

FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS

Jesús Felipe Sanjuán
Director Técnico. PAVASAL E.C.

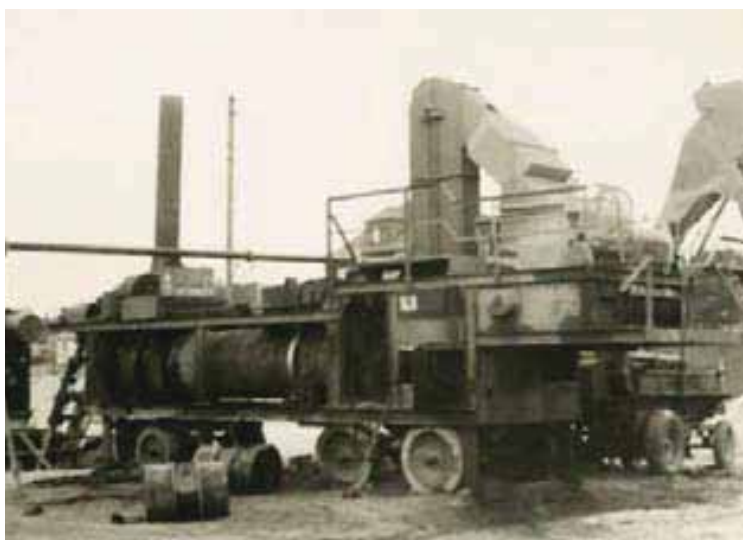
Introducción

Cuando se plantea la necesidad de hablar sobre la fabricación de mezclas bituminosas y la influencia que puede tener en la misma la reciente publicación de la Orden circular 24/2008, lo primero que se puede pensar es que las mezclas bituminosas en caliente se van a continuar fabricando con las mismas instalaciones que tenemos hasta el momento y con idénticas metodologías a las que actualmente se emplean.

Tras proceder a una lectura detallada de los apartados de fabricación que tratan los artículos 542 y 543 del PG3, comparando los actuales con los anteriores, se detectan algunas diferencias entre ellos, que ciertamente no parecen modificar de forma sustancial los procesos de fabricación que hasta el momento se están empleando.

Por todo lo anterior se corre la tentación de intentar contar las cuestiones que todos conocemos y que están escritas por doquier al no detectarse grandes diferencias entre los procesos anteriores y los que se podrían establecer con los nuevos artículos del pliego.

Pero esta última afirmación hay que ponerla en cuestión, ya que, si bien es cierto que en lo básico no se va a variar la metodología de fabricación, existen apartados de los nuevos artículos que van a modificar en algunos puntos importantes los procesos de fabricación y control de las mezclas bituminosas en caliente, dando en algunos casos mayores posibilidades a los fabricantes, aunque también aumentando las exigencias.



MEZCLAS BITUMINOSAS



También existen temas concretos en estos nuevos pliegos, que aunque se mantienen de los anteriores, pueden generar dificultades en la fabricación, y a los cuales hay que prestar una atención especial. No podemos olvidar la importancia de las materias primas en el producto final, y su influencia en el proceso de fabricación, tanto de los ligantes como de los áridos, así como los diversos aditivos que se puedan emplear en la fabricación de las mezclas.

Así pues, el objetivo de esta comunicación es poner de manifiesto, por una parte, las posibles modificaciones que pueden surgir en el proceso de fabricación tras la aprobación de los nuevos pliegos, haciendo hincapié en aquellos puntos más complejos para el fabricante, sin olvidar aquellas cuestiones que, aunque no han sido modificadas, tienen una importancia sustancial en el proceso de fabricación y en la calidad del producto final.

La fabricación de mezclas bituminosas en caliente en los nuevos artículos del PG3

Como visión general se puede decir que los nuevos artículos 542 y 543 del PG3 reducen la descripción de las características de las instalaciones que pueden fabricar las mezclas bituminosas en caliente. Además se produce una apertura clara a las nuevas tecnologías, incorporando nuevos materiales con diferentes procesos de fabricación, además de incrementar la variedad de productos que se pueden ofrecer a los clientes. Esta situación aporta mayores posibilidades para el fabricante y hace necesario un replanteamiento de las instalaciones de fabricación, ya que es necesario que éstas sean más versátiles y con un mayor número de metodologías y técnicas de fabricación, de incorporación de productos y aditivos, así como un incremento de la variedad de tipos de controles a realizar sobre las mezclas.

