

# Buenas prácticas para la puesta en obra de mezclas bituminosas:

## 7. Compactación de las mezclas bituminosas

Andrés Costa  
Excoordinador Grupo 1 de ASEFMA

### 1. Definición de la actuación

Esta es la última fase de la construcción de una capa del firme con mezcla bituminosa. Como todas las anteriores fases, es muy importante y debe realizarse de acuerdo con las especificaciones técnicas y de manera que se obtenga el perfil y la densidad establecidos para la capa que se está construyendo.

En los Artículos 542 y 543 del vigente PG-3, en los apartados 542.5.7 y 543.5.7, relativos a la compactación de la mezcla bituminosa, se prescribe lo siguiente: "**La compactación se realizará según el plan aprobado por el Director de las Obras en función de los resultados del tramo de prueba hasta que se alcance la densidad especificada en los epígrafes 542.7.1 y 543.7.1. Se deberá hacer a la mayor temperatura posible, sin rebasar la máxima prescrita en la fórmula de trabajo y sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida; y se continuará mientras la temperatura de la mezcla no baje de la mínima prescrita en la citada fórmula de trabajo y la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, sin que se produzca desplazamiento de la mezcla extendida. Para las mezclas de capa de rodadura el número de pasadas del compactador, sin vibración, será siempre superior a seis (> 6).**

**En mezclas bituminosas fabricadas con betunes mejorados o modificados con caucho y en mezclas bituminosas con adición de caucho, con el fin de mantener la densidad de la tongada hasta que el aumento de viscosidad del betún contrarreste una eventual tendencia del caucho a recuperar su forma, se continuará obligatoriamente el proceso de compactación hasta que la temperatura de la mezcla baje de la mínima establecida en la fórmu-**

**la de trabajo, aunque se hubiera alcanzado previamente la densidad especificada en los apartados 542.7.1 y 543.7.1.**

**La compactación se realizará longitudinalmente, de manera continua y sistemática. Si la extensión de la mezcla bituminosa se realizara por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos quince centímetros (15 cm) de la anterior.**

**Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado más cercano a la extendedora; los cambios de dirección se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos".**

La regla de la extendedora dispone de un sistema de precompactación que, como mínimo, consigue alrededor del 80% de la densidad teórica que hay que conseguir finalmente. Cuando se utilizan reglas de extendido con doble tamper se alcanza prácticamente el 90% e incluso, según el tipo de mezcla bituminosa y el espesor de la capa, se puede llegar a valores próximos a la densidad óptima de compactación.

Las primeras zonas de la capa extendida que se deben compactar son las juntas transversales, las longitudinales y el borde exterior del firme. A continuación se sigue compactando desde la zona más baja hacia la zona más alta, mediante pasadas sucesivas solapándose entre sí y en el número necesario para alcanzar la densidad óptima.

En zonas donde no sea posible acceder con las máquinas de compactación convencionales, se utilizarán máquinas pequeñas e incluso pisonos de mano.

### 2. problemas en la compactación de las mezclas bituminosas

Una vez extendida en obra la mezcla bituminosa, se procede a su compactación, hasta alcanzar, como mínimo, el por-



Pequeños equipos de compactación para zonas de difícil acceso.

centaje de la densidad de referencia establecido en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto o en la normativa vigente. La citada densidad de referencia se obtiene como se describe, en el caso de aplicación del vigente PG-3, en los apartados 542.9.3.2.1 y 543.9.3.2.1.

Posteriormente a la puesta en servicio de la capa construida, la acción del tráfico produce un cierto aumento del proceso de densificación. Por ello, si la mezcla no fue suficientemente compactada, el tráfico puede producir deformaciones superficiales. Por otro lado, si la mezcla se densifica fácilmente por la acción del tráfico, la proporción de huecos puede disminuir a tal extremo, que se puede llegar a perder gran parte del rozamiento interno y acabar produciéndose deformaciones plásticas.

