

## LECHADAS BITUMINOSAS

**ESTEBAN GARCIA CAMPIJO**  
Director –Gerente  
Area de Tecnología en Frío  
**Asfaltos Naturales de Campezo, S.A.**



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

## **INDICE**

1. INTRODUCCIÓN
2. DEFINICIONES
3. MATERIALES
4. CRITERIOS DE DISEÑO Y DOSIFICACIÓN
5. ¿PORQUE UTILIZAR ESTOS TRATAMIENTOS?
6. APLICACIONES
7. ASPECTOS ECONÓMICOS
8. ZONAS DE ALTA SINIESTRALIDAD
9. MAQUINARIA
10. CONCLUSIONES
11. BIBLIOGRAFÍA

## **ANEXO**

12. FOTOGRAFÍAS.



## **1.- INTRODUCCIÓN.**

Las lechadas bituminosas, en sus inicios, se utilizaron fundamentalmente para impermeabilizar pavimentos ya envejecidos o como tratamientos de sellado. Estas lechadas cumplían a la perfección la misión que se les encomendaba, se utilizaban unas granulometrías con tamaños máximos de árido inferiores a 6 mm., daban la textura suficiente para el tipo de tráfico que tenían que soportar y se extendían en una sola capa con dotaciones de 5 a 8 Kg/m<sup>2</sup>.

Estas dotaciones no se podían aumentar, ya que con unos áridos tan finos, si se aumentaban los espesores podía dar lugar a capas inestables, que no soportarían el tráfico existente.

En los últimos años se ha mejorado de una manera importante la tecnología de estos tratamientos, lo que ha permitido aumentar el tamaño superior de los áridos, surgiendo los llamados microaglomerados en frío. Principalmente debido a:

- **La puesta a punto de nuevos emulgentes o aditivos.**

Permiten fabricar emulsiones de rotura controlada, con lo que se pueden aplicar los microaglomerados en lugares en los que se necesitan rápidas aperturas al tráfico.

- **La utilización de maquinaria técnicamente mejor.**

De tal forma que se obtienen texturas más uniformes sin las segregaciones que se tenían con la maquinaria antigua.

- **La utilización de emulsiones modificadas con polímeros.**

Permiten la utilización de áridos cada vez más gruesos, hasta 12 mm., obteniendo texturas muy rugosas idóneas para mejorar la resistencia al deslizamiento, incluso en vías de alta velocidad. Disminuye el desprendimiento de áridos.

- **La incorporación de fibras sintéticas.**

Permiten aplicar lechadas con mayor contenido en ligante residual, lo que le confiere una mayor resistencia a la fatiga y al envejecimiento.

Los microaglomerados en frío están generalmente constituidos por dos capas de lechadas, la primera más fina (normalmente LB-4) y más gruesa la segunda (LB-2), Normalmente como ligante se utilizan emulsiones modificadas.



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

## **2.- DEFINICIONES**

### **Lechadas bituminosas.**

Son mezclas fabricadas a temperatura ambiente con emulsión bituminosa, áridos, agua y, eventualmente, polvo mineral de aportación y otros aditivos en menor proporción.

Las lechadas bituminosas se pueden dividir en dos grupos:

**Lechadas bituminosas finas:** fabricadas con áridos finos de tamaño máximo entre 3 y 5 mm.

Sus especificaciones vienen recogidas en la orden circular 5/2001 como lechadas bituminosas tipo LB-3 y LB-4.

**Lechadas bituminosas gruesas:** fabricadas con áridos de tamaño máximo entre 8 y 12 mm. (*ver foto 1*)

Sus especificaciones vienen recogidas en la orden circular 5/2001 como lechadas bituminosas tipo LB-1 y LB-2.

## **3.-MATERIALES.**

A continuación vamos a dar un breve repaso a los componentes principales de estas mezclas.

### **- ÁRIDOS.**

El árido es el componente mayoritario, en una proporción aproximada del 75 al 80%.

Deben ser procedentes de machaqueo con una proporción mínima de partículas del árido grueso que tengan dos o más caras del 100% para tráfico T0, T1 y T2 y del 75% para los demás casos.

Es muy importante vigilar su calidad y que cumplan las especificaciones actuales en cuanto a desgaste y resistencia al pulimento para estas mezclas.



