

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

ACTUAL DESARROLLO DE LA PAVIMENTACION CON ADOQUINES GRANÍTICOS

Creemos interesará á nuestros lectores conocer la opinión que actualmente se tiene sobre la pavimentación con adoquines graníticos en los Estados Unidos, ya que el asunto es de actualidad en muchas poblaciones españolas.

El presente artículo, traducido del *Engineering News*, de New-York, resume la evolución que se ha verificado en las prácticas de pavimentación con adoquines graníticos y de las nuevas reglas adoptadas por el Committee of Consulting Engineers de New-York para el trabajo en la presente campaña.

Estas reglas son el resultado de cuatro años de cuidadosos estudios, experimentos é investigaciones y reúnen la experiencia de algunos de los más afamados pavimentadores de la comarca.

En el transcurso de los cuatro últimos años, una notable transformación se ha verificado en las ideas y prácticas de la pavimentación con adoquines graníticos. Los pavimentos de adoquines graníticos que en la actualidad se colocan en Nueva York, Filadelfia y otras grandes ciudades están casi tan pulimentados como el ladrillo, son la mitad menos ruidosos que los mejores pavimentos de adoquines graníticos colocados hace cinco ó más años, y, sin embargo, tienen todas las ventajas de éstos en lo relativo á su duración en las calles de gran tránsito. En lugar de adoquines con superficie rugosa de 7 pulgadas (17,78 centímetros ó más de profundidad colocados con juntas que no bajan de una pulgada (2,54 centímetros) rellenas con arena, actualmente se emplean adoquines pequeños cuidadosamente labrados, con 5 pulgadas (12,7 centímetros) de profundidad y colocados con juntas de $\frac{3}{8}$ de pulgada (9,5 milímetros) ó menos rellenas de un betún especial.

Desde que un cimiento de hormigón ha sido universalmente reconocido como imprescindible para los pavimentos de adoquines graníticos, la necesidad de que los adoquines fueran de gran tamaño ha desaparecido. Los adoquines, en lugar de constituir todo el pavimento, se fabrican hoy tan sólo para formar la superficie de rodadura como se practica con el asfalto y el entarugado.

La práctica de labrar los adoquines más cuidadosamente y de colocarlos con las juntas más pequeñas posibles es el resultado de comparar el aumento de gasto que esto proporciona, que es alrededor de un dollar por yarda cuadrada (0,83609 metros cuadrados) con las mejores cualidades que se obtienen para la rodadura, aspecto, etc. El coste de este tipo de adoquinado es de

4,75 dollars por yarda cuadrada, estando comprendidos seis rieles de hormigón para las fundaciones.

El tratar de disminuir todo lo posible las juntas es con el fin de evitar que se redondeen los cantos del adoquín con lo que el hueco entre adoquines aumenta haciendo el pavimento muy poco liso, y, por lo tanto, muy ruidoso á los pocos años de servicio. En cuanto á la dureza lo mejor es no utilizar los granitos extremadamente duros, sino los de una dureza media que se desgastan de una manera uniforme, en lugar de aquellos que la experiencia ha mostrado adquieren una protuberancia pulimentada en el centro y redondean los cantos sometidos á un tráfico intenso.

Los adoquines de granito colocados según estas reglas no son más ruidosos bajo el tráfico carretero que el asfalto ó el entarugado, pero no son tan fáciles de limpiar; sin embargo, dan superficie de rodadura ligeramente rugosa, buena para el tránsito de caballerías, y su duración es siempre mayor que la de otro pavimento cualquiera; además son mucho más fáciles de reparar. Será siempre el único pavimento que dará resultados satisfactorios en las calles de tráfico pesado é intenso.

Durante los cuatro últimos años muchos millares de yardas cuadradas se han pavimentado con adoquines de granito, labrados y colocados, siguiendo las reglas expuestas en las calles de Nueva York. Se han construido estos pavimentos siguiendo las reglas constantemente mejoradas y modificadas de tiempo en tiempo, por conferencias celebradas entre pavimentadores expertos y canteros. Varias visitas de inspección se hicieron, por los Ingenieros de la ciudad, á las diferentes canteras en North Carolina, Massachussets, New-York, Maine, New-Hampshire, donde están los principales centros de exportación de granito para adoquines para Nueva York, con el fin de determinar el sitio probable de extracción y para conocer la opinión de los canteros.

Los pavimentos de adoquines graníticos, que resultan de esta manera construidos, tienen una superficie de rodadura tan pulimentada como jamás se había obtenido hasta ahora con este material.