Los puntos que se pueden destacar son los siguientes:

- **Incorporación de betunes y mezclas con polvo de neumáticos.** La incorporación de este nuevo grupo de ligantes al pliego hace que los fabricantes se deban adaptar para incorporarlos a sus productos. No es necesario aquí hacer una descripción muy detallada de los diferentes métodos de incorporación del caucho (en seco o al mezclador, en húmedo in situ, y en húmedo con betún estabilizado en central de fabricación de betunes), pero sí se van a describir las cuestiones y dificultades que presenta el empleo del polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso, así co-

mo las precauciones que se deben seguir durante el proceso. Las más destacables son las siguientes:

- En cuanto a la incorporación del caucho al mezclador, hay que tener en cuenta, al igual que para cualquier otra incorporación de aditivos al mezclador (tales como fibras, fresado...), el proceso de dispersión y mezclado del producto con el resto de la mezcla, tanto en seco (sin ligante) como en húmedo, estudiando para cada caso el mejor momento de incorporación, para asegurar una mezcla homogénea y de calidad. Esto puede llevar en algunos casos a tener que modificar el proceso de pesada e incorporación de los materiales al mezclador, así como los tiempos de mezcla, pudiendo en muchos casos reducir la producción al incrementar el tiempo de mezcla global. En el caso del caucho no debemos olvidar la necesidad de un tiempo de digestión, que debe aplicarse rigurosamente para poder obtener un producto de calidad.
- Cuando se emplean ligantes con caucho estabilizados, sobre todo cuando el contenido de polvo de neumáticos es elevado, hay que tener mucha precaución con su almacenamiento, ya que es bien conocido que la estabilización del polvo de caucho en el seno del betún es compleja y variaciones de las condiciones durante su empleo, y principalmente durante su almacenamiento pueden afectar al equilibrio betún-polvo de caucho. Por ello sería recomendable almacenar este tipo de productos el menor tiempo posible, y no sería descartable el empleo de agitadores en los tanques de betún donde se vayan a almacenar este tipo de productos.
- Si la fabricación del betún caucho se produce in situ, en la planta de fabricación de mezclas, se debe cuidar mucho la homogeneidad del producto, asegurándose que los tiempos de proceso en la mezcla del betún y el caucho no se modifican por la variación de la producción de la planta de mezcla bituminosa, así como asegurar la homogeneidad de la temperatura del ligante y su viscosidad.
- Un punto que es común a todos los métodos es el incremento de viscosidad del ligante, aunque se detecta en mayor medida en los ligantes con mayor porcentaje de polvo de neumático. Este punto puede provocar problemas de bombeo del ligante en las instalaciones, así como también es necesario un incremento de las temperaturas de fabricación de la mezcla. Sería interesante abrir líneas de trabajo donde se pudieran conseguir menores viscosidades del ligante con caucho para mejorar su trabajabilidad y reducir el consumo de energía en el calentamiento de la mezcla.
- Finalmente no podemos olvidar la importancia que tiene para las instalaciones la calidad del caucho incorporado, principalmente en lo que hace referencia a su contenido en partículas metálicas, ya que este punto puede hacer que las instalaciones sufran un importante desgaste si el contenido de partículas metálicas no se controla adecuadamente, afectando a las bombas de betún, básculas, tuberías y mezclador.

MEZCLAS BITUMINOSAS



- **Cambio de los tamices de control.** En coordinación con la entrada en vigor del Mercado CE de mezclas bituminosas se ha producido una modificación de los tamices de control. Se adjunta cuadro con las modificaciones más importantes.

Tamiz nuevos pliegos	Tamiz convencionales	Tamiz discontinuas
	40 mm	
32 mm		
	25 mm	
22 mm		
	20 mm	
16 mm		
	12,5 mm	12,5 mm
11,2 mm		
		10 mm
8 mm	8 mm	8 mm
5,6 mm		
4 mm	4 mm	4 mm
2 mm	2 mm	2 mm
0,5 mm	0,5 mm	0,5 mm
0,25 mm	0,25 mm	
	0,125 mm	
0,063 mm	0,063 mm	0,063 mm

Como se puede observar las principales diferencias se producen en los tamices empleados para los áridos gruesos, siendo los de los finos coincidentes con los que ya se estaban empleando.