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO (Norma 6.1-IC)	VALOR MÁXIMO DEL COEFICIENTE DE DESGASTE	VALOR MÍNIMO DEL C.P.A.
T0 y T1	20	0,50
T2	25	0,50
T3	25	0,45
T4	30	0,45

Podrán no exigirse condiciones relacionadas con el pulido acelerado del árido grueso en los siguientes casos:

- En arcenes.
- Cuando el tratamiento superficial con lechada bituminosa tenga la exclusiva finalidad de sellar un pavimento.
- En la primera capa de un tratamiento superficial multicapa.

La limpieza de los áridos es otro factor importante hay que vigilar que estén exentos de materia orgánica y materiales arcillosos, los cuales contienen finos muy activos que disminuirían la cohesión retrasando la apertura al tráfico y también disminuye la adhesividad final del ligante con la materia mineral.

El equivalente de arena del árido obtenido combinando las distintas fracciones según la fórmula de trabajo no deberá ser inferior a 60 para lechadas fabricadas con emulsión catiónica. Si no se cumple esta condición su índice de azul de metileno deberá ser inferior a 10 y simultáneamente su equivalente de arena superior a 50. (redacción dada en la O.C. 10bis/02)

En cuanto a la granulometría en el Pliego General de Prescripciones figuran cuatro husos de granulometría continua que se diferencian según el tamaño máximo de árido.

#### Husos granulométricos para lechadas bituminosas

TIPO DE LECHADA.	CERNIDO ACUMULADO (% en masa) TAMICES UNE-EN 933-2 (mm.)										
	12,5	10	8	6,3	4	2	1	0,500	0,250	0,125	0,063
LB-1	100	85-98	77-92	-	55-74	35-55	25-41	15-30	9-20	5-12	3-7
LB-2	-	-	100	80-95	60-84	40-64	25-45	15-31	10-22	6-14	5-9
LB-3	-	-	-	100	75-90	55-75	40-60	25-45	15-30	8-20	6-12
LB-4	-	-	-	-	100	77-92	53-74	35-56	20-40	12-26	10-18

#### - EMULSIÓN.

La emulsión es otro de los componentes importantes dentro de estas mezclas, ya que tiene como objetivo la perfecta envuelta de los áridos.

Se utilizan las denominadas ECL-2 del Pliego con las siguientes especificaciones:

CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	NORMA NLT	ECL-2		ECL-2-m	
			mín	máx	mín	máx
<b>EMULSIÓN ORIGINAL</b>						
VISCOSIDAD SAYBOLT a 25 °C	S	138	-	50	-	50
CARGA DE LAS PARTÍCULAS		194	Positiva		positiva	
CONTENIDO EN AGUA (en volumen)	%	137	-	40	-	40
BETÚN ASFÁLTICO RESIDUAL	%	139	60	-	60	-
FLUIDIFICANTE POR DESTILACIÓN	%	139	-	1	-	0
SEDIMENTACIÓN (a los 7 días)	%	140	-	10	-	10
TAMIZADO	%	142	-	0,10	-	0,10
<b>RESIDUO POR DESTILACIÓN (NLT-139) para ECL-2</b>						
<b>RESIDUO POR EVAPORACIÓN A 163 °C (NLT-147) para ECL-2-m</b>						
PENETRACIÓN (25 °C; 100 g; 5 s)	0,1	124	130 (*) 60	200 (*) 100	100 (*) 50	150 (*) 90
DUCTILIDAD	25 °C; 5 cm/min	cm	126	40	-	-
	5 °C; 5 cm/min			-	-	10
SOLUBILIDAD en tolueno	%	130	97,5	-	-	-
PUNTO DE REBLANDECIMIENTO ANILLO Y BOLA	°C	125	-	-	45 (*) 55	-
RECUPERACIÓN ELÁSTICA 25 °C; torsión	%	329	-	-	12	-

(\*) Estas emulsiones con residuos más duros, se denominaran ECL-2d y ECL-2d-m.

La velocidad de rotura de las emulsiones debe estar controlada de manera que se produzca lo más rápidamente posible una vez extendida la mezcla, pero tiene que tener la estabilidad suficiente para que sea fluida mientras esté en el mezclador y en la rastra de extendido.

La formulación de las emulsiones está en función de la naturaleza del árido y de las condiciones de aplicación.

