

# MICROAGLOMERADOS EN FRÍO Y LECHADAS BITUMINOSAS: REHABILITACION SUPERFICIAL DE LOS FIRMES DE CARRETERAS

**Francisco José Lucas Ochoa**

Director de Comunicación y  
Relaciones Institucionales

**ATEB**

fjlucaso@repsol.com

---

**María del Mar Colás Victoria**

Directora del Comité Técnico

**ATEB**

marimar.colas@cepsa.com

---

**Daniel Andaluz García**

Director Gerente

**ATEB**

gerencia@ateb.es

# MICROAGLOMERADOS EN FRÍO Y LECHADAS BITUMINOSAS: REHABILITACION SUPERFICIAL DE LOS FIRMES DE CARRETERAS

## RESUMEN

La sostenibilidad es el equilibrio entre varios elementos en un mismo entorno. En este artículo, se expondrá la técnica los microaglomerados en frío y lechadas bituminosas, desde el punto de vista de su capacidad técnica para solucionar y reparar ciertos deterioros del firme, así como de su empleo en obras de nueva construcción. La aplicación de estas técnicas de pavimentación, que emplean como ligante la emulsión bituminosa, logra el fin de la sostenibilidad. Son técnicas amigables con el medioambiente que permiten la optimización de recursos económicos en la conservación de carreteras.

Se requieren técnicas ingenieriles que optimicen la relación coste/prestaciones. Entre ellas, cabe destacar la aportación de estas técnicas, que pueden dar respuesta a una serie de problemas tipo así como contribuir a una mejora de la seguridad vial en las mismas.

Los microaglomerados en frío constituyen una técnica de uso extendido para todo tipo de rodaduras y sollicitación de tráfico, y aportan una rugosidad tal que garantiza la seguridad del usuario a un coste relativamente bajo.

Las prestaciones se han mejorado en los últimos años gracias a la continua investigación y avances producidos en el campo de la emulsión bituminosa, ya sea referente al desarrollo de nuevas químicas de los tensoactivos/aditivos como a la mejora de las instalaciones industriales. Todo ello ha permitido optimizar las características de estos productos, pudiéndose en la actualidad,

formular emulsiones bituminosas “a la carta”, en función de la aplicación y de los materiales granulares a emplear.

Este artículo, sólo pretende un acercamiento a las técnicas mencionadas para su toma en consideración como soluciones de bajo coste en la rehabilitación superficial de los firmes de carretera. Tienen acumuladas numerosas experiencias, como resultado del desarrollo durante más de medio siglo.

## 1.- INTRODUCCIÓN

La conservación de una vía, se entiende como el conjunto de operaciones que se desarrollan a lo largo de la puesta en funcionamiento, una vez realizada su apertura al tráfico. Los objetivos que se pretenden mediante esta operación es prolongar la vida de servicio, garantizando las características funcionales y estructurales de la misma, reducir los costes totales de transporte de viajeros y mercancías, dotando a la red de un nivel de servicio homogéneo, de modo que el tráfico circule por ella con seguridad, confort y eficacia. La falta de una conservación adecuada se traduce necesariamente en un incremento de los costes de explotación, e igualmente, en una disminución de la seguridad de los usuarios. Por tanto, los gastos que una determinada Administración tiene que asumir para desarrollar unas determinadas actuaciones de conservación, se compensarán con los ahorros derivados de costes de explotación, costes de tiempo empleados en viajes, y en costes de accidentes producidos.

## MICROAGLOMERADOS EN FRÍO Y LECHADAS BITUMINOSAS: REHABILITACION SUPERFICIAL DE LOS FIRMES DE CARRETERAS

El estado de una vía, se empieza a degradar desde su construcción. Tráfico, agentes climáticos y la propia construcción de la infraestructura, producen desde el primer momento deterioros, los cuales básicamente pueden ser de carácter superficial, incidiendo básicamente en la interacción neumático-pavimento, o de carácter estructural, no ofreciendo las prestaciones deseadas ante la aplicación de las solicitaciones del tráfico.

