



#GaliciaATEB



RIEGOS DE ADHERENCIA mediante empleo de EMULSIONES TERMOADHERENTES

FRANCISCO LUCAS
@curro_lucas

Santiago de Compostela 21 de Febrero de 2017

**JORNADA SOBRE
TECNOLOGÍA DE LA EMULSIÓN BITUMINOSA**

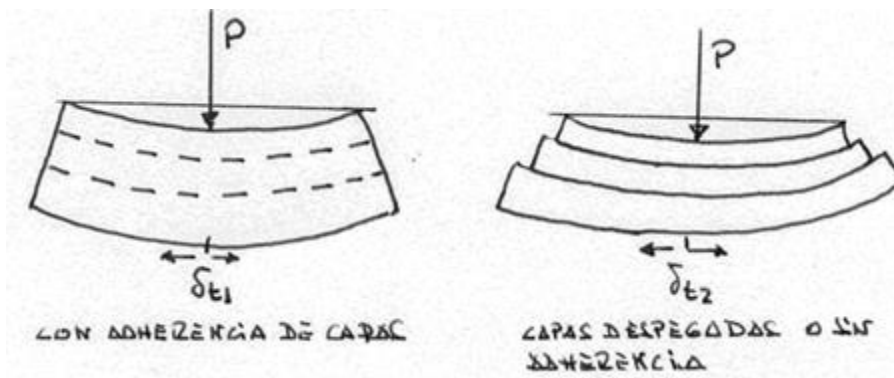
Importancia de los Riegos de Adherencia



- ❑ Unidad de obra que debe garantizar una perfecta unión entre capas, para que éstas trabajen solidariamente (base del cálculo estructural de firmes)
- ❑ Necesidad de sensibilizar sobre la transcendente importancia de la misma, a pesar de su bajo coste, en el buen comportamiento del firme:
 - ❑ Estructural
 - ❑ Arrollamientos en capas de menor espesor



Importancia de los Riegos de Adherencia



$$P' = P^4$$

Teóricamente y en determinadas circunstancias, si el período de vida teórico de una capa fuera de 10 años (si estuviera pegada perfectamente al soporte), duraría sólo 1,77 años si la misma estuviera despegada

1 km de 1+1 de MBC a 5 cm a 40 €/T= 33.000 €

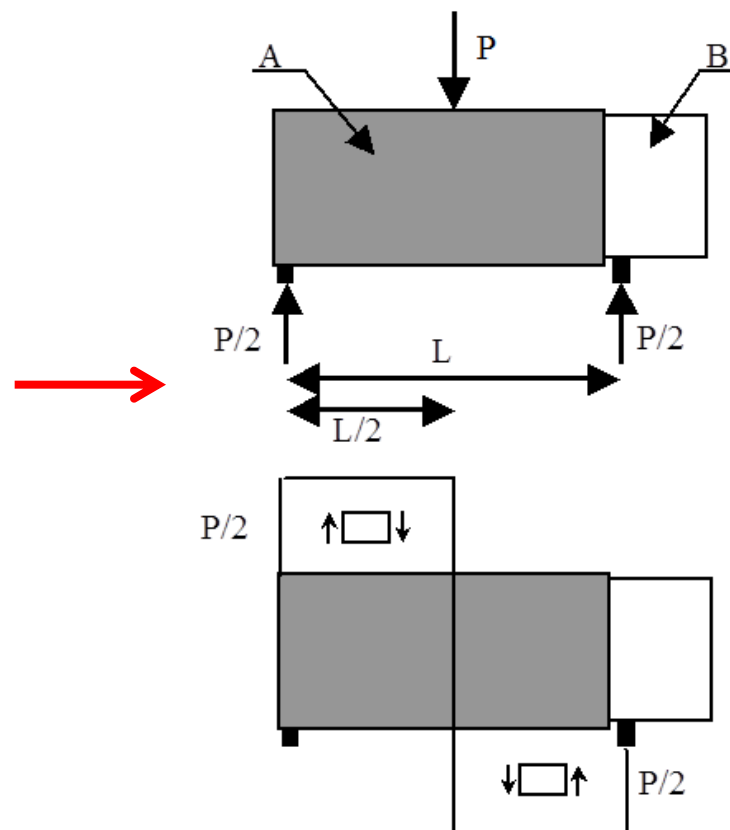
1 km de 1+1 de R.A. con C60B3 a 0,35 €/m²= 2.500 €