Las emulsiones modificadas (ECL-2-m) principalmente utilizadas para la fabricación de lechadas bituminosas gruesas se pueden fabricar de dos maneras:

- 1º) Incorporando el polímero en forma de látex a la fase acuosa con la que se va a fabricar la emulsión o incorporándolo directamente a la emulsión una vez fabricada.
- 2º) Modificando previamente el betún con el polímero y emulsificando posteriormente este ligante.

Esta segunda manera es más difícil de obtener porque es necesario modificar los sistemas habituales de fabricación. No obstante la calidad final de la mezcla es mejor cuando se utiliza este sistema.



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

Con respecto a las emulsiones sin modificar presentan las siguientes ventajas:

- **Aumentan la cohesión de las lechadas.**

Menor desprendimiento de árido tanto a primera edad como una vez terminada la maduración.

- **Disminuyen la susceptibilidad térmica.**

Limita la pérdida de textura que se produce por el tráfico pesado en días calurosos, siendo también menos frágil a bajas temperaturas.

- **Aumentan la elasticidad.**

Aumentan la durabilidad por tener mayor resistencia a la fatiga

- **Mejoran la adhesividad a los áridos y son menos sensibles al envejecimiento**

Aumentan la resistencia a la pérdida de finos en presencia de agua y son mezclas con mayor durabilidad.

- **AGUA.**

De este componente depende la trabajabilidad de la mezcla final y por tanto su facilidad de puesta en obra, oscilando su contenido del orden del 8 al 16% sobre árido, incluyendo la aportada por la emulsión y la posible humedad de los áridos.

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 favorece la segregación de la mezcla.

- **ADITIVO.**

El objetivo principal de este componente es el de ayudar a regular la velocidad de rotura de la emulsión al entrar en contacto con los áridos.

#### **4.-CRITERIOS DE DISEÑO Y DE DOSIFICACIÓN.**

Antes de hacer el diseño de cualquier tipo de mezcla se deben haber definido anteriormente las siguientes cuestiones:

- Conocimiento del pavimento a tratar.

Geometría longitudinal y transversal.  
 Estado superficial del firme.  
 Tipo y naturaleza del tráfico a soportar  
 Climatología de la zona

- Objetivo del tratamiento a realizar.

Podrían ser principalmente:

Sellado e impermeabilización de un pavimento envejecido.  
 Mejorar la rugosidad superficial en pavimentos deslizantes.

- Selección de materiales.

Elección de los áridos y de la emulsión que mejor se adapten al tipo de tratamiento previsto.

Finalmente para elegir la fórmula de trabajo se suele utilizar principalmente los siguientes criterios:

Para dosificar el contenido en ligante de la lechada, se realiza el ensayo en laboratorio de la pérdida por abrasión por vía húmeda. El ensayo consiste en someter durante 5 minutos a 25 °C una probeta de la lechada una vez curada, a la abrasión de unas ruedas de goma en presencia de agua. Finalmente se calcula la pérdida por abrasión.

Para estudiar la cohesión de la mezcla durante su proceso de maduración se realiza en el laboratorio el ensayo de la medida del par de torsión, en el cohesiómetro, en función del tiempo de curado.

Las especificaciones españolas para este tipo mezclas son las siguientes:

CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO Norma 6.1-IC	T0 y T1	T2	T3	T4
PÉRDIDA MÁXIMA (g/m <sup>2</sup> ) EN ABRASIÓN POR VIA HÚMEDA (NLT-320)	450	550	650	750
PAR DE TORSIÓN MÍNIMO, a los 60 minutos (NLT-323) (Kg.cm)	20		-	-





ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

En la siguiente tabla de las especificaciones españolas se recogen el resto de características importantes para este tipo de mezclas:

### COMPOSICIÓN, DOTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LECHADAS BITUMINOSAS

HUSO GRANULOMÉTRICO	LB-1	LB-2	LB-3	LB-4
DOTACIÓN MEDIA (Kg/m <sup>2</sup> )	14-18	11-14	8-11	5-8
CAPA EN QUE SE APLICA	2ª o única		Cualquiera	1º o única
BETÚN RESIDUAL (% sobre árido)	5-7	6-10	7-11	8-13
AGUA DE AMASADO (% sobre árido, incluyendo la de la emulsión)	8-12	10-15		10-20
TEXTURA SUPERFICIAL MÍNIMA (mm) (NLT-335)	1,1	0,9	0,7	0,5
COEFICIENTE MÍNIMO DE ROZAMIENTO (NLT-175)	0,65		0,60	0,55