En función de la gravedad del deterioro en lo relativo a la explotación de la vía, será necesario considerar diversas actuaciones extraordinarias, que no se realizan de manera rutinaria, y cuyo objetivo final, es el de recuperar de manera importante el estado que ha ido perdiéndose a lo largo del tiempo. Recordar, que una conservación ordinaria correcta y adecuada, retrasa la necesidad de abordar actuaciones extraordinarias de rehabilitación.

La elección de la actuación extraordinaria más adecuada, obedecerá a diversos criterios, en los que merece mencionar, tráfico, disponibilidad de materiales, tipología de la sección estructural existente, y la asignación presupuestaria. Todo ello, debe responder a una estrategia previamente planificada, para asegurar el éxito de la inversión realizada.

Dentro de las actuaciones extraordinarias de rehabilitación, se encuentran los microaglomerados en frío y las lechadas bituminosas. Como se verá a lo largo del documento, ambas técnicas responden a un mismo concepto de aplicación, si bien hoy por hoy se diferencian básicamente en que las primeras, los microaglomerados en frío, tienen regulación normativa en el PG-3 en su artículo 540 y las segundas, las lechadas bituminosas, no. No obstante, ambas técnicas quedan amparadas según la UNE-EN 12273:2009. Las mismas, junto a otras existentes, constituyen las denominadas técnicas bituminosas en frío.

El empleo de la emulsión bituminosa en mezclas en frío busca en origen una mejora

en la manejabilidad de la mezcla, su posible almacenabilidad y una reducción de las temperaturas de trabajo, cualidades que a priori parece que no tienen las mezclas bituminosas en caliente, aunque desarrollos actuales tratan de minimizar dichos inconvenientes.

Otra de las cualidades fundamentales de este tipo de mezclas, es su flexibilidad, y adaptación a firmes de limitada resistencia.

### 2.- DEFINICIÓN Y NORMATIVA

Las lechadas bituminosas y microaglomerados en frío, comúnmente denominados "slurries", son tratamientos superficiales que consisten en la aplicación de un mortero bituminoso fabricado en frío con áridos, emulsión bituminosa, agua, y eventualmente polvo mineral de aportación y aditivos, y cuya consistencia a temperatura ambiente es la adecuada para su puesta en obra medianita rastra con maestra de goma.

Son tratamientos, que exigen una formulación muy precisa, sobre todo en lo referente a la emulsión empleada en base a los áridos que conformarán la mezcla in situ. Se trata de una técnica que ha evolucionado muy positivamente en el tiempo, desde la aparición de las emulsiones catiónicas que independizó en gran medida, la rotura de la emulsión de las condiciones climáticas frente a las emulsiones aniónicas. El empleo de aditivos controladores de la rotura y emulsiones modificadas con polímero, así como la evolución de la maquinaria, han conformado que sea una técnica de uso extendido para rodaduras de cualquier firme y solicitud de tráfico (es usada incluso en la rodadura de pistas de aeropuerto), dotando a las mismas de una rugosidad que garantiza la seguridad del usuario a un coste relativamente bajo.

Hasta el año 2011, la normativa vigente en España definía cuatro tipos de lechadas bituminosas, según la granulometría del árido utilizado. Las antiguas denominaciones LB-1,

LB-2, LB-3 y LB-4 se correspondían con tamaños máximos del árido de 12,5; 8; 6,3 y 4 mm.

Desde enero de 2011, las lechadas y microaglomerados en frío deben contar con el marcado CE y la correspondiente información que le acompaña, conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 12273:2009.

Dicha normativa describe los requisitos a seguir para el Mercado CE y define los requisitos prestacionales y procedimientos de control para la aplicación de las lechadas bituminosas como producto para el tratamiento superficial de carreteras y otras áreas de tráfico como aceras y carriles para bicicletas.

