

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas:

3. Ejecución de un tramo de prueba

Andrés Costa, acosta@ohl.es
Asfaltos y Construcciones ELSAN, S. A.

1. Definición de la actuación

En los Artículos 542 y 543 del vigente PG-3, en los apartados 542.6 y 543.6 respectivamente, relativos a la ejecución de un tramo de prueba, se prescribe lo siguiente: “Antes de iniciarse la puesta en obra de cada tipo de mezcla bituminosa será preceptiva la realización del correspondiente tramo de prueba, para comprobar la fórmula de trabajo, la forma de actuación de los equipos de extensión y compactación, y, especialmente, el plan de compactación.

A efectos de verificar que la fórmula de trabajo puede cumplir después de la puesta en obra las prescripciones relativas a la textura superficial y al coeficiente de rozamiento transversal, en capas de rodadura se comprobará expresamente la macrotextura superficial obtenida, mediante el método volumétrico (norma UNE-EN 13036-1), que deberá cumplir los valores establecidos en los epígrafes 542.7.4 y 543.7.4, y que aparecen en la Tabla 1.

Durante la ejecución del tramo de prueba se podrá analizar la correspondencia, en su caso, entre el método volumétrico y un texturómetro láser como medio rápido de control. En ese caso, se elegirán cien metros (100 m) del tramo de prueba, en el que se realizará la medición con el texturómetro láser que se vaya a emplear posteriormente en el control de la obra y se harán al menos cinco (5) determinaciones de la macrotextura (norma UNE-EN 13036-1).

La correspondencia obtenida será aplicable exclusivamente para esa obra, con la fórmula de trabajo y el plan de compactación aprobados y con ese equipo concreto de medición.

El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. El Director de las Obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa, que se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones especificadas, y se extraerán testigos. A la vista de los resultados obtenidos, el Director de las Obras decidirá:

- Si es aceptable o no la fórmula de trabajo. En el primer caso, se podrá iniciar la fabricación de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista deberá proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en la central de fabricación o sistemas de extensión, etc.).
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista. En el primer caso, definirá su forma específica de actuación. En el segundo caso, el Contratista deberá proponer nuevos equipos, o incorporar equipos suplementarios.

Además, durante la ejecución del tramo de prueba se analizará la correspondencia, en su caso, entre los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ establecidos en los Pliegos de Prescripciones Técnicas Particulares, y otros métodos rápidos de control.

En el caso de las mezclas bituminosas para las capas de rodadura descritas en el Artículo 543 del PG-3, también se estudiará el equipo y el método de realización de juntas, así como la relación entre la dotación media de mezcla y el espesor medio de la capa aplicada con la que se alcance una densidad superior a la especificada como mínima en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Tabla 1. Valores mínimos de la macrotextura superficial (MTD).

Característica	Valor		
	Mezclas tipo AC	BBTM B y PA	BBTM A
Macrotextura superficial (Norma UNE-EN 13036-1) (mm)	0,7	1,5	1,1

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas

En el caso de las mezclas tipo BBTM B con espesor superior a dos centímetros y medio (2,5 cm) y de mezclas drenantes, se analizará, además, la correspondencia entre el contenido de huecos en mezcla y la permeabilidad de la capa según la NLT-327.

No se podrá proceder a la producción sin que el Director de las Obras haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del tramo de prueba”.

Es unánime, en toda la Normativa existente sobre mezclas bituminosas y su puesta en obra, la exigencia de realizar un “tramo de prueba”, como paso previo al inicio del extendido y compactación de las mismas.

El tramo de prueba puede realizarse formando parte de la obra a ejecutar (aceptable cuando la planta de fabricación, los materiales utilizados y el tipo de mezcla, así como las condiciones de ejecución y el equipo de puesta en obra ya se hayan utilizado en obras similares y se tenga experiencia suficiente sobre los resultados que se obtienen), o bien realizarse sobre una superficie que no forme parte de la obra (siempre que no exista experiencia sobre la fabricación y puesta en obra de la o de las mezclas bituminosas que se vayan a utilizar o se trate de un nuevo desarrollo).

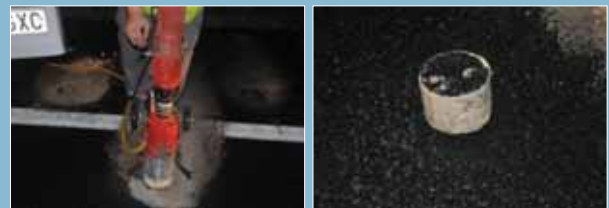
Esta exigencia está plenamente justificada desde un punto de vista funcional, y su utilidad ha sido debatida en numerosos Congresos y literatura técnica, por el gran número de variables, que no es posible determinar en el laboratorio y que influyen en la correcta ejecución del extendido de las mezclas bituminosas (equipos de puesta en obra, condiciones de la obra, mezclas bituminosas especiales o de nueva utilización, etc.).