#### **5.- ¿POR QUE UTILIZAR ESTOS TRATAMIENTOS?.**

Son posiblemente el sistema de tratamiento sobre los firmes más versátiles que hay en el mercado, por su capacidad para depositar una mezcla bituminosa duradera de acuerdo con las exigencias de una superficie de textura variable, rellenando grietas y huecos, sellando contra los agentes climatológicos y proporcionando el color y la textura deseados en una sola pasada.

**Bajo costo.** Son tratamientos económicos, y de alto rendimiento.

**Utilización rápida.** Su fácil y rápida aplicación convierten estos tratamientos especialmente útiles para la rehabilitación de las vías públicas con mucho tráfico. La nueva superficie está lista para ser usada, poco después de ser aplicada.

**Prevención de problemas.** Utilizados sobre pavimentos de nueva construcción, evitará el deterioro del firme, tales como los efectos de los agentes climatológicos.

La oxidación, pérdida de aceites, pérdida de árido y la fragilidad de la mezcla se ven reducidos al mínimo. También proporciona una especial duración y textura que no tiene la mezcla subyacente.

**Corrección de problemas.** El deterioro existente en los pavimentos viejos, agrietamiento de la superficie, desmoronamientos de los bordes, pérdida de árido, mayor permeabilidad al agua y al aire y firme deslizante debido al depósito de agua o pulido de los áridos, puede corregirse mediante la aplicación de estos



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

tratamientos, evitando así un mayor deterioro. Se consigue así una superficie de larga duración, a prueba de todos los climas, que ofrece propiedades antideslizantes (su aplicación en puntos negros de las carreteras han evitado muchos accidentes de tráfico) y mejores características de conducción.

**Valor estético.** Con una sola aplicación el pavimento existente recibe una nueva capa de rodadura de color y textura uniformes. Las vías públicas y otros pavimentos públicos o comerciales tratados con lechada asfáltica se hacen mas atractivos y agradables a la vista.

Mediante la puesta en práctica de un programa de conservación de pavimentos planificado, se puede conseguir un ahorro considerable en los costos de rehabilitación. El firme de su pavimento se mantendrá sólido, utilizable y seguro.

Los largos períodos de paralización necesarios para reparar profundas grietas y baches se verán reducidos o eliminados. Prolongará significativamente la vida de los pavimentos existentes, protegiendo las capas inferiores del firme de los daños ocasionados por las filtraciones del agua.

## **6.- APLICACIONES.**

Muchas y variadas son las posibilidades de aplicación de estas mezclas.

Cuando se utilizan en labores de conservación son especialmente útiles en aquellos casos en los que teniendo el firme una capacidad portante aceptable es necesaria una renovación superficial del pavimento

Las lechadas bituminosas gruesas han sido adoptadas principalmente para solucionar tres problemas distintos:

- Mejorar la rugosidad superficial para una mayor seguridad del tráfico
- Impermeabilización del pavimento
- Rejuvenecimiento de los pavimentos que presentan degradación superficial.

Además presentan las siguientes ventajas con respecto a las lechadas finas LB-3 y LB-4:

Mayor resistencia mecánica  
Mayor resistencia al deslizamiento a medias y elevadas velocidades  
Mayor durabilidad de la textura  
Mayor durabilidad del tratamiento



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

A continuación se exponen unas recomendaciones de utilización de estos materiales según el estado superficial del firme.

**- Pavimentos sin deformaciones superiores a 1 cm.**

- Presentan pérdida de la impermeabilidad debido principalmente a mezclas bituminosas que han perdido finos o a riegos antiguos.

A) Baja intensidad media diaria de tráfico pesado.

Se recomienda la extensión de una capa de LB-3 con una dotación aproximada de 9 a 12 Kg/m<sup>2</sup>

B) Alta intensidad media diaria de tráfico pesado.

Se recomienda la extensión de dos capas:

1ª capa de LB-4 con una dotación de 5-7 Kg/m<sup>2</sup>.