Por estos motivos, deben diseñarse y utilizarse mezclas poco deformables y compactables con dificultad, ricas en árido grueso, duro y de machaqueo, con arena también de machaqueo, y compactarlas mediante el uso de compactadores

potentes que apliquen una gran energía de compactación, de manera que la mezcla sea ya muy poco sensible a la acción del tráfico y que, por tanto, su proporción de huecos permanezca casi inalterable.

Para conseguir la correcta compactación de una capa de mezcla bituminosa, es necesario utilizar la maquinaria adecuada y realizarla de manera que al final se alcance, como mínimo, la densidad óptima de referencia especificada.

La maquinaria de compactación que se utiliza habitualmente son rodillos metálicos lisos que pueden vibrar o no y compactadores de neumáticos con media o alta presión de hinchado. Hay unas máquinas mixtas con rodillo metálico vibratorio en un eje y neumáticos en el otro eje. No es aconsejable ni suficiente utilizar esta máquina sola sustituyendo a las otras dos.

Las mezclas drenantes y las discontinuas en capa delgada se compactan únicamente con rodillos metálicos lisos sin vibración. Solo en algún caso especial (pistas de aeropuertos)



Rodillos metálicos lisos, compactadores de neumáticos y rodillos mixtos utilizados en los equipos de compactación.



Compactación con rodillos metálicos lisos sobre mezclas bituminosas discontinuas.



Compactación con rodillos metálicos lisos sobre mezclas bituminosas discontinuas en pista de aeropuerto y utilización final de un compactador de neumáticos.





Equipos de compactación con diferentes configuraciones y número de máquinas.

puede ser conveniente utilizar un compactador de neumáticos al final de la compactación y cuando la temperatura de la mezcla está ya por debajo de la temperatura de finalización de la compactación.

Según el tipo de mezcla y el espesor de la capa que se va a compactar, el equipo de compactación más adecuado, el número de pasadas, amplitudes y frecuencias de la vibración, presión de inflado de los neumáticos, etc., podrán determinarse según los resultados obtenidos en los correspondientes tramos de prueba, comprobando la densidad conseguida con cada pasada y equipo, determinando las mismas con métodos de isótopos (nuclear) o con equipos no nucleares del tipo PQI (Pavement Quality Indicator) mientras la mezcla es todavía compactable. Posteriormente se comprobarán en laboratorio. Estos tramos de prueba, aunque sean pequeños, son muy convenientes, como se ha descrito en el Capítulo 4 de este documento coleccionable (Revista Asfalto y Pavimentación número 21).

Antes del inicio de la compactación de cualquier capa de mezcla bituminosa, se deberán haber fijado (en base a la experiencia o por el resultado del tramo de ensayo) los puntos siguientes:

- **El número y tipo de compactadores que se van a utilizar.**
- **Su correcto funcionamiento y el de los dispositivos de humectación, limpieza y protección.**
- **El peso total y la presión de inflado, cuando se utilicen, en los compactadores de neumáticos.**

- **La frecuencia y amplitud en los compactadores vibratorios.**
- **El número de pasadas necesarias de cada máquina compactadora que se vaya a utilizar.**

Debe evitarse, en cualquier caso, la compactación a temperaturas por debajo de 90° C (o más concretamente la que, para cada tipo de mezcla bituminosa, establezca la Fórmula de Trabajo correspondiente), porque no será eficaz y no se producirá la necesaria disminución de huecos. Por el contrario, tampoco se debe compactar por encima de la temperatura máxima de compactación establecida en la fórmula de trabajo, para evitar el posible arrollamiento de la mezcla. La compactación debe efectuarse dentro de un intervalo de temperaturas (fijado en la Fórmula de Trabajo) que hay que respetar.