Respecto a las familias de productos se han definido cuatro, con analogías a la antigua clasificación del art. 540 del PG-3. Son las siguientes:

1. Lechadas de máxima rugosidad (antigua LB1)
2. Lechadas tipo Microaglomerados (antigua LB2)
3. Lechadas para conservación (antigua LB3)
4. Lechadas para impermeabilización (antigua LB4)

Su denominación ha cambiado y ahora debe seguir el siguiente esquema:

MICROF	D	sup/inf	ligante
--------	---	---------	---------

donde MICROF hace referencia a microaglomerado en frío; D, al tamaño máximo del árido (luz del tamiz que deja pasar entre el 90% y el 100% del total del árido); sup/inf, a si el microaglomerado se aplica en capa única o segunda capa (sup) o en primera capa (inf) y ligante, a la denominación de la emulsión a utilizar.

A diferencia de lo que intuitivamente se pudiera derivar del conocimiento de mezclas en caliente, cuando se elige la aplicación de dos lechadas sobre un firme existente, las lechadas más finas van aplicadas directamente sobre el soporte, teniendo un claro objetivo de impermeabilización,

mientras que la inmediatamente superior, más gruesa, aporta la rugosidad necesaria para garantizar la seguridad vial.

La granulometría del árido obtenido por combinación de las distintas fracciones, incluido el polvo mineral, se realizará según la norma UNE-EN 933-1 y deberá estar comprendida dentro de alguno de los tres husos fijados en la tabla 1.

TIPO <b>LUZ</b> (UNE-EN 933-2)	MICROF 11		MICROF 8		MICRO F 5	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
16	100					
11,2	90	100	100			
8	77	92	90	100	100	
5,6	64	83	74	92	90	100
4	55	74	60	84	78	93
2	35	55	40	64	60	80
1	25	41	25	45	44	64
0,5	15	30	15	31	30	48
0,25	9	20	10	22	19	33
0,063	3	7	5	9	8	14

Tabla 1. Husos granulométricos. Cernido acumulado (porcentaje en masa). Basado en la tabla 540.7 del vigente artículo 540 del PG-3

La composición, la dotación media (excluida el agua total), el número de capas a aplicar y las características superficiales para cada tipo de microaglomerado vienen dados por la tabla 2 para cada categoría de tráfico pesado:

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MICROAGLOMERADO		
	MICROF 11	MICROF 8	MICROF 5
Capa en que se aplica	2ª o única		1ª o única
Dotación media /kg/m <sup>2</sup> (excluida el agua total)	12 - 15	9 - 12	7 - 9
Betún residual * / % en masa de árido	5,0 - 7,0	6,0 - 8,0	6,5 - 9,5
Categoría de tráfico pesado	T0 y T1	T0 a T4	1ª capa: todo tipo de tráfico. Capa única: en arcenes, T3 y T4.
Macrotextura superficial-MTC/ mm ** (UNE-EN 13036-1)	1,2	1,0	0,7
Resistencia al deslizamiento-CTRS/% *** (UNE 41201 IN)	65		60

Tabla 2. Composición, dotación, campo de aplicación y características superficiales de los distintos tipos de microaglomerados en frío. Basada en las tablas 540.8 y 540.10 del artículo 540 del PG-3.

(\*) Con una tolerancia en el valor medio de los ensayos de extracción según la norma UNE-EN 12274-2 de  $\pm 0,5\%$ . Si es necesario, se considerarán las correcciones por peso específico y absorción de los áridos. Los contenidos de betún residual anteriores están previstos para áridos con una densidad de (2,65 g/cm<sup>3</sup>), determinada según la norma UNE-EN 1097-6. Los áridos de densidad diferente a la anterior tendrán un contenido en betún residual corregido al alza o la baja, al multiplicar por un factor obtenido al dividir 2,65 entre la densidad de la partículas del árido en cuestión. (\*\*) Medida lo antes posible después de la extensión del microaglomerado en frío y antes de abrir al tráfico. (\*\*\*) Medida una vez transcurridos 7 días de la aplicación del microaglomerado en frío.

## MICROAGLOMERADOS EN FRÍO Y LECHADAS BITUMINOSAS: REHABILITACION SUPERFICIAL DE LOS FIRMES DE CARRETERAS

La dotación se determinará diariamente de acuerdo con la norma UNE-EN 12274-6. También se comprobará diariamente el contenido de betún residual según la norma UNE-EN 12274-2.