Las reglas decisivas para esta clase de trabajo son el resultado de las reuniones del Committee of Consulting Engineers, de la ciudad de Nueva York. Para poder acelerar los trabajos de la presente campaña en el barrio de Manhattan se hicieron algunos ligeros cambios y adiciones á las reglas del citado Comité, que podrán ser ó no adoptadas en otros barrios. Como estas nuevas disposiciones de 1914 resumen la experiencia, estudio y práctica de algunos de los más expertos pavimentadores de la comarca,

tienen extraordinario interés y valor para todos los Ingenieros municipales.

Muy interesante es lo referente á la materia empleada para rellenar las juntas; no se emplea el mortero de cemento, y las disposiciones dadas para los operarios que rellenan las juntas con betún han sido especialmente dictadas por el Dr. Félix Keeberg, químico del Negociado de caminos del barrio de Manhattan, después de un cuidadoso estudio comparativo del precio y resultado entre el alquitrán y el asfalto.

Se comprobó por el Jefe de Ingenieros del Negociado de caminos del barrio de Manhattan que el método de rellenar la junta con una mezcla de cemento y arena caliente y seca no había sido decisivamente aceptado por otros Ingenieros, pero aquí se adoptó en la creencia de que su método, usado con éxito tiempo atrás y que había sido experimentalmente empleado en este barrio en trabajos de reparación durante el pasado año con completo éxito, podría ser mejorado rellenando la junta parcialmente con arena y colocando después cemento hasta hacerlo totalmente.

Este método prácticamente no ha dado resultado por la tendencia á usar demasiada arena y demasiado poco cemento.

Las proporciones usadas para el hormigón de la fundación son 1 : 2 : 6, con un espesor de 6 pulgadas (15,24 centímetros).

Pavimentos de adoquines graníticos.

Sección 1.^a Excavaciones y cimentación.—El terreno sobre el que se ha de asentar la cimentación deberá tener una superficie uniforme y deberá ser comprimido con un rodillo de vapor hasta que la superficie esté completamente compacta. Las porciones de esta superficie que no sean directamente compresibles por el cilindro de vapor deberán ser humedecidas y apisonadas ó comprimidas con rodillos de pequeño tamaño, en tanto sea posible.

Donde el lecho de la cimentación sea de arena se puede omitir el comprimirla siempre que el Ingeniero lo consienta. Cuando el material del lecho no se pueda comprimir satisfactoriamente ó que por otra causa sea poco conveniente, se deberá evitar y ser reemplazado por tierra de buena calidad. En cuanto á la forma del lecho de la cimentación, se debe tener especial cuidado en conseguir una superficie uniforme y lisa.

Cimiento de hormigón.—Sobre este lecho así preparado se debe extender una capa de hormigón, como se especificará luego. Cuando el pavimento antiguo tiene una cimentación de hormigón, dicha cimentación deberá ser cuidadosamente barrida y donde sea preciso completarla, majándola, excavando un poco y después rellenando con hormigón ó bien quitándola y reemplazándola con nuevo hormigón en la extensión que sea preciso.

Sección 2.^a Cualidades del granito.—El granito del cual los adoquines deben estar formados será de grano medio, de textura uniforme, sin pelos, escamas ó decoloraciones que indiquen desintegraciones ó distribución en la masa de minerales que no lo integran y libre de todo exceso de feldespato y mica. Ningún granito excesivamente duro, blando, soltadizo ó con pelos debe ser aceptado.

Sección 3.^a Dimensiones.—El tamaño de los bloques deberá ser definido como sigue: longitud, ni menos de 6 pulgadas (15,24 centímetros), ni más de 6 pulgadas (25,4 centímetros); latitud, ni menos de 3 1/2 pulgadas (8,89 centímetros), ni más de 4 1/2 pulgadas (11,43 centímetros); altura, ni menos de 4 3/4 pulgadas (12,06 centímetros), ni más de 5 1/2 pulgadas (13,97 centímetros).

El contratista adoptará un tamaño de adoquín para usarlo en cada sección de pavimentación entre los límites expuestos, y lo notificará al Ingeniero.

Todos los adoquines deberán ser del tamaño adoptado con una tolerancia de 1/4 de pulgada (6,35 milímetros).

Para usarlos en las calles en las que existen carriles y al lado de éstos se permitirán adoquines de una longitud de 11 1/2 pulgadas (29,21 centímetros), pero con las otras dimensiones dentro de los límites expuestos.

El Ingeniero puede aceptar otros tamaños de adoquines cuando la necesidad de la construcción lo imponga.

