



# COMUNICACIÓN LIBRE

## SISTEMA DE ESPUMA DE BETUN BENNINGHOVEN

**Rafael Cegarra Beltri**

División Plantas Asfálticas

EMSA

## SISTEMA PARA ESPUMADO DE BETUN “IN SITU”

### PARA PLANTA ASFALTICAS “BENNINGHOVEN ”

#### RESUMEN

La difícil situación que atraviesa nuestra económica, hace cada vez más necesario que intentemos reducir los costos de fabricación de nuestras mezclas bituminosas sin reducir la calidad de las mismas. Si además de esto conseguimos que podamos emplear reciclados, betunes modificados comercializados normalmente, reducimos la emisión de CO<sup>2</sup> y consumimos menos combustible en la fabricación, todos coincidiremos que esta sería una buena técnica a desarrollar en nuestras carreteras.

En los últimos años se han empleado diferentes tipos de técnicas para espumar betunes, unas empleando aditivos, otras empleando agua.

El espumado de betún inyectando agua a presión es una técnica que ya se ha venido usando durante muchos años en países de Europa.

En Alemania se hicieron muchos tramos experimentales con esta técnica entre 1.998 y 2001. Tras comprobar las secciones de estos tramos se comprobó que daban un resultado tan bueno o mejor que las mezclas en caliente.

En Noruega se hicieron las primeras pruebas en 1.999, con los mismos resultados.

Existen ya países con normativas a este respecto, como Alemania, Suecia, así como multitud de publicaciones sobre el uso de esta técnica, incluida una de la Eapa “The use of Warm Mix Asphalt”.

La explicación de las ventajas de usar estos sistemas y el último diseño para usar en cualquier planta desarrollado por BENNINGHOVEN son la base de esta ponencia.

Este sistema tiene como ventajas principales:

- **Cualidad**
  - ✓ No cambia los componentes de la mezcla. El betún es el mismo.
  - ✓ No se utilizan aditivos en el betún, que pueden afectar al comportamiento del mismo.
- **Reducción de emisiones**
  - ✓ Reducción de CO<sub>2</sub>
  - ✓ Mejoras en las condiciones laborales.
- **Mantenimiento de los recursos**
  - ✓ Reducción del consumo de fuel
- **Simplicidad**
  - ✓ Solo se añade agua
  - ✓ Simple integración en la planta asfáltica y a un bajo coste.

Esta nueva solución a las mezclas a menor temperatura ha simplificado su uso y pone al alcance de cualquier empresa del sector la posibilidad de realizar las mezclas emitiendo menos gases y a menor costo que al fin y al cabo es lo que interesa y más en la situación actual que estamos atravesando.

## SISTEMA DE ESPUMA DE BETÓN BENNINGHOVEN

La espuma de betún o asfalto espumado es un estado del betún que se realiza usando diferentes métodos, y que consigue un incremento en su superficie de contacto y reduce su viscosidad.

Este tipo de sistema consigue una viscosidad muy baja del betún a temperaturas menores, por lo que no es necesario calentar a tanta temperatura los áridos para alcanzar unos grados de viscosidad óptimos para realizar la mezcla.

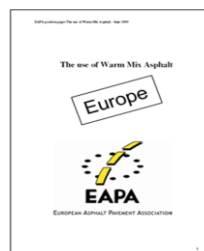
### ANTECEDENTES

El espumado de betún es una técnica que ya se ha venido usando durante muchos años en países de Europa.

En Alemania se hicieron varios tramos experimentales con esta técnica entre 1.998 y 2001. Tras comprobar las secciones de estos tramos se verificó en laboratorio que daban un resultado tan bueno o mejor que las mezclas en caliente.

En Noruega se hicieron las primeras pruebas en 1.999, con los mismos resultados.

Existen ya países con normativas a este respecto, como Alemania, Suecia, así como multitud de publicaciones sobre el uso de esta técnica, incluida una de la Eapa "The use of Warm Mix Asphalt".