### 3.- EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS LECHADAS BITUMINOSAS Y LOS MICROAGLOMERADOS EN FRÍO

En la definición de las familias es importante que se engloben todos los tipos de lechadas que actualmente son utilizados, abarcando todos los posibles usos previstos. Una vez definidas las diferentes familias se procederá a evaluar las características de cada una de ellas, para diferentes requisitos técnicos recogidos en la norma EN 12273.

Aunque el PG-3 no lo contempla, al Mercado CE de este tipo de productos exige un ensayo que asegure la durabilidad del tratamiento. Este ensayo está recogido en la norma UNE EN 12274-8 y se denomina Evaluación visual de defectos. Consiste básicamente en realizar una inspección visual de la superficie tratada cuando ha transcurrido un tiempo de 11 a 13 meses desde la ejecución. La característica diferenciadora de este Tramo de Ensayo Inicial de Tipo (TEIT) es que se determina no sobre el la lechada fabricada y extendida inicialmente sino sobre la lechada ya puesta en obra y transcurrido un plazo de un año de su puesta en servicio con el fin de comprobar cual ha sido su comportamiento. Sobre este tramo de ensayo se evalúan los requisitos técnicos de las características prestacionales definidas a continuación en la Tabla 4.

Esta evaluación deberá ser realizada por el fabricante, para cada una de las familias sobre las que se solicita la conformidad del producto y será llevado a cabo, como mínimo, sobre un tramo representativo, que debe tener una longitud de 200 m y la anchura completa de un carril de una carretera de doble sentido o un carril de autovía de dos bandas de

circulación de autopista. Se medirán los defectos que presenta la superficie, según indica la norma, en el tramo de 100 m que peor esté. Los defectos medidos son exudaciones, incrustaciones, roderas, delaminaciones, pérdida de gravilla, desgaste, separación de la junta entre carriles, roderas, desplazamiento del revestimiento, ondulaciones, resaltos, arrugas, pequeños defectos repetitivos y marcas de rayas. Tras medirse cualitativa y cuantitativamente, se reúnen los defectos por categorías, según marca la norma.

Las categorías en que se agrupan los defectos dan idea de la adhesión de ligante al árido, resistencia a la fluencia/deformación, endurecimiento o capacidad de solidificación, cohesión del ligante, adherencia al sustrato, durabilidad de la adhesión del ligante al árido, durabilidad de la resistencia a la fluencia/deformación, durabilidad de la resistencia a la abrasión y durabilidad de la adherencia al sustrato (tabla ZA.1. de la norma UNE-EN 12273).

Estas características se basan principalmente en el comportamiento de la lechada, una vez extendida sobre el firme y transcurrido un plazo de tiempo determinado, tras ser sometida a las sollicitaciones del tráfico, evaluando requisitos técnicos como:

- Los posibles defectos mediante inspección visual
- La resistencia al deslizamiento mediante la evaluación de la macrotextura
- La generación de ruido
- La durabilidad, teniendo en cuenta la resistencia de los materiales
- La adherencia

De los datos obtenidos, en la medida de cada uno de los requisitos técnicos para las diferentes familias, se procederá a su clasificación dentro de una serie de "categorías". En cada familia, y para cada requisito técnico, se ha de definir una categoría, si bien es importante ser coherentes a la hora de definir las de manera



que no existan combinaciones incompatibles entre las mismas.

Es importante destacar que la calidad del tratamiento depende en gran parte de la calidad de los materiales constituyentes, especialmente áridos y emulsión, pero también de la ejecución y del estado previo de la superficie. El marcado CE hace especial hincapié en estos puntos, por ello se realizan controles de ejecución conforme a procedimientos establecidos por el fabricante para garantizar la calidad final del tratamiento y por ello se hace indispensable examinar el estado previo de la superficie (UNE-EN 12273).