**MENOS
DEL 10%!**

* Gráficas Fuente Jacinto L. García Santiago

Eficiencia de los R.A.: Medida

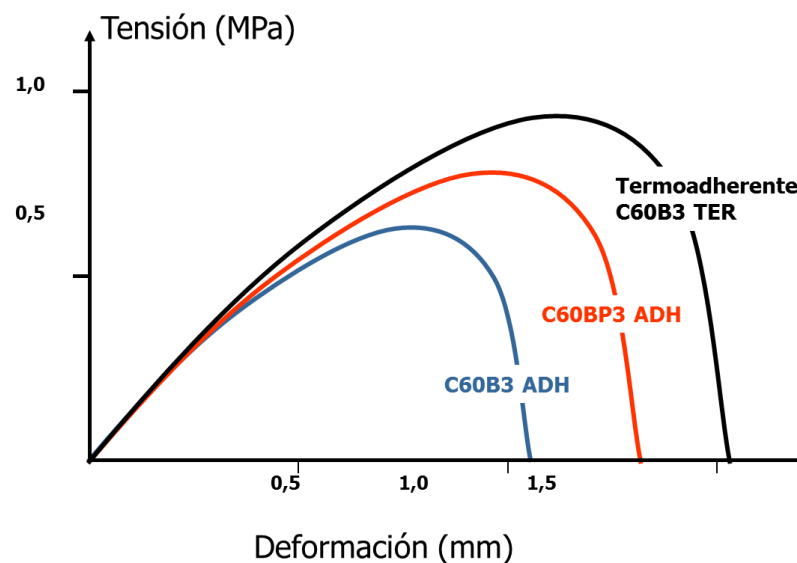
- ❑ Ensayo de adherencia por tracción directa: Pasa/No pasa
- ❑ **Ensayo de adherencia por medio del ensayo de corte (NLT-382): Resistencia a tensiones tangenciales**
- ❑ Ensayo de adhesividad por pista de Laboratorio: Pasa/No pasa
- ❑ Ensayo de Tack: Fuerza para separar de una muestra de vidrio



Eficiencia de los R.A.: Medida Ensayo de Corte NLT-382

531.6 ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

La adherencia entre dos capas de mezcla bituminosa, o entre una de mezcla bituminosa y una de material tratado con conglomerante hidráulico, evaluada en testigos cilíndricos mediante ensayo de corte (norma NLT-382), será superior o igual a seis décimas de megapascal ($\geq 0,6$ MPa), cuando una de las capas sea de rodadura, o a cuatro décimas de megapascal ($\geq 0,4$ MPa) en los demás casos.



Eficiencia de los R.A.: Factores

- ☐ En el proyecto
 - ☐ Tipo de ligante y dotación
- ☐ Durante la ejecución
 - ☐ Equipamiento
 - ☐ Limpieza previa del soporte
 - ☐ Dotación efectiva
 - ☐ Estado de limpieza post RA hasta extendido
- ☐ En servicio: Acción del agua infiltrada
 - ☐ Segregaciones
 - ☐ Fisuras



Eficiencia de los R.A.

PROYECTO: Ligante y dotación

TABLA 531.1 – TIPO DE EMULSIÓN BITUMINOSA (*) A UTILIZAR

EMULSIONES BITUMINOSAS CONVENCIONALES	C60B3 ADH C60B3 TER
EMULSIONES BITUMINOSAS MODIFICADAS	C60BP3 ADH C60BP3 TER

(*) En caso de que el riego se ejecute en tiempo frío, en lugar de emulsiones con índice de rotura clase 3 (70-155), se recomienda emplear la clase 2 < 110, de acuerdo con el artículo 214 de este Pliego.