2ª capa de LB-2 con dotación de 9 a 12 Kg/m<sup>2</sup>.

Se recomienda la utilización de emulsión modificada con polímeros.

- Superficie deslizante.

A) Textura satinada.

Se recomienda la aplicación de dos capas:

1ª capa de LB-4 con una dotación de 5-7 Kg/m<sup>2</sup>.

2ª capa de LB-3 ( 9-11 Kg/m<sup>2</sup>.) o LB-2 (11-13 Kg/m<sup>2</sup>.) según textura deseada y tipo de tráfico a soportar.

B) Textura agria.

Se recomienda la aplicación de una capa:

con una dotación de 9-11 Kg/m<sup>2</sup> de LB-3 o 11-13 Kg/m<sup>2</sup> de LB-2 según textura final deseada



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

- **Con deformaciones entre 1-2 cm.**

- A) Deformaciones transversales a lo largo de la carretera por inicio de roderas o desgaste por la acción abrasiva del tráfico (sin fluencia lateral de la mezcla)

Utilización de la primera capa como reperfilado y la segunda como tratamiento general.

1 capa de LB-1 con dotación de 12 a 16 Kg/m<sup>2</sup> o LB-2 con dotación de 10 a 13 Kg/m<sup>2</sup>

2ª capa de LB-2 con dotación de 9 a 11 Kg/m<sup>2</sup>

- B) Deformaciones localizadas de pequeña superficie.

Tratamiento previo de esas zonas con una capa de LB-2 o LB-1 con dotaciones similares al anterior.

1 capa general de LB-2 con dotación de 11-13 Kg/m<sup>2</sup>

- **Firmes agrietados.** (ver fotos 2 a 7)

En general es recomendable emplear lechadas mejoradas con fibras que aumentan considerablemente la flexibilidad de la mezcla.

- 1) grietas del tipo de las producidas por la grava cemento

Sellado previo de las grietas con mastic a base de betunes modificados y tratamiento según alguno de los casos anteriores

- 1) Grietas por envejecimiento de la capa de rodadura (firme con capacidad portante suficiente y base en buen estado)

Según la textura deseada:

1 capa de 9-11 Kg/m<sup>2</sup> de LB-3 o

1 capa de 11-13 Kg/m<sup>2</sup> de LB-2

- 1) Agrietamientos localizados y formación de blandones.

Saneamiento previo de las zonas agrietadas y de los blandones y tratamiento según alguno de los otros casos enumerados.



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

1) Agrietamiento general por falta de capacidad portante del firme.

**No se debe utilizar lechada bituminosa.**

- **Firmes especiales.**

A) Adoquinados

Dos capas:

1ª Capa de regularización de 11-13 Kg/m<sup>2</sup> de LB-2

2ª Capa de 9-11 Kg/m<sup>2</sup> de LB-3 o

de 11-13 Kg/m<sup>2</sup> de LB-2 según textura final deseada

B) Pavimentos de hormigón

Es necesario limpiar previamente la superficie y utilizar un riego de adherencia utilizando una emulsión modificada con polímeros. La emulsión utilizada para fabricar la mezcla de be ser modificada y la utilización de fibras también es beneficiosa para estos tratamientos

Dos capas:

1ª Capa de 5-7 Kg/m<sup>2</sup> de LB-4

2ª Capa de 11-13 Kg/m<sup>2</sup> de LB-2

- **En tratamientos de arcenes.**

Sobre zahorras artificiales o grava-cemento, en el caso de las zahorras, previamente es necesario un riego de imprimación con ECI en el caso de la grava-cemento es conveniente un riego de curado, para posteriormente en ambos casos, la extensión de una capa de LB-3 con dotación de 9 a 12 Kg/m<sup>2</sup>

- **En impermeabilización de tableros de puentes.**

Como lo que se pretende es conseguir impermeabilidad y flexibilidad se aumenta hasta cerca del 20% el contenido de emulsión y se incorporan fibras de tamaño corto (6 a 10 mm.) para evitar exudaciones. En algunos casos también se utilizan emulsiones modificadas con elastómeros.

1 capa de LB-4 con dotación de 5 a 8 Kg/m<sup>2</sup> o

1 capa de LB-3 con dotación de 8 a 11 Kg/m<sup>2</sup>



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

- **En vías urbanas.**

Se utilizan para corregir defectos superficiales sin aumentar sensiblemente la cota de los pavimentos. Como ligante se suelen utilizar emulsiones modificadas partiendo de ligante con menor penetración.