## 4. MATERIALES CONSTITUYENTES

### 4.1 Áridos

El árido es el componente mayoritario de las lechadas bituminosas, en una proporción variable del 75 al 80% del total de mezcla. Deben ser áridos procedentes de machaqueo de piedra de cantera o de grava natural, con una proporción mínima de partículas del árido grueso que tengan dos o más caras de fractura. Es muy importante vigilar su limpieza y calidad, cumpliéndose las especificaciones relativas a equivalente de arena, coeficiente de Los Ángeles y resistencia al pulimento.

La limpieza de los áridos es un factor muy importante pues las lechadas, al llevar agua en su composición, son extremadamente sensibles a la presencia de materia orgánica y materiales arcillosos, los cuales contienen finos muy activos que pueden producir los efectos siguientes: la rotura inmediata de la emulsión, imposibilitando la puesta en obra de la lechada; una disminución de la cohesión de la mezcla, retrasando su apertura al tráfico y, por último, también disminuye la adhesividad final del ligante con los áridos utilizados.

En cuanto a la granulometría ya se han mencionado anteriormente los husos establecidos para este tipo de aplicaciones, y que se diferencian en el tamaño máximo del árido.

### 4.2 Emulsión

La emulsión es otro de los componentes importantes dentro de las lechadas bituminosas pues tiene como objetivo la perfecta envuelta de los áridos, formando un mastico con las fracciones más finas, que confiere cohesión a la mezcla.

Normalmente se utilizan emulsiones catiónicas de rotura lenta, convencionales o modificadas con polímeros, dependiendo de la zona climática y de la categoría de tráfico de la vía. Estas emulsiones cumplirán las especificaciones de la norma UNE-EN 13808 y tendrán las clases prestacionales que se recogen en el anexo nacional para los tipos C60B5 MIC o C60BP5 MIC, antiguas ECL-2d y ECL-2d-m.

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO	
	T00, T1 y T2	T3, T4 y arcenes
Cálida	C60BP5 MIC	C60BP5 MIC C60B5 MIC
Media		C60BP5 MIC* C60B5 MIC
Templada		C60B5 MIC

\* En vías de servicio no agrícolas de autovías o autopistas.

Aunque se trata de emulsiones de rotura lenta, están diseñadas de manera que al entrar en contacto con el árido en poco tiempo se produzca la rotura de la emulsión (separación del betún y del agua). La velocidad de rotura de las emulsiones debe estar controlada de manera que permita el mezclado y extendido de la lechada manteniendo una buena fluidez y que la rotura de la emulsión se produzca, a continuación, lo más rápidamente posible una vez extendida la mezcla. La formulación de las emulsiones se establece en cada caso en función de la naturaleza del árido y de las condiciones de aplicación. Así pues, cuando la temperatura ambiente sea elevada o las condiciones de la obra lo requieran, se podrán utilizar emulsiones con una mayor estabilidad

(clase 6) en comportamiento a la rotura. En todos los casos, la penetración del ligante residual de estas emulsiones, obtenido por evaporación, ha de ser inferior a 100 décimas de mm.

Las emulsiones aniónicas apenas se utilizan, pero pueden ser útiles para tratamientos de impermeabilización con lechada bituminosa, que posteriormente se van a recubrir con otra capa de rodadura. En estos casos se utilizan áridos con un contenido en árido fino y fíller (fracción de árido que pasa por el tamiz 2 mm. de la UNE-EN 933-2) muy elevado. Las lechadas fabricadas con estos áridos y emulsiones catiónicas presentarían tiempos de rotura muy cortos y, posiblemente, fuese muy difícil o imposible su correcta puesta en obra. La utilización de emulsión aniónica permite fabricar estas lechadas y aplicarlas correctamente. El único problema es su limitada época de aplicación pues requieren una temperatura ambiente elevada que facilite la evaporación del agua y la consiguiente rotura de la emulsión.

En el caso de emplear este tipo de emulsiones aniónicas, deberán cumplir las especificaciones recogidas en la norma nacional UNE-51603:2013 para el tipo A60BL (antigua EAL-2)

La utilización de emulsiones modificadas aporta una serie de mejoras a las lechadas bituminosas entre las que cabe destacar el aumento de la cohesión de la mezcla, la disminución de la susceptibilidad térmica, aumento de la elasticidad, mejora de la adhesividad de árido-ligante y una mayor viscosidad del ligante residual que retrasará el envejecimiento de la mezcla.