- ☐ En rodaduras delgadas discontinuas o drenantes (≤ 4 cm) y T00, T0 y T1, solamente emulsiones modificadas
- ☐ En rodaduras delgadas discontinuas o drenantes (≤ 4 cm) y T2 con IMD > 5000v/d/c que sean autovías, solamente emulsiones modificadas
- ☐ Dotaciones **mínimas** de betún residual
>200 gr/m²
250 gr/m² rodaduras delgadas o refuerzos

Dotación recomendable*	
Tipo superficie	gr/m ²
MB nueva	200-300
MB envejecida	300-450
MB fresada	450-600
Pav Hormigón	300-450
Pv.Hormigón fresado	300-450

Eficiencia de los R.A. EJECUCIÓN: Equipamiento

☐ Manual (lanza) solo admisible en:

- ☐ sitios inaccesibles
- ☐ pequeños bacheos
- ☐ En Juntas transversales, tras su preparación

☐ Siempre riego con control mecanizado

☐ Control dotación, ligado a avance, automatizado.



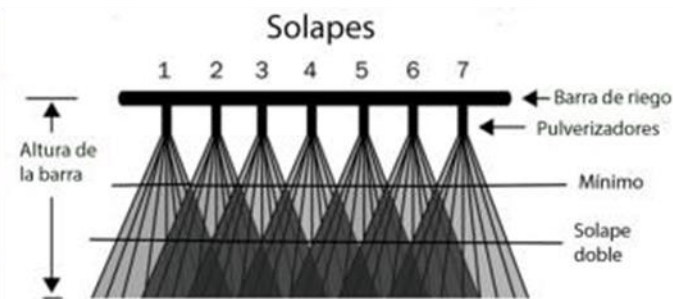
Eficiencia de los R.A. EJECUCIÓN: Equipamiento y Dotación aplicada

☐ Correcta

- Caudal (presión, Tª, tipo y estado de boquilla)
- Velocidad

☐ Uniforme

- Orientación difusores
- Difusores
 - Girados
 - Con solape
- Altura correcta de rampa
- Control equipo
 - Limpieza, presión
 - Temperatura



Eficiencia de los R.A. EJECUCIÓN: Dotación adecuada

☐ Problema al pisar encima

☐ Cuando $T^a \approx T_{AyB}$

- Enfriamiento insuficiente
- Insolación

☐ Dotación efectiva muy reducida e irregular

☐ Soluciones

☐ Dejar enfriar (“curado”)

☐ Extendedoras con riego incorporado



☐ Termoadherentes

A partir de cierta temperatura el ligante debe ser pegajoso (TACK)



Eficiencia de los R.A. EMULSIONES TERMOADHERENTES



- ☐ Emulsiones con betún residual duro <50 dmm
- ☐ Viscosidad alta
- ☐ Se “activan” cuando la mezcla de la capa posterior está claramente a una T^a superior a la T^a AyB del betún residual
- ☐ Recomendable su empleo SIEMPRE (excepto cuando sobre ellas se extiendan mezclas templadas o frías)

Eficiencia de los R.A. EMULSIONES TERMOADHERENTES CONVENCIONALES Anexo Nacional UNE-EN 13808:2013 1M/2014

AN.5 Clases de emulsiones bituminosas catiónicas para riegos termoadherentes

Para estas aplicaciones se han seleccionado las emulsiones:

1. C60B3 TER y C60B2 TER con las clases que se indican en las siguientes tablas (véase también el anexo AN.12.1).

Tabla AN.11 – Clases prestacionales seleccionadas para las emulsiones originales C60B3 TER y C60B2 TER

Requisitos	Clases ^a	
	C60B3 TER	C60B2 TER
Índice de ruptura (filler de Foshammer), EN 13075-1	70 – 155 (clase 3)	< 110 (clase 2)
Tiempo de fluencia 2 mm a 40 °C, EN 12846-1	15 – 70 (clase 3) ^b	15 – 70 (clase 3) ^b
Adhesividad con árido de referencia, EN 13614	≥ 90 (clase 3)	≥ 90 (clase 3)
Contenido de ligante (por contenido en agua), EN 1428 o o ligante residual después de la destilación ^c , EN 1431	58 – 62 (clase 6) ≥ 58 (clase 6)	58 – 62 (clase 6) ≥ 58 (clase 6)
Residuo de tamizado (tamiz 0,5 mm), EN 1429	≤ 0,1 (clase 2)	≤ 0,1 (clase 2)
Tendencia a la sedimentación (almacenamiento durante 7 días), EN 12847	≤ 10 (clase 3)	≤ 10 (clase 3)