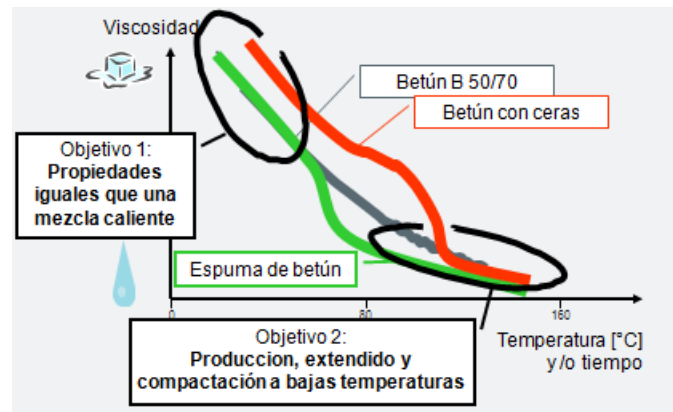
Existen diferentes técnicas en el espumado del betún que se están empleando en diferentes países y que podemos clasificar de la siguiente manera:

1) Basadas en aditivos	2) Basadas en agua	3) Varios / nuevos
<p><b>a. Organicos y ceras</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Sasobit</li><li>- Asphaltan B</li><li>- Licomont BS 100</li><li>- 3E LT / Ecoflex</li></ul> <p><b>b. Inorganicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Aspha-min</li><li>- Advera</li></ul>	<p><b>a. Arena Humedas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- LEA</li><li>- EBE</li></ul> <p><b>b. Espumado</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Ammann Foam</li><li>- WAM-Foam</li><li>- LT-Asphalt</li><li>- LEAB</li><li>- Double-Barrel Gr'n</li><li>- ECOMAC</li><li>- Deutag</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Végécol(Colas)</li><li>- Evotherm</li><li>- KGO III</li><li>- Mathy Constr.</li><li>- etc.</li><li>- etc.</li></ul>

## SISTEMA BENNINGHOVEN

El método de espumado desarrollado por BENNINGHOVEN está basado en la técnica de adición de agua en el betún.

Frente otras técnicas de espumado de betún, este diseño de BENNINGHOVEN tiene como ventaja principal no añadir ningún elemento ajeno a la fórmula original del Betún empleado, pudiendo usarse con cualquier tipo de betún de los que se usan normalmente, incluyendo los modificados y sin un costo adicional importante como el que supone usar aditivos.



Esto significa que no modificamos ninguna de las propiedades naturales de los betunes que usamos normalmente, consiguiendo además una envuelta mucho mejor en los áridos.

El agua se convierte en vapor, aumenta el volumen del betún y reduce su viscosidad durante un corto período hasta que el material se haya enfriado. La espuma colapsa y el betún se comporta como una carpeta normal.

El dispositivo de fabricación BENNINGHOVEN se puede instalar en cualquier planta asfáltica, y permite cuantificar exactamente el porcentaje de agua. Esto es más complicado en otros métodos usados.

## CALIDAD DE LA ESPUMA DE BETUN

Frente otras técnicas de espumado de betún, este diseño de BENNINGHOVEN tiene como ventaja principal no añadir ningún elemento ajeno a la fórmula original del Betún empleado.

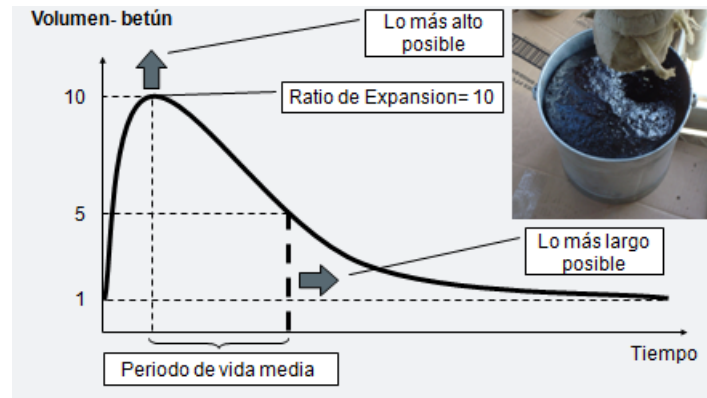
La cantidad de agua inyectada es perfectamente cuantificada, y limita mucho las posibles variaciones que pueden producirse en otros métodos empleados.