Con el tramo de prueba se trata de determinar si es aceptable o no la fórmula de trabajo, si son aceptables o no los equipos de compactación previstos para la ejecución de la obra, y en caso afirmativo, definir de forma específica su actuación.

Así mismo se puede aprovechar para analizar la correspondencia entre algunos de los métodos de control de la dosificación del ligante hidrocarbonado y de la densidad in situ o sobre las características superficiales de la capa construida, establecidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas y otros métodos de ensayo más rápidos que se pueden utilizar para realizar estos controles. Los pasos a realizar en el tramo de prueba son los siguientes:

- Aspecto visual de la superficie donde se realiza el tramo de prueba, su estado de limpieza y preparación (riego de adherencia realizado). Condiciones climatológicas en el momento de la realización del tramo.

- Aspecto visual de la mezcla bituminosa al llegar a la obra. Se valorará su homogeneidad granulométrica y de reparto de ligante, ausencia de contaminaciones por áridos sin envolver o presencia de grumos de ligante asfáltico, se medirá la temperatura de la mezcla en el momento de la descarga en la extendedora y al inicio de la compactación.
- Se tomarán muestras de la mezcla bituminosa para determinar, mediante ensayos de control en laboratorio, la granulometría y el contenido de ligante y así verificar su ajuste con la Fórmula de Trabajo aprobada.
- Se procederá a realizar la compactación de la mezcla bituminosa extendida variando la posición de los equipos y el número de pasadas de cada uno delimitando cada zona para verificar, mediante testigos o equipos de medida de densidad in situ, los resultados obtenidos y el procedimiento de compactación óptimo. Se medirá la temperatura de la mezcla al finalizar la compactación.



Extracción de testigos en tramo de prueba para verificar las prestaciones conseguidas.



Medida de la macrotextura Medida rápida del IRI (IRIS 2000).

- Por último se analizarán los resultados obtenidos y si se cumplen las prescripciones técnicas de la obra y lo establecido en la Fórmula de Trabajo aprobada por el Director de la Obra.

2. Factores que influyen en la ejecución del tramo de prueba

Para que un tramo de prueba sea válido y sus resultados de utilidad, debe ser representativo por sus características y medios utilizados para su construcción. En este sentido, hay

una serie de variables, que no es posible su determinación mediante ensayos de laboratorio, que exigen la realización del tramo de prueba. Estas variables fundamentalmente tienen que ver con:

- Equipos mecánicos de extendido y compactación.
- Sustrato sobre el que se extienden las distintas capas bituminosas
- Climatología en la época del extendido
- Tipo de mezcla bituminosa
- Espesor de la capa de mezcla bituminosa
- Temperatura de la mezcla

Siempre que sea posible, es recomendable realizar el tramo de prueba sobre la superficie a pavimentar, con los mismos equipos y condiciones de trabajo y climatológicas.



Tramo de prueba en la misma obra a ejecutar y en una superficie fuera de la carretera de la obra.

En función del tipo de mezcla y del espesor de la capa a construir, pequeñas variaciones en las variables antes definidas, pueden modificar sensiblemente los resultados, pudiéndose rechazar mezclas bituminosas o equipos de puesta en obra válidos o bien dando por buenos aquellos que no lo son para la obra que realmente se va a ejecutar.

Un aspecto muy importante para que no haya problemas en la ejecución del tramo de prueba es la correcta toma de muestras tanto de la mezcla bituminosa al llegar a obra como de la capa construida mediante la extracción de testigos.

3. Recomendaciones para una buena ejecución del tramo de prueba

La correcta ejecución del tramo de prueba, como parte de la obra o en una superficie diferente, es fundamental para que sus resultados sean válidos y representativos, lo que puede ser determinante en el éxito o fracaso de la obra.

Es recomendable elaborar un documento o ficha que recoja toda la información sobre el tramo de prueba y que, una vez aprobado por el Director de Obra, sea utilizado para la ejecución de la obra como instrucción de actuación y equipos a utilizar. Como recomendaciones más importantes se pueden incluir las siguientes:

- Comprobar la correcta preparación de la superficie a pavimentar, que se corresponda lo más aproximado posible con la superficie donde se va a realizar finalmente la obra.



Preparación de la superficie para realizar un tramo de prueba.