El cambio de los tamices tiene una doble influencia. En primer lugar ha provocado que, para algunas mezclas, los cortes de los áridos no sean los adecuados, siendo difícil enca-

jar las curvas en los husos y apareciendo no conformidades. Parece por ello que va a ser necesario el cambio de las mallas de las instalaciones de machaqueo para que los áridos se ajusten de la mejor forma posible a los nuevos cortes que se necesitan.

Además, también será necesario en algunos casos ajustar las mallas existentes en las plantas de fabricación de mezclas a estos nuevos tamaños para facilitar el proceso de fabricación. Este punto va a generar cambios en las condiciones de fabricación de los áridos, así como de las mezclas en dosificaciones en frío y en caliente.

Destacar en este punto que son necesarios los dos ajustes, ya que, para plantas discontinuas, aunque se modificasen las mallas de la planta, si los áridos no se modifican se provocarían problemas de producción y de homogeneidad de la mezcla, pues un mismo árido podría dividirse en dos silos en caliente, y también a un silo en caliente podrían llegar 2 áridos diferentes, modificándose la composición granulométrica de los silos en caliente en función de la dosificación en frío, siendo en este caso el ajuste difícil. Podrían surgir problemas de homogeneidad de la mezcla y de difícil control de los rechazos de fabricación.

Lógicamente, si los áridos no se ajustan a los nuevos tamaños, en las plantas continuas no se podrían fabricar las mezclas de forma adecuada.

- **Nuevas especificaciones para las mezclas.** Tras la entrada en vigor del Mercado CE, existen unos nuevos ensayos que se han incorporado a este pliego. Una de las cuestiones que influye directamente en la fabricación es el valor de sensibilidad al agua, principalmente en mezclas discontinuas y drenantes. En estos casos, los valores mínimos establecidos son difícilmente alcanzables si no se añaden activantes de adhesividad. Y es aquí donde surgen posibles modificaciones en las instalaciones, ya que si su uso se generaliza, puede ser interesante aditivar la mezcla en la planta, para realizar la dosificación de forma más ajustada a cada caso. Esto puede llevar a preparar las instalaciones para incorporar aditivos líquidos en línea, buscando optimizar el proceso.
- **Nivel de Conformidad de Funcionamiento. Nivel de control.** En los nuevos artículos se ha producido una modificación muy importante en relación con el número de ensayos de granulometría y contenido de ligante a realizar.

Frecuencia mínima de ensayo de la mezcla fabricada (1) (Toneladas/ensayo)			
Nivel	NCF A	NCF B	NCF C
X (Alto)	600	300	150
Y (Medio)	1 000	500	250
Z (Mínimo)	2 000	1 000	500
(1) Adicionalmente, para plantas en operación, se realizara un ensayo al menos cada 5 días de operación			

MEZCLAS BITUMINOSAS

Los nuevos pliegos asumen la tabla adjunta (procedente de la norma UNE-EN 13108-21) para establecer el control de la mezcla y el número de ensayos en función del NCF de la planta.

Este hecho se puede considerar como muy positivo, ya que se está valorando positivamente a aquellas plantas que sean más homogéneas en los productos que fabrican, pudiendo reducir mucho el número de ensayos a realizar en función del menor número de no conformidades aparecido en su fabricación. La importancia económica que este punto puede tener (se pueden multiplicar por 4 el número de ensayos a realizar en función del NCF) debe hacer replantear a los fabricantes algunas cuestiones y a cuidar detalles tales como la homogeneidad de los áridos, las segregaciones, los cambios bruscos de producción, los cambios de materiales además de todas aquellas cuestiones relacionadas con el mantenimiento y buen funcionamiento de la instalación (calibración de equipos de pesada, revisión de cribas y mallas,...).

Pero este punto tiene también otras cuestiones a considerar. En primer lugar, se adopta como método para el cálculo del NCF el del **Valor Medio de 4 resultados individuales**; en general se había adoptado como método el de ensayos individuales. Esto llevará a cambiar los métodos de control en las instalaciones, aunque no es un tema en exceso complicado.