1 capa de LB-3 con dotación de 9 a 11 Kg/m<sup>2</sup> o

1 capa de LB-2 con dotación de 11 a 13 Kg/m<sup>2</sup>

- **En tratamientos estéticos.**

En aquellas carreteras que estando en condiciones aceptables para el tráfico, presentan distintos tonos de color o se han realizado reposición de aglomerado mediante fresado previo en diversas zonas se consigue uniformar el aspecto.

1 capa de LB-3 con dotación de 9 a 11 Kg/m<sup>2</sup> o

1 capa de LB-2 con dotación de 11 a 13 Kg/m<sup>2</sup>

- **En aeropuertos.**

En pistas de aeropuerto se pueden utilizar como capa única

1 capa de LB-3 con dotación de 9 a 11 Kg/m<sup>2</sup> o

1 capa de LB-2 con dotación de 11 a 13 Kg/m<sup>2</sup>

O en dos capas:

1ª Capa de 5-7 Kg/m<sup>2</sup> de LB-4

2ª Capa de 11-13 Kg/m<sup>2</sup> de LB-2 o de LB-3 con dotación de 9 a 11 Kg/m<sup>2</sup>

En estos tratamientos se utiliza como ligante emulsión modificada.

Es aconsejable la utilización de un riego de adherencia con emulsión modificada y la utilización de compactador de neumáticos para acelerar la maduración de la mezcla.

- **Lechadas de color.** (ver fotos 8 y 9)

Fabricadas principalmente con emulsiones de betunes sintéticos pigmentables su aplicación principal es para distinguir zonas especiales como: aparcamientos, zonas peatonales, carriles de bicicletas, parques de atracciones, etc.

Son más caras por el mayor costo del ligante y del pigmento y se recomienda dotaciones pequeñas: 3-6 Kg/m<sup>2</sup> de LB-4 . (Precio estimativo:6,50 €/m<sup>2</sup> )

## 7.- ASPECTOS ECONÓMICOS

En las siguientes tablas se presentan los costes orientativos por metro cuadrado de las distintas lechadas bituminosas.

LECHADA: DOTACIÓN (Kg/m <sup>2</sup> )	COSTE €/m <sup>2</sup>		
	15.000 m <sup>2</sup> – 50.000 m <sup>2</sup>	50.000 m <sup>2</sup> – 100.000 m <sup>2</sup>	> 100.000 m <sup>2</sup>
<b>CON EMULSIONES MODIFICADAS</b>			
<b>LB-1: 14-18</b>	1,52-1,62	1,30-1,40	1,25-1,35
<b>LB-2: 11-14</b>	1,24-1,34	1,14-1,24	1,02-1,12
<b>LB-3: 8-11</b>	0,88-0,98	0,81-0,91	0,65-0,75
<b>LB-4: 5-8</b>	0,75-0,85	0,68-0,98	0,63-0,73
<b>CON EMULSIONES SIN MODIFICAR</b>			
<b>LB-1: 14-18</b>	1,45-1,55	1,23-1,33	1,18-1,28
<b>LB-2: 11-14</b>	1,17-1,27	1,07-1,17	0,95-1,05
<b>LB-3: 8-11</b>	0,81-0,91	0,74-0,84	0,58-0,68
<b>LB-4: 5-8</b>	0,68-0,78	0,61-0,71	0,56-0,66

TRAMOS DE CARRETERA DE ALTA SINIESTRALIDAD			
TIPO DE TRAMO	DOTACIÓN (Kg/m <sup>2</sup> )	COSTE €/m <sup>2</sup>	
		2.000 m <sup>2</sup> – 4.500 m <sup>2</sup>	4.500 m <sup>2</sup> – 8.000 m <sup>2</sup>
<b>CURVAS.....</b>	LB-1(****): 14 – 18	2,6 – 3,4	2,3 – 3,0

(\*\*\*\*) Dependiendo de la señalización.