- Comprobar y registrar que las condiciones climatológicas (humedad, temperatura, viento, etc.) son las adecuadas y se van a parecer lo más posible con las realmente existentes en el momento de ejecución de la obra.
- Revisión inicial de los equipos de extendido y compactación. Comprobar su correcto funcionamiento y anotar sus características.
- Respecto al equipo de compactación se definirá inicialmente su composición y forma de actuación, verificando:
 - El número y tipo de compactadores y que son los aprobados inicialmente.
 - El correcto funcionamiento de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.
 - El lastre, peso total y, en su caso, presión de inflado de los neumáticos de los compactadores.
- Al llegar la mezcla bituminosa al tramo de prueba comprobar su homogeneidad granulométrica y térmica. Ausencia de heterogeneidades en la envuelta de la mezcla.
- Toma de muestras de la mezcla bituminosa antes de iniciarse el extendido de la misma, para mediante los correspondientes ensayos de laboratorio, verificar su adecuación con la Formula de Trabajo aprobada.

Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas



Distintos equipos de compactación en tramos de prueba fuera de la carretera a pavimentar.

- Extendido de la mezcla, comprobando el espesor de la capa construida, temperatura de la misma y aspecto homogéneo de su superficie.
- Compactación de la capa extendida según el plan de compactación propuesto. Medida de las densidades in situ obtenidas, análisis de los resultados y determinación de la validez del plan de compactación propuesto.
- Si los resultados no fueran plenamente satisfactorios, se establecerá un nuevo plan de compactación, medida de la temperatura de la mezcla bituminosa y ejecución del nuevo plan. Medida de las densidades in situ y valoración de los resultados obtenidos. Este proceso puede repetirse el número de veces necesario para determinar el plan de compactación óptimo. Podría ser necesario modificar el tipo de compactadores o bien su número. En todos los casos se medirá la temperatura de la mezcla al inicio y al final de la compactación.
- Cuando el Director de Obra tenga dudas sobre la calidad final de la capa construida con la mezcla bituminosa y los medios disponibles, podrá exigir la realización de nuevos ensayos para verificar la calidad final obtenida.

La realización de un tramo de prueba previo a la obra es especialmente importante cuando la técnica de pavimentación que se vaya a utilizar sea novedosa, se tenga poca experiencia sobre ella o bien cuando no sea fácil controlar perfectamente los materiales que forman parte de la mezcla bituminosa definida.

En este concepto podemos incluir las mezclas bituminosas especiales, no recogidas en el PG-3 o que por petición de la Dirección de Obra o a propuesta del contratista, se vayan a realizar y presenten variaciones importantes en sus materiales constituyentes o en el proceso de fabricación y puesta en obra.

Como algunos ejemplos podemos enumerar, solo a título indicativo, los casos siguientes:

- Mezclas bituminosas fabricadas y puestas en obra a menor temperatura (semicalientes o templadas).
- Utilización de ligantes sintéticos para mezclas en color.
- Utilización de áridos especiales (de escorias, procedentes de demolición, volcánicos de baja densidad, etc.).
- Incorporación a las mezclas de aditivos especiales para mejorar o modificar sus características (asfalto natural, fibras, promotores de adhesividad, etc.).
- Mezclas discontinuas para capas ultradelgadas.
- Mezclas bituminosas de las prescritas en las normas UNE EN 13108 y no recogidas en el vigente PG-3 (mezclas SMA, HRA y másticos asfálticos).
- Mezclas bituminosas procedentes del reciclado de firmes bituminosos envejecidos.

Si la técnica de pavimentación que se va a utilizar es el reciclado de firmes envejecidos, y especialmente cuando se realiza in situ en frío, el tramo de prueba es de una gran importancia ya que son mayores las incertidumbres en la ejecución de la unidad, debido a que el material que se extiende para formar la nueva capa de firme, proviene del fresado del material envejecido existente, con la dificultad añadida que ello conlleva dada la variabilidad en la granulometría del material fresado en función del grado de fisuración del firme envejecido, del espesor de fresado y del equipo de fresado utilizado y su velocidad de avance.

En este caso además del estudio de los equipos de compactación, es importante definir tramos de firme homogéneos y realizar en cada uno de ellos un tramo de prueba para determinar en cada uno:

- Ritmo de trabajo y velocidad de avance del tren de reciclado.
- Naturaleza del material a fresar y profundidad del fresado.
- Granulometría del material fresado.
- Fórmula de trabajo.
- Precisión de los dosificadores de emulsión y agua.
- Relaciones entre humedad y densidad alcanzada.
- Esponjamiento de la capa reciclada
- El plan de compactación más adecuado para cada tramo.

Cuando el reciclado es en caliente y se realiza en Central de Fabricación, la forma de actuar es la misma que se sigue en el extendido de mezclas asfálticas en caliente.