#### **4.3 Agua**

La presencia de agua en este tipo de mezclas es imprescindible porque los fluidos de envuelta óptimos no se logran sólo con la emulsión y la humedad natural del árido. La trabajabilidad de la mezcla, una vez fabricada, depende del contenido de fluidos que tengamos en el mezclador.

El agua al mojar los áridos, antes que estos entren en contacto con la emulsión, sirve de lubricante entre ellos y la emulsión facilitando la envuelta. Una escasez de agua en la mezcla puede provocar una rotura prematura de la emulsión provocando el aumento de la viscosidad de la mezcla lo que implica la pérdida de fluidez de ella en el mezclador o en la rastra, haciendo imposible su extendido. Un exceso de agua hace que la mezcla tenga una consistencia muy fluida, favorece la segregación de la mezcla, retrasa la rotura y disminuye la cohesión final.

#### **4.4 Aditivo**

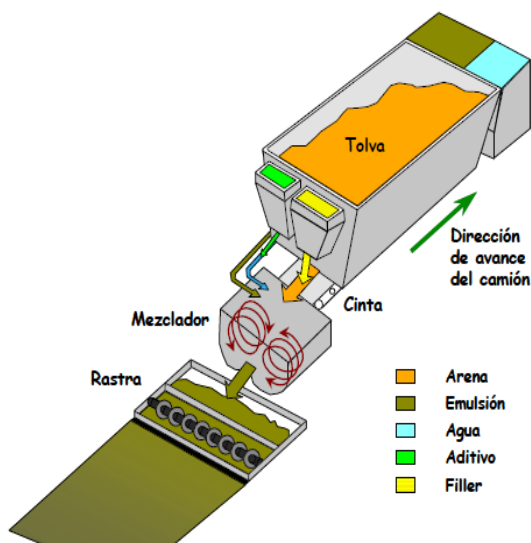
El objetivo principal de este componente es el de regular la velocidad de rotura de la emulsión al entrar en contacto con los áridos. El mismo, disminuye la tensión superficial árido-emulsión, permitiendo un mojado perfecto y homogéneo de la arena, mejorando la adhesividad árido-ligante. Adicionalmente, crea una película sobre la superficie del árido que actúa de barrera protectora, regulando la rotura de la emulsión y actuando, a la vez, sobre la viscosidad de la lechada.

#### **4.5 Cemento**

En la Fórmula de Trabajo de las lechadas bituminosas y de los microaglomerados en frío se puede incluir una pequeña cantidad de cemento. En caso de requerirse, representa en torno al 1% en peso de árido. Su presencia dependerá del tipo de materiales empleados y, si se requiere, es muy importante y contribuye de manera decisiva a mejorar la cohesión de la mezcla, especialmente en los primeros momentos de apertura al tráfico. El cemento reacciona con el agua de la mezcla, en este sentido es un acelerador de la rotura de la emulsión, de manera que fija una cierta cantidad de ella, acortando la fase de curado y confirmando a la lechada una cierta resistencia mecánica, en los primeros momentos, cuando el betún apenas colabora a la cohesión de la mezcla.

## 5.- EJECUCIÓN: FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA

La fabricación y la puesta en obra de las lechadas bituminosas se realizan simultáneamente, mediante máquinas autopropulsadas, montadas sobre una plataforma móvil o sobre un camión. El esquema de producción es como el que se presenta a continuación:



La aplicación de la lechada bituminosa solo se realizará cuando la temperatura ambiente sea superior a 10°C y no haya riesgo de lluvias. El Director de Obra podrá reducir este límite a 5°C si la temperatura ambiente tiende a aumentar. Cuando el tratamiento se realice en 2 capas, la segunda se extenderá una vez sometida la primera a la acción del tráfico al menos 24 horas y previo barrido del material desprendido.