El otro punto a considerar es que se adopta como nivel de control el X. Si suponemos una obra donde se extiendan 1.800 toneladas/día de mezcla bituminosa, para una planta con NCF A el número de ensayos a realizar sería de 3, para una con NCF B sería de 6 y una planta cuyo NCF fuese C debería realizar 12 ensayos al día. Teniendo en cuenta que todas las plantas nuevas o que cambian de ubicación para una obra de terminada partirán de valores de NCF B ó C, se puede estar incrementando el control de las mezclas entre dos y cuatro veces. Este es un punto importante a considerar en el coste del control de calidad de los materiales.

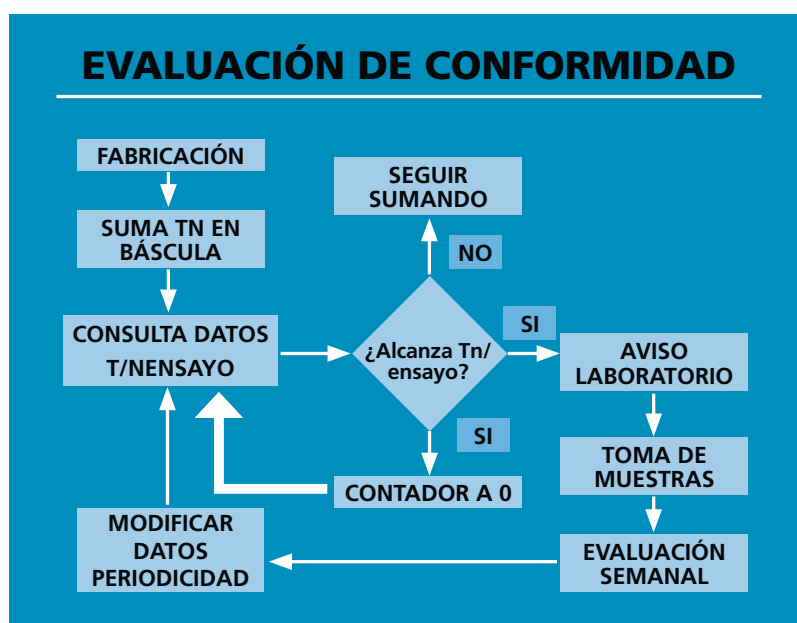
De la experiencia obtenida en el último año en el control realizado hasta el momento en las plantas, siguiendo estos criterios se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- No suelen aparecer No Conformidades debidas al contenido de ligante.
- Las plantas que emplean áridos propios suelen tener un número de no conformidades menor que las que lo compran, aumentándose el número de las mismas proporcionalmente al número de suministradores empleados en cada planta.
- En las mezclas con mayor porcentaje de árido grueso surgen un mayor número de errores, relacionados con la segregación de la mezcla y con la mayor dificultad de tomar la muestra de forma representativa. Hay que destacar aquí la necesidad de especializar al personal en la toma de muestras para que afecte lo mínimo posible al resultado final de los ensayos.

FABRICACIÓN DE MEZCLAS BITUMINOSAS

- Alcanzar el nivel A de conformidad no es sencillo, aunque encontrarse en el nivel B es asequible.
- La uniformidad de los áridos afecta directamente al NCF de la planta, al nivel de ensayos a realizar y por lo tanto al coste del control de calidad.

Para asegurar la implantación del sistema de control establecido en el pliego es necesario establecer una metodología de comunicación que relacione la producción con la toma de muestras (tengamos en cuenta que en función del NCF de la planta, la producción y el nivel de control, la periodicidad para la toma de muestras varía de forma importante). En el cuadro adjunto se indica una posible metodología de control.