^a Se elige el empleo de una de estas emulsiones en función de la época del año en que se ejecute la obra. Con tiempo frío se recomienda la C60B2 TER que consigue que la apertura al tráfico sea más rápida.

^b Se pueden emplear emulsiones de clase 4 para el Tiempo de fluencia (40 – 130 s), en cuyo caso se procederá a su riego a mayor temperatura.

^c El contenido de ligante de la emulsión determinado por el método de destilación descrito en la Norma EN 1431 debe definirse como (porcentaje en masa de ligante residual + contenido en masa del fluidificante destilado).

Tabla AN.12 – Clases prestacionales seleccionadas para los ligantes residuales de la C60B3 TER y C60B2 TER

Requisitos	Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante residual por destilación), EN 1431	Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante recuperado), EN 13074-1	Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante estabilizado), EN 13074-1 seguido por EN 13074-2
Penetración a 25 °C, EN 1426	< 50 (clase 2)	< 50 (clase 2) ^a	≤ 50 (clase 2)
Punto de reblandecimiento, EN 1427	≥ 50 (clase 4)	≥ 50 (clase 4)	≥ 50 (clase 4)

^a Con temperatura ambiente alta se aconseja que los ligantes residuales de estas emulsiones tengan penetración inferior a 30 0,1 mm a 25 °C y punto de reblandecimiento > 55 °C.

Eficiencia de los R.A. EMULSIONES TERMOADHERENTES MODIFICADAS Anexo Nacional UNE-EN 13808:2013 1M/2014

2. Emulsiones catiónicas modificadas C60BP3 TER y C60BP2 TER con las clases que se indican en las siguientes tablas.

Tabla AN.13 – Clases prestacionales seleccionadas para las emulsiones originales C60BP3 TER y C60BP2 TER

Requisitos	Clases ^a	
	C60BP3 TER	C60BP2 TER
Índice de ruptura (filler de Foshammer), EN 13075-1	70 – 155 (clase 3)	< 110 (clase 2)
Tiempo de fluencia 2 mm a 40 °C, EN 12846-1	15 – 70 (clase 3) ^b	15 – 70 (clase 3) ^b
Adhesividad con árido de referencia, EN 13614	≥ 90 (clase 3)	≥ 90 (clase 3)
Contenido de ligante (por contenido en agua), EN 1428 o o ligante residual después de la destilación ^c , EN 1431	58 – 62 (clase 6) ≥ 58 (clase 6)	58 – 62 (clase 6) ≥ 58 (clase 6)
Residuo de tamizado (tamiz 0,5 mm), EN 1429	≤ 0,1 (clase 2)	≤ 0,1 (clase 2)
Tendencia a la sedimentación (almacenamiento durante 7 días), EN 12847	≤ 10 (clase 3)	≤ 10 (clase 3)

^a Se elige el empleo de una de estas emulsiones en función de la época del año en que se ejecute la obra. Con tiempo frío se recomienda la C60BP2 TER que consigue que la apertura al tráfico sea más rápida.

^b Se pueden emplear emulsiones de clase 4 para el Tiempo de fluencia (40 – 130 s), en cuyo caso se procederá a su riego a mayor temperatura.

^c El contenido de ligante de la emulsión determinado por el método de destilación descrito en la Norma EN 1431 debe definirse como (porcentaje en masa de ligante residual + contenido en masa del fluidificante destilado).