## 8.-ZONAS DE ALTA SINIESTRALIDAD

Habitualmente la detección de puntos con alta siniestralidad se realiza con la contabilidad de los resúmenes de accidentes enviados por las autoridades de tráfico a los servicios de carreteras correspondientes. Estos partes reflejan con bastante exactitud las zonas en las que se producen o acumulan accidentes de cierto tipo. La propia dinámica del proceso permite realizar así un seguimiento de la accidentalidad.

Con el fin de minimizar la siniestralidad de ciertos tramos de carretera se requiere realizar actuaciones. Las actuaciones que se proponen suelen ser:

- a) Balizamiento
- b) Señalización
- c) Instalación o mejora de sistemas de contención de vehículos



ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

#### d) Tratamientos superficiales

A continuación, se va a presentar los resultados obtenidos en un estudio realizado a 52 tramos de carretera que presentaban un alto porcentaje de accidentes debido a salidas de calzada. En estos tramos las actuaciones tomadas fueron la realización de tratamientos superficiales con lechadas bituminosas, con el fin de mejorar el coeficiente de rugosidad que a su vez produce un efecto de ruido que parece disminuir la velocidad media y, por consiguiente disminuir el número de accidentes.

Seguidamente se resumen las conclusiones de este estudio:

\*En el 8% de los tramos (4 tramos) el descenso de la siniestralidad no existe o es bajo y se produce a partir del segundo año de actuación.

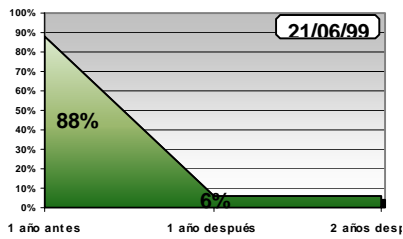
\* En el 92% restante (48 tramos) el descenso de la siniestralidad es muy considerable, llegando en la mayoría de los casos a ser del 80-100%.

- En el 6% de los tramos baja la siniestralidad menos de la mitad.
- En el 44% de los tramos baja la siniestralidad entre el 50% y 80%.
- En el 50% de los tramos baja la siniestralidad entre el 90% y 100%

En los siguientes gráficos se pueden observar los descensos anteriormente mencionados.



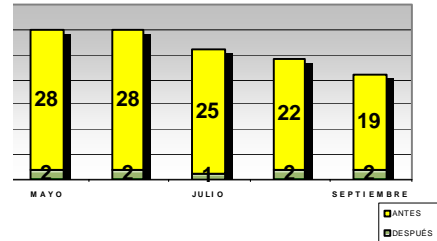
**CTRA. N-I. KM 449-449.3  
SENTIDO CRECIENTE ANDOAIN – IRUN**



**IMD: 64.732  
%PE 20.21  
RADIO 220  
PENDIENTE 2%**

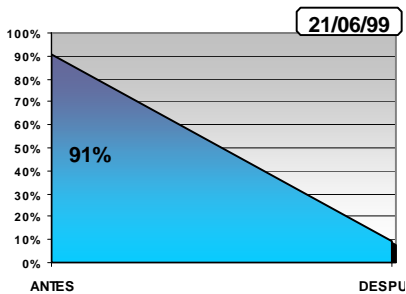
**6%**

LUCIÓN ÚLTIMOS 12 MESES



SI TOMARAMOS COMO REFERENCIA LA MAYORÍA DE LOS MESES INDISTINTAMENTE, VERIAMOS COMO EL PORCENTAJE DE SINIESTRALIDAD

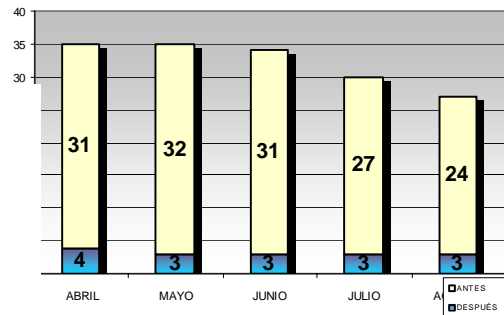
**CTRA. N-I. KM 449.5 AL 449.8. SENTIDO ANDOAIN-SENTIDO  
IRÚN (CRECIENTE)**



**IMD: 64.732  
%PE 20.21  
RADIO 180  
RAMPA 0.6%**

**9%**

EVOLUCIÓN ÚLTIMOS 12 MESES



**9.-MAQUINARIA**

Las lechadas bituminosas se fabrican con mezcladores móviles autopropulsados que simultáneamente realizan la extensión a través de una rastra.