- **Control de calidad de los áridos.** Se relaciona el control de áridos con la tabla anteriormente expuesta, es decir, con el Nivel de Conformidad de Funcionamiento de la planta, lo cual nos lleva al mismo razonamiento anterior. Quizás el número de ensayos a realizar a los áridos debería estar relacionado de alguna forma con su calidad y homogeneidad, y no con el NCF de la planta. En cualquier caso, este tema lleva a incrementar mucho más la importancia de fabricar las mezclas de forma homogénea.
- **Control del árido combinado.** En el apartado de fabricación los nuevos artículos hablan de tomar el árido combinado antes de la entrada en el secador y realizar los ensayos de granulometría y equivalente de arena. Como es bien sabido, y según se indica en el propio pliego, en las plantas se debe retirar el filler para posteriormente aportar el porcentaje adecuado del mismo, o de otro filler, si la calidad del primero no es adecuada. Realizar estos ensayos antes de la entrada al secador no parece que pueda darnos una información adecuada de las características finales de los áridos emplea-

dos, ni en granulometría ni en el equivalente de arena. Es por ello que este punto parecería adecuado realizarlo después de separado el filler sobrante y tras añadirle el que corresponda.

■ **Valoración del marcado CE de la mezcla.** Desde marzo del año 2008 es obligatorio para el fabricante poseer el marcado CE de los productos que fabrica y comercializa. Este tema se recoge en los nuevos artículos, valorando la posesión de dicho marcado, permitiendo a las empresas que lo tengan evitar una serie de controles y ensayos que de otra forma tendrían que realizar. Esta es la parte positiva de la cuestión, aunque quizás se puede pensar que deja demasiado abierta la posibilidad del empleo de mezclas sin el marcado CE. Los principales puntos de los que queda exento de la obligatoriedad de ejecución el fabricante que posee el marcado CE de la mezcla bituminosa en caliente así como el de los áridos son los siguientes:

- Los ensayos para el control de procedencia de los áridos (marcado CE de los áridos).
- Ensayos de control de calidad de Desgaste de los ángeles, CPA, densidad relativa y absorción de los áridos (marcado CE de áridos).
- Granulometría y equivalente de arena del árido combinado antes de entrar al tambor secador.
- Verificación de las básculas y termómetros semanalmente en las plantas discontinuas y calibración de la cinta en las plantas continuas diariamente.
- Granulometría de una muestra diaria de áridos en caliente.
- Ensayos adicionales de las características de la mezcla (ensayo en pista y para las mezclas de alto módulo el módulo dinámico) realizados cada 12.000 t con un NCF A, cada 6.000 t con un NCF B y cada 3000 t con un NCF C.

Todo esto se debe a que para obtener el marcado CE de las mezclas bituminosas en caliente en la norma UNE EN 13108-21 se establece un sistema de gestión de calidad, donde se aseguran todas estas cuestiones; el sistema de gestión tiene que contener al menos los siguientes apartados:

- Estructura organizativa.
- Control de documentos.
- Procedimientos de control de las materias primas y del producto terminado.
- Control del proceso.

- Requisitos relativos a la manipulación y almacenamiento del producto.
- Calibración y mantenimiento de la planta.
- Requisitos para la inspección y ensayos de los procesos y productos.
- Los procedimientos para la manipulación de los productos no conformes.

Además se realiza para cada mezcla el ensayo inicial de tipo o fórmula de trabajo y un control periódico de las características de las mezclas, teniendo que declarar el fabricante cuales son las características de su producto.

Conclusiones

Como conclusiones de todo lo expuesto anteriormente podemos extraer las siguientes:

- En los nuevos artículos se hace menor hincapié en las exigencias a las instalaciones que en las ediciones anteriores, aunque quizás la tendencia debería ir en la línea de exigir características al producto final dejando al fabricante la posibilidad de seleccionar las metodologías de fabricación.
- Existe una importante apertura a las nuevas tecnologías, entre las que destaca la incorporación del betún caucho y la posibilidad abierta de incorporar aditivos a la mezcla. Este hecho lleva a la necesidad de adaptar las instalaciones, teniendo en cuenta las dificultades que genera la aplicación de estos nuevos métodos.
- Se valora la homogeneidad de fabricación de las instalaciones premiando con un menor número de ensayos a las más homogéneas. En definitiva se está valorando la calidad final del producto.
- No se puede olvidar la importancia de las materias primas, principalmente de los áridos que también deben adaptarse a las nuevas exigencias, tanto en granulometrías como en homogeneidad.
- Se ha hecho una adaptación de los artículos a la nueva normativa de marcado CE, valorando también al fabricante la posesión del mismo, aunque quizás queda demasiado abierta la posibilidad de empleo de las mezclas sin el marcado CE.