Tabla AN.14 – Clases prestacionales seleccionadas para los ligantes residuales de la C60BP3 TER y C60BP2 TER

Requisitos	Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante residual por destilación), EN 1431	Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante recuperado), EN 13074-1	Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante estabilizado), EN 13074-1 seguido por EN 13074-2
Penetración a 25 °C, EN 1426	≤ 50 (clase 2) ^a	≤ 50 (clase 2) ^a	≤ 50 (clase 2) ^a
Punto de reblandecimiento, EN 1427	≥ 55 (clase 3)	≥ 55 (clase 3)	≥ 55 (clase 3)
Energía de Cohesión por el ensayo de péndulo, EN 13588	≥ 0,5 (clase 6)	≥ 0,5 (clase 6)	≥ 0,5 (clase 6)
Recuperación elástica a 25 °C, EN 13398	DV (clase 1)	DV (clase 1)	DV (clase 1)

^a Con temperatura ambiente alta se aconseja que los ligantes residuales de estas emulsiones tengan penetración inferior a 30 0,1 mm a 25 °C.

Eficiencia de los R.A. **EJECUCIÓN: Limpieza Soporte Recién Fresado**

- ☐ Dificultad: detritus y polvo en surcos
- ☐ Un simple barrido suele ser insuficiente
- ☐ Necesario:
 - ☐ Barrido potente con aspiración
 - ☐ o soplado
 - ☐ o, incluso, lavado



Eficiencia de los R.A.

EJECUCIÓN: Limpieza Soporte Recién Fresado

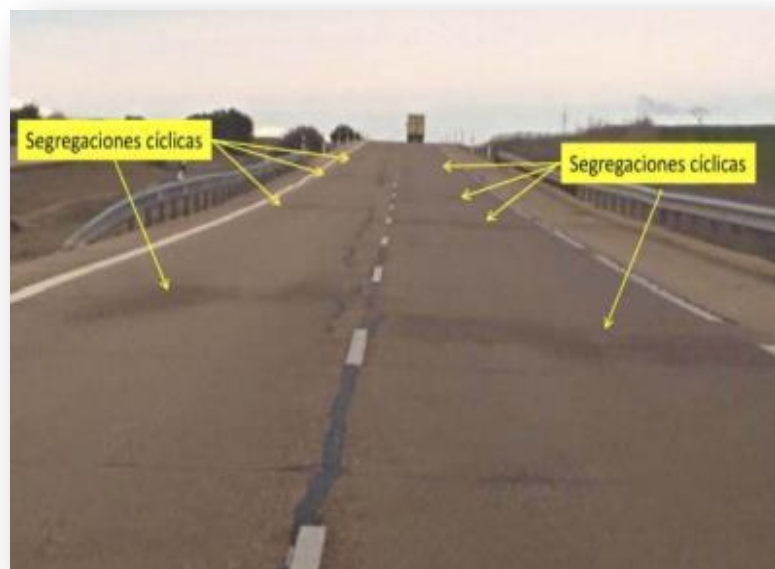
- ☐ Mástic polvo/ligante
- ☐ “Pegotes” desprendidos
peligrosos: Eliminación manual
- ☐ Dotación reducida en rodadas
- ☐ Con emulsiones termoadherentes
estas consecuencias



Eficiencia de los R.A. EJECUCIÓN: Limpieza tras Riego



Eficiencia de los R.A. EN SERVICIO: Acción del agua infiltrada



Fallos cíclicos
de adherencia

CONCLUSIONES

- ☐ Los Riegos de Adherencia son una unidad fundamental en la durabilidad de los firmes de carreteras: Funcional y Estructuralmente
- ☐ Hay diferentes métodos para evaluar la adherencia entre capas. EL Ensayo de Corte está normalizado y especifica el tratamiento.
- ☐ La eficiencia de un Riego de Adherencia, dependerá de factores vinculados al proyecto, ejecución y puesta en servicio del tratamiento
- ☐ Las emulsiones termoadherentes, garantizan el pegado entre capas, a pesar del paso de las ruedas de los camiones de mezcla bituminosa
- ☐ Debería considerarse SIEMPRE el empleo de Emulsiones Termoadherentes (a excepción de la casuística mencionada)



#JornadaATEB

**Muchas
gracias por su
atención**

FRANCISCO LUCAS
@curro_lucas