Previamente a la ejecución del tratamiento se procederá a la preparación de la superficie a tratar. La correcta ejecución de esta preparación es fundamental para el éxito del tratamiento, al aplicarse este en capas muy delgadas. Se eliminará el polvo, suciedad, barro seco, materia suelta o que pueda ser perjudicial, por medio de un barrido enérgico e incluso, si fuera necesario, mediante agua a presión. Asimismo, en los pavimentos bituminosos, se debe eliminar

el exceso de ligante existente (en forma de exudación de betún).

En algunos casos podrá incluirse la ejecución de un riego de imprimación o de adherencia, previamente a la fabricación y extendido de la lechada bituminosa. Su objeto será permitir una correcta adherencia entre la lechada bituminosa. Esta actuación es recomendable sobre pavimentos granulares, pavimentos de hormigón o adoquinado, en pavimentos satinados si solo se aplica una capa, en pistas de aeropuertos, etc.

La preparación de la superficie debe realizarse con la antelación suficiente para no interferir el resto de las operaciones, pero no debe preceder más de medio día a la aplicación de la lechada para evitar que se pueda volver a manchar la superficie a tratar. Cuando sea necesario realizar reparaciones o bacheos puntuales en el tramo a tratar, estos trabajos deberán realizarse con dos meses de antelación. Cuando la temperatura ambiente y de la superficie existente sean muy elevadas (especialmente en verano), puede ser recomendable humectar dicha superficie inmediatamente antes de la aplicación de la lechada. Dicha humectación no deberá producir charcos en el firme existente. Cuando se vaya a aplicar una lechada bituminosa sobre marcas viales, del tipo spray plástico o de 2 componentes, es recomendable ejecutar el tratamiento en 2 capas o bien eliminar dicha pintura mediante un fresado u otra operación.

Las máquinas modernas que se utilizan en la actualidad, están dotadas de dispositivos automáticos que inician la aportación de cada material de manera que la mezcla sea, desde el principio y en todo momento, homogénea en todos sus componentes. El mezclador es un cajón cerrado dotado de dos ejes paralelos y con paletas, que recibe todos los materiales, los mezcla durante el tiempo necesario para lograr una buena homogeneidad y da salida al material por la parte trasera vertiendo en la rastra.



## MICROAGLOMERADOS EN FRÍO Y LECHADAS BITUMINOSAS: REHABILITACION SUPERFICIAL DE LOS FIRMES DE CARRETERAS

La puesta en obra de la lechada se realiza mediante una rastra de extendido sobre la que se vierte el material desde el mezclador a través de un dispositivo con varias salidas que permite alimentar la rastra a todo el ancho. La rastra lleva toda su periferia cerrada por unas bandas de goma que apoyan sobre el suelo y que impiden la salida del material excepto por la parte de atrás respecto al sentido de marcha y que constituye el extendido del producto.

Las rastros disponen de unos ejes transversales con movimiento de tornillo sin fin, que llevan acopladas unas paletas, para conseguir un reparto transversal homogéneo, incluso con las lechadas y microaglomerado en frío más gruesos.

En el proceso de puesta en obra de la lechada hay que poner especial cuidado en la ejecución de las juntas, tanto las transversales como la longitudinal.



Las juntas transversales se forman al comienzo y al final del extendido de cada carga de la máquina. Al inicio del extendido se debe

eliminar todo el material que haya montado sobre la extensión de la carga anterior. Esta operación se realiza con rastros de mano inmediatamente después de iniciar la extensión, antes de romper la emulsión.

Cuando la extensión se realice por franjas longitudinales, se debe realizar un solape, entre cada dos contiguas, de 10 cm. de ancho. Cuando el tratamiento se realice en 2 capas, se procurará que no coincidan las juntas transversales y las longitudinales de la capa inferior con las correspondientes juntas de la capa superior.