La calidad del producto final, es decir, el betún espumado, es determinada principalmente, por los factores “expansión” y “vida media”.

Como “**expansión**” se define la relación entre el volumen máximo alcanzado del betún espumado y el volumen del betún sin espumar. Normalmente, la expansión del betún espumado produce una multiplicación entre 15 y 20 veces el volumen original del betún.

Por **vida media** se entiende el tiempo transcurrido que tarda la espuma en sedimentarse hasta la mitad del volumen máximo obtenido, una vez terminado el espumado. Después de un tiempo, la espuma del betún se sedimenta. La vida media se indica en segundos y, por lo general, dura entre 5 y 10 segundos.

Básicamente se puede decir: cuanto mayor sea la expansión y cuanto mayor sea la vida media, tanto mejor será la calidad del betún espumado.



Las características del betún espumado están influenciadas por numerosos factores, siendo los más importantes los siguientes:

- La temperatura del betún. La mayoría de los betunes se comportan mejor con el aumento de la temperatura.
- La cantidad de agua aportada. La relación de expansión suele crecer con el aumento de agua, mientras que la vida media disminuye.
- La presión. A mayor presión mayor relación de expansión y mayor vida media.
- Presencia de agentes antiespumantes. La presencia de determinados compuesto en el betún, puede producir el no espumado de la mezcla, como por ejemplo el aceite diatérmico, siendo un buen indicador de posibles fugas en los parques de ligantes.

## REDUCCION DE EMISIONES/ REDUCCION DE COSTES/ VENTAJAS

El esfuerzo de las administraciones y de las empresas en este sentido hace que tengamos en este punto uno de los retos más importantes en nuestras plantas asfálticas.

Aquí tenemos que diferenciar las emisiones producidas como consecuencia del calentamiento de los áridos, y por otro lado las que se producen al entrar en contacto el betún con los áridos una vez calentados.

La reducción de emisiones por la bajada de la temperatura del calentamiento de los áridos es algo ya por todos conocidos.

La disminución de costos de fabricación espumando el betún “in situ”, se produce simplemente por la disminución de Kg. de combustible en el calentamiento de los áridos.

Como datos tenemos que para subir la temperatura de los áridos, tenemos los siguientes consumos aproximados de combustible en el calentamiento de áridos con las siguientes porcentajes de humedad de los mismos.

Humedad %		2	3	4
Temperatura 115 °C	Consumo l/tn, aprox	5.1	6.1	7.4
Temperatura 130°C	Consumo l/tn, aprox	5.6	6.6	7.7
<b>Temperatura 180°C</b>	<b>Consumo l/tn, aprox</b>	<b>7.6</b>	<b>8.6</b>	<b>8.9</b>

Estas cifras están referidas para temperaturas externas de 20°C y son orientativas ya que dependen de múltiples factores, el estado de la planta, el tipo de áridos, combustible etc... pero para darnos una idea podemos estimar que en una bajada de 65 ° C la reducción será de entre 2 – 2,5 l/ton.

Si tomamos como medida los 2,25 l/ton. Y teniendo en cuenta el precio del fuel que puede variar entre 0,45 a 0,60 €/l. estaremos ahorrando entre 1 €/tn y 1,35 €/ton.

En cuanto a las emisiones producidas en el momento de producirse la mezcla asfáltica, se ha comprobado que una reducción de 10 °C de temperatura produce un disminución del 50 % de las emisiones procedentes del contacto entre el betún y el árido. Por lo tanto en si comparamos las emisiones de una mezcla asfáltica fabricada a 165 °C, frente a otra a 115% la reducción de gases sería de un 98 % menos.