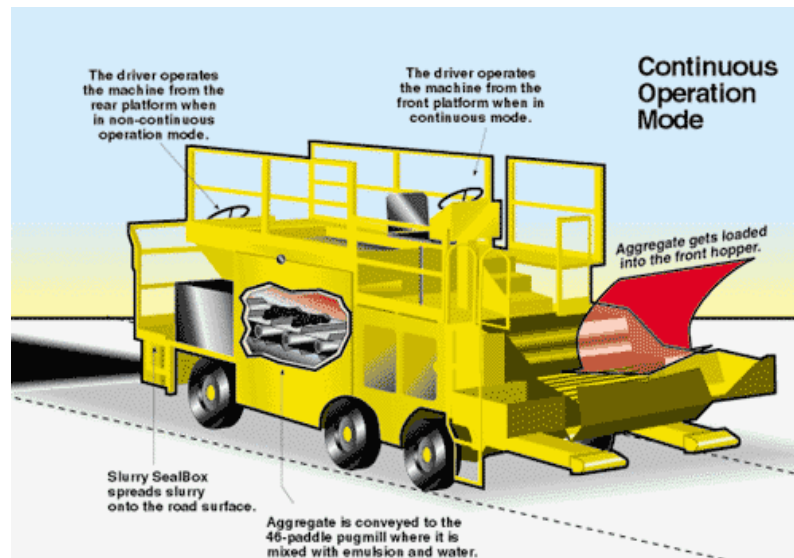
El total de máquinas y utensilios que se deben poseer para la realización de la obra son:

- Mezcladora-Extendedora (fotos 8 y 9)
- Pala cargadora
- Deposito de emulsión bituminosa
- Cuba para el agua
- Electrobomba anticorrosión para el aditivo
- Pequeño material: cepillos, espátulas, palas, rastras de goma, sopletes, etc.

**FOTO 8: MÁQUINA DE APLICACIÓN DE LECHADAS BITUMINOSAS.**



**FOTO 9: MÁQUINA DE APLICACIÓN DE LECHADAS BITUMINOSAS CONTINUA**





ASOCIACIÓN TÉCNICA DE EMULSIONES BITUMINOSAS

## **10.-CONCLUSIONES**

- 1) Las lechadas bituminosas confieren una característica de SEGURIDAD VIAL apreciable y superior a cualquier otro tipo de pavimentación.
- 2) Es una técnica que puede aportar a la carretera una amplia gama de soluciones; económicas, rápidas en su aplicación, ecológicas y ambientales.
- 3) Muy útil en programas de conservación integral, dada su versatilidad.
- 4) Buena solución en situaciones de bajo presupuesto, por su bajo coste.

## **11.-BIBLIOGRAFÍA**

- Kraemer C., Morcilla I., Del Val M.A. "Carreteras II" Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Servicio de Publicaciones- Colección Escuelas. Madrid 1999.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) del Ministerio de Fomento, O.C. 5/2001 y O.C. 10bis/2002.
- Secciones de Firmes, del Ministerio de Fomento, Norma 6.1-IC. O.C. 10/2002.

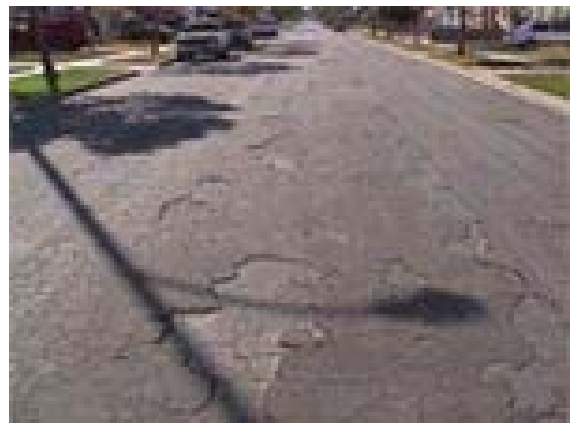
## **ANEXO**

**12.-FOTOGRAFÍAS**

**FOTO 1: TEXTURA DE UNA LECHADA GRUESA**



**FOTOS 2 Y 3: FIRMES AGRIETADOS**



**FOTOS 4 A 7: FIRMES AGRIETADOS**