Una vez fabricada y puesta en obra, la lechada bituminosa o el micro en frío, experimenta dos procesos consecutivos y claramente diferenciados. En primer lugar se produce la rotura de la emulsión. Es un proceso por el cual se separan el agua y el betún asfáltico, quedando este envolviendo las partículas de árido. Inmediatamente después de la rotura se inicia el proceso siguiente, que es el curado de la lechada. Consiste en la pérdida por evaporación del agua contenida en la lechada (tanto de la emulsión como la utilizada para la preenvuelta de los áridos) y el desarrollo de la cohesión de la mezcla, que está directamente relacionada con la apertura al tráfico. En los casos que, por las condiciones del tráfico, sea necesario abrir al tráfico en muy breve tiempo, se deberán alcanzar los valores de cohesión mínimos en ese corto tiempo.

Estos tratamientos son excelentes para mejorar las características superficiales de un firme en cuanto a textura y resistencia al deslizamiento, además de sellar la superficie para impedir o retrasar el envejecimiento del mismo mediante su impermeabilización.

El nivel de desarrollo alcanzado por esta técnica en nuestro país nos permite resolver la mayoría de los problemas superficiales que presentan los firmes, con soluciones de alta calidad, durabilidad y con un coste bajo de manera que la relación calidad precio para los microaglomerados es seguramente la más alta de las técnicas de renovación superficial de pavimentos.

## 6.- CONCLUSIONES

- Debido a la aparente limitación de recursos económicos para proceder a la conservación adecuada, las técnicas bituminosas en frío con emulsión merecen una consideración y atención especial, aportando el sector de carreteras, aplicaciones y soluciones imaginativas que minimicen esta dificultad.
- Las técnicas bituminosas en frío mediante emulsión bituminosa tienen amplia tradición en nuestro país. Dentro de estas técnicas cabe mención especial de los microaglomerados en frío y las lechadas bituminosas.
- Las lechadas bituminosas representan un tipo de mezclas en frío fabricadas in situ, con posibilidad de altos rendimientos, siendo decisivas en la mejora de la rugosidad y la impermeabilidad del soporte.
- La combinación de estas unidades de obra, junto a otras, pueden representar una solución económica y atractiva medioambientalmente, ante la dificultad de conservar un patrimonio viario de gran longitud y heterogéneo en su composición.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Monografía 4 de ASEFMA (2009). Mercado CE de las lechadas bituminosas.
- Mercedes Gómez. M<sup>o</sup> FOMENTO.(2009) Nuevo art 540 del PG-3:
- Lechadas bituminosas y Microaglomerados en Frío. Jornada Técnica ATC. Octubre 2009.
- Del Val, M.A. y Bardesi, A. (1991) "MANUAL DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARA VIAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO"
- Del Val, M.A., Díaz, J. y Solís, L.A. (2004) "RECOMENDACIONES DE PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE FIRMES Y PAVIMENTOS" Junta de Castilla y León
- Del Val, M.A., Kraemer, C., Pardillo, J.M., Rocci, S., Romana, M.G. y Sánchez, V. (2004) "INGENIERIA DE CARRETERAS" Vol II
- Del Val, M.A. y Kraemer, C. (1998) "FIRMES Y PAVIMENTOS"
- Bardesi, A. y Costa, A. "LECHADAS BITUMINOSAS Y MICROAGLOMERADOS EN FRÍO"
- Nebreda, J. y Rincón, J. (ATEB) "LECHADAS BITUMINOSAS Y MICROAGLOMERADOS EN FRÍO"
- Potti, J.J. (1998) "REFUERZO DE FIRMES EN VÍAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO" Jornada sobre rehabilitación de firmes, Zuera (Zaragoza)
- Lucas Ochoa, F.J. (2009) "REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL Y SUPERFICIAL DE VÍAS DE BAJA INTENSIDAD DE TRÁFICO (BIT): GRAVA-EMULSIÓN, RIEGOS (TSRG) Y LECHADAS" XX Vyodeal, Pontevedra.
- Colás Victoria, M.M. Lucas Ochoa, F.J. y Andaluz García, D. "TRATAMIENTOS SUPERFICIALES CON EMULSIÓN BITUMINOSA. SOLUCIONES A BAJO COSTE PARA LA REHABILITACIÓN SUPERFICIAL DE LOS FIRMES DE CARRETERAS". 22 Vyodeal en Zaragoza. Año 2014