*Camiones cargados con una mezcla a 180 °C y a la izquierda a 115 °C*

La disminución de temperatura y las emisiones permite que las tareas de extendido sean mucho más confortables para los trabajadores que las realizan, así como para los usuarios de las vías que se ven afectados por ellas, sobre todo en el centro de poblaciones urbanas.





*Diferentes condiciones de trabajo entre una mezcla tradicional y una con espuma de betún.*

En lo que se refiere a la comodidad en las técnicas de extendido y compactación, dependiendo del tipo de mezclas, estas se comportan de una manera muy similar a una mezcla en caliente, ya que parte de los vapores quedan en el betún facilitando la compactación de la misma. Lo que si se mejora notablemente, es que el rodillo de neumáticos puede aproximarse hasta la regla de extendido muy rápidamente sin esperar a la disminución de temperatura como en una mezcla convencional.

Obras en centros urbanos o donde una rápida apertura al tráfico, encuentran en este tipo de técnicas una buena solución.

Otra ventaja a tener en cuenta es la menor rapidez de disminución de la temperatura entre una mezcla en caliente y una semicaliente, permite realizar trabajos a mayor distancia de la planta, aumentando el radio de acción de la misma. Tenemos que aprovechar este tipo de mezclas que nos permitirán alargar la temporada de trabajo, en condiciones donde las mezclas en caliente no lo pueden hacer.

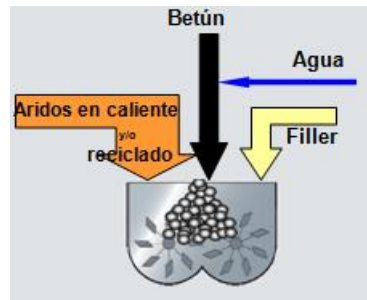
Son varias las razones técnicas que aconsejan el uso de estas mezclas:

- La producción a menor temperatura, produce un menor endurecimiento en el betún y por lo tanto mejora la trabajabilidad de la mezcla, se puede lograr una mayor densidad de compactación. Esta mayor densidad reduce el endurecimiento en el servicio a largo plazo del betún y también previene la entrada de agua.
- Las temperaturas más bajas de producción también pueden disminuir el envejecimiento del asfalto durante la etapa de producción, que además puede mejorar la resistencia a la rotura por diferencias térmica y fatiga.
- La menor rapidez de disminución de temperatura entre una mezcla en caliente y una semicaliente a lo largo del tiempo, permite realizar trabajos a mayor distancia de la planta, aumentando el radio de acción de la misma, así como alargar la temporada de trabajo, en condiciones donde las mezclas en caliente no lo pueden hacer.
- Permite el uso de los materiales provenientes del fresado, sin necesidad de subir tanto las temperaturas de los áridos.

## PROCEDIMIENTO DE FABRICACION

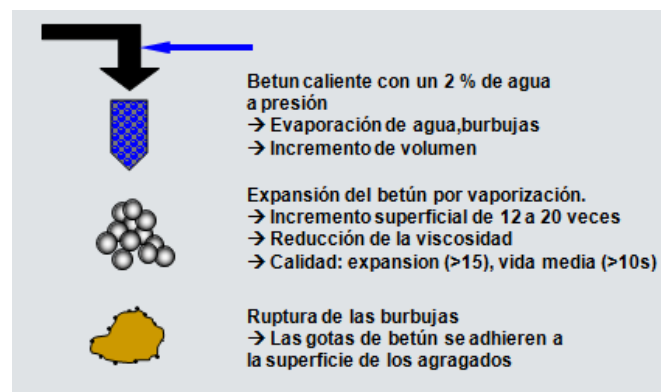
La espuma de betún o asfalto espumado, se logra mediante un proceso en el cual se inyecta una pequeña cantidad de agua fría (1% al 3% del betún en peso) directamente al betún. En el momento en el que se añade agua al betún caliente, el agua se evapora de golpe, produciendo una expansión del betún en el vapor de agua saturado, debido a la cual el volumen se multiplica por 15 a 20.