### *3. Recomendaciones para una buena compactación de las mezclas bituminosas*

- La velocidad de todos los rodillos debe ser uniforme y no debe haber cambios bruscos, ni en las trayectorias ni en las inversiones de sentido. Las ruedas motoras, especialmente en las rampas, deben ser las más próximas a la extendidora, para evitar arrollamientos.
- También para evitar arrollamientos con rodillos vibratorios, debe cuidarse que la relación entre el peso del rodillo (P), el ancho del tambor (L) y su diámetro ( $\varnothing$ ) sea inferior a 0,25:



El tipo y número de máquinas de compactación y su posición respecto a la extendedora deben elegirse de manera que se termine la compactación antes de que la temperatura sea inferior a la mínima de compactación.

- $P / (L \times \varnothing) < 0,25$
- Los tambores de pequeño diámetro no son aconsejables, porque con ellos aumenta el riesgo de arrollamiento.
- Se debe comenzar a compactar por la parte más baja, avanzando hacia la superior, solapando en pasadas sucesivas.
- La compactación de las juntas longitudinales y transversales es muy importante y, para su correcta ejecución, utilizar lo que se ha indicado en el Capítulo 6 de este documento coleccionable (Revista Asfalto y Pavimentación número 24).
- Deben evitarse las paradas de los compactadores sobre la mezcla todavía caliente.
- Si la temperatura ambiente es baja, se debe comenzar a compactar inmediatamente detrás de la extendedora aumentando la velocidad o incrementar los medios para conseguir la compactación necesaria lo antes posible.
- Cuando se usa la vibración, la velocidad es esencial, porque incrementando esta, la distancia entre impactos también se incrementa y, por tanto, el grado de compactación disminuye, por lo que se tendrá que aumentar el número de pasadas. La velocidad más adecuada está entre los 3 y los 5 km/h.
- La frecuencia de vibración debe estar acorde con el tamaño máximo del árido y el espesor de la capa para poder conseguir así la recolocación de las partículas de la mezcla y la consiguiente reducción de huecos.
- En los compactadores de neumáticos es aconsejable empezar con una presión de inflado no muy elevada y acabar con una presión más elevada.
- Los compactadores de neumáticos tendrán las ruedas lisas en número, tamaño y disposición tales que se solape la compactación del tren delantero y la del tren trasero (ruedas delanteras y traseras no alineadas). Deberán llevar faldones de lona protectores para evitar el enfriamiento de los neumáticos.
- La homogeneidad del espesor de la capa y de la subyacente, de la granulometría de la mezcla y de su temperatura, son cruciales para, después de haber compactado correctamente, obtener una superficie con un IRI satisfactorio.
- La necesidad de usar varias máquinas con velocidades y recorridos relacionados se manifiesta debido a la resistencia de la mezcla a la acción del compactador. Esta resistencia depende, en gran medida, de la temperatura, por un lado, y del grado de compactación que se quiere alcanzar, por otro, y en ocasiones, es superior a la acción del compactador, por lo que deberemos sustituirlo por otro más capaz.



Detalle de los neumáticos de los compactadores.

- En los rodillos metálicos lisos vibratorios se deberá ajustar la amplitud y la frecuencia de la vibración en función de las características de la mezcla bituminosa y del espesor de la capa que se está construyendo. Para capas gruesas, es recomendable utilizar amplitudes elevadas y frecuencias bajas. Para capas delgadas, las amplitudes deben ser bajas y las frecuencias elevadas.
- Cuando la mezcla bituminosa se encuentra todavía bastante caliente, el rodillo metálico, al llegar junto a la extendedora, es recomendable variar, antes de invertir el sentido de marcha, ligeramente la dirección de la máquina para impedir su parada perpendicularmente a la regla de la extendedora, evitando así el riesgo del posible arrollamiento de la mezcla, especialmente cuando el maquinista no es muy experto.

#50

### AFIRMACIONES ASFÁLTICAS

“Las mezclas asfálticas que combinan técnicas de baja temperatura y de reciclado permiten una mayor reutilización de RAP, consiguiendo grandes ahorros de energía y de recursos y gran reducción de emisiones” (Art. Mezclas bituminosas recicladas semicalientes con espuma de betún, número 21)

#SOSTENIBILIDAD\_Y\_MEDIO\_AMBIENTE