estar constituido por un certificado de conformidad a dichas normas.

Si los referidos productos disponen de una marca, sello o distintivo de calidad que asegure el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo, se aceptará como tal cuando dicho distintivo esté reconocido por la Administración Pública competente.

El certificado acreditativo del cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de este artículo podrá



ser otorgado por las Administraciones Públicas competentes en materia de carreteras o por los Organismos españoles públicos y privados autorizados para realizar tareas de certificación o ensayos en el ámbito de los materiales, sistemas y procesos industriales, conforme al Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

## **NORMAS REFERENCIADAS.**

NLT-166	Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos en presencia de agua.
NLT-313	Áridos. Adhesividad mediante placa Vialit.
NLT-336	Determinación de la resistencia al deslizamiento con el equipo de medida del rozamiento transversal.
UNE 146130	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras áreas pavimentadas (esta norma no está vigente, salvo en lo que se refiere a los anexos C y D, que son los que se citan en estas prescripciones técnicas).
UNE-EN 932-1	Ensayos para determinar las propiedades generales de los áridos. Parte 1: Métodos de muestreo.
UNE-EN 933-1	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 1: Determinación de la granulometría de las partículas. 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 933-3	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 3: Determinación de la forma de las partículas. Índice de lajas.
UNE-EN 933-5	Ensayos para determinar las propiedades geométricas de los áridos. Parte 5: Determinación del porcentaje partículas trituradas del árido grueso.
UNE-EN 1097-2	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas y físicas de los áridos. Parte 2: Métodos para la determinación de la resistencia a la fragmentación.
UNE-EN 1744-3	Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos. Parte 3: Preparación de eluatos por lixiviación de áridos.
UNE-EN 12697-3	Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 3: Recuperación de betún: Evaporador rotatorio.
UNE-EN 13043	Áridos para mezclas bituminosas y tratamientos superficiales de carreteras, aeropuertos y otras zonas pavimentadas



**Asociación Técnica de Emulsiones Bituminosas**

C/ San Severo, 18  
28042 – Madrid (España)  
Teléfono : 91/329.17.37  
Fax : 91/329.28.66

E-mail : [secretaria.j.rincon@ateb.es](mailto:secretaria.j.rincon@ateb.es)

[www.ateb.es](http://www.ateb.es)