La intensidad y la eficiencia del espumado se deben controlar óptimamente, mediante la realización regulada, teniendo en cuenta las condiciones físicas y ambientales, tales como presión y temperatura.



En el momento en que las gotas de agua fría toman contacto con el betún caliente, se produce un intercambio de energía entre el betún y el agua, la cual eleva su temperatura hasta los 100°C generándose vapor. Este vapor es forzado a introducirse en el betún gracias a la presión generada en la cámara de expansión y a la introducción de un mezclador estático. De esta manera se formarán burbujas de betún que serán contenidas por la tensión superficial de éste hasta alcanzar un estado de equilibrio presión-tensión.

El betún, junto con el vapor de agua encapsulado, es liberado desde la cámara al mezclador mediante una rampa especial con difusores específicos.



## DISPOSITIVO Y UBICACIÓN EN LA PLANTA ASFALTICA

El dispositivo de espumado de betún consiste en una serie de tuberías que aportarán: por una lado el betún y por otro agua a presión.

El betún se puede aportar o bien por un método volumétrico o tomándolo desde la báscula de pesada instalada en la propia planta.





El procedimiento de mezcla entre los dos líquidos a una presión adecuada es la clave de un buen funcionamiento de este sistema, así como el control preciso de la aportación de los mismos.

La colocación del dispositivo de espumado de betún se realiza en el plano del mezclador y una tubería específica con toberas especiales para este tipo de betún, se coloca en el mezclador independientemente de la tubería de descarga que ya exista en la planta. De esta manera podremos elegir si realizamos las mezclas en caliente o semicalientes según nos interese.

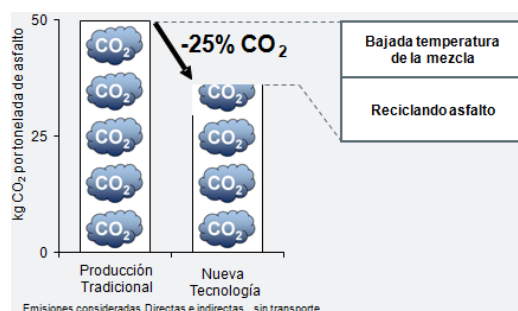
### DISMINUCION DE TEMPERATURA EN LOS ARIDOS

La disminución de temperatura en los áridos se puede hacer mediante dos procedimientos

- Con la regulación del quemador y del tambor secador (es necesaria alguna modificación)
- Con la aportación de material reciclado proveniente del fresado

Para plantas con el sistema de reciclado ya instalado, esta última alternativa es la más interesante ya que permite trabajar con los áridos a temperaturas normales sin necesidad de un calentamiento a tanta temperatura de los áridos, con el consiguiente gasto de combustible.

La disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub> es importante combinando ambas técnicas llegando a unas cifras relativas al 25 % menos que una producción tradicional.



## CONCLUSIONES

- El empleo de espumas de betún es un método usado en otros países europeos desde hace varios años
- Las ventajas de usar espumas de betún es poder realizar mezclas a menor temperatura con el consiguiente ahorro de combustible y la disminución de emisiones, tanto en el proceso de calentamiento de los áridos como en la mezcla.
- Las mejoras laborales en el extendido, la rápida apertura al tráfico, el aumento del radio de acción de la planta, son factores a tener muy en cuenta
- Los sistemas de espumados de betún basados en la adicción de agua son simples, económicos, y con muy buenos resultados.
- La fácil colocación de este sistema en cualquier planta asfáltica a un coste razonable, permite reducir nuestros costos de producción.
- La posibilidad de utilizar materiales reciclados con estos betunes permite reducciones de emisiones de un 25 % menos de CO<sub>2</sub>.

Rafael Cegarra Beltri

EMSA División Plantas Asfálticas