Forma.—Los adoquines han de tener su cara superior y las laterales aproximadamente rectangulares, y han de ser de un grueso uniforme. Han de estar con las caras suficientemente labradas para que la junta entre cada dos adoquines, pase por término medio de 3/8 de pulgada (19,5 milímetros). En la cara superior de los adoquines no debe existir ninguna depresión de más de 1/4 de pulgada (6,35 milímetros) por bajo de una línea tirada apoyándose en los bordes y en cualquiera dirección.

Manejo.—Se deben manejar los adoquines con cuidado para evitar que los cantos y esquinas sean astillados ó rotos.

Sección 4.^a Selección.—Las piedras de diferentes canteras deberán ser apiladas y colocadas separadamente en las distintas secciones de trabajo, y en ningún caso se mezclarán productos de diferentes canteras.

Sección 5.^a Inspección antes de la recepción.—Los adoquines deberán ser inspeccionados en la cantera ó en el depósito: y si el tanto por ciento de adoquines defectuosos excede del 15 por 100, encontrado este tanto por ciento entre 1.000 adoquines del lote, la totalidad de la partida deberá ser rechazada.

Si el Ingeniero permite que en una partida defectuosa, por exceder el número de adoquines rechazados del 15 por 100 encontrado entre 1.000 adoquines, el tanto por ciento se saque de entre otros 1.000 adoquines, se rechazará la parte defectuosa del lote.

La aceptación de una partida de adoquines en globo no es obstáculo para que el Ingeniero, ó personal á sus órdenes, pueda rechazar cualquier adoquín ó trabajo no conforme con las disposiciones de la contrata.

Sección 6.^a Superficie de la cimentación.—La superficie de los cimientos del pavimento se deberá terminar de tal modo que no exista más de 1/4 de pulgada (6,35 milímetros) de diferencia en cualquier punto, entre ella y una superficie paralela á la de rodadura y trazada á 6 pulgadas (15,24 centímetros) por debajo de ésta.

Sección 7.^a Cama de arena.—Sobre la superficie de la cimentación se deberá extender una capa de arena limpia, gruesa, libre de grava, alrededor de 3/4 de pulgada de diámetro. Esta cama de arena deberá tener una pulgada (25,4 milímetros) de grueso y será suficiente para dar á la superficie de rodadura la pendiente necesaria.

Sección 8.^a Colocación de adoquines.—Sobre este lecho de arena se colocarán los adoquines en líneas que irán de bordillo á bordillo y formando ángulo recto con el eje de la calle, excepto cuando otra cosa sea dispuesta por el Ingeniero.

La pendiente y peralte deberán ser tomadas del plano ó siguiendo las instrucciones del Ingeniero. Los adoquines se deberán colocar al tope y de tal modo que las juntas sean lo menores posible, no pasando de 3/8 de pulgada (19,5 milímetros).

Los adoquines guías se colocarán de trecho en trecho y dirigidos por el Ingeniero.

Sección 9.^a Apisonado y ajuste.—Después que se han colocado los adoquines deben ser apisonados enérgicamente: los adoquines que quedan bajos deben ser sacados con tenazas, y levantados colocando más arena en el lecho y después apisonado de nuevo hasta obtener una superficie perfecta y unida. No se debe

colocar arena en las juntas, pero si ha sido permitido su empleo por el Ingeniero, se puede colocar una pequeña porción de arena limpia y seca en las juntas, aunque sólo en la cantidad suficiente para acuñar los adoquines y evitar que se muevan. Las juntas se deberán ajustar y los adoquines defectuosos sacarse con tenazas. Ninguna operación con barras se permitirá, excepto si el Ingeniero lo autoriza. No se empleará arena en las juntas a no ser cuando se utilice mezclada con el betún de relleno como se especifica posteriormente.

Suficiente número de apisonadores se emplearán para que todo el pavimento colocado pueda ser apisonado y las juntas rellenas antes que cese el trabajo de cada día.

Sección 10 Relleno de juntas.—El relleno de las juntas se deberá hacer con una mezcla de cemento para pavimentos, que más tarde se describe, y arena seca y caliente en proporciones de una parte de arena para una parte del citado cemento, en volumen, ó sea que á tanta más arena en esta proporción, tanto más cemento habrá que añadir. La arena deberá ser limpia y deberá pasar por la criba de 10 mallas. Deberá ser completamente mezclada con dicho cemento por batido á otro procedimiento.

La mezcla deberá verterse en las juntas hasta que, una vez llenas, permanezcan así, y se volverá á verter, si es necesario, para que se mantengan llenas, brotando la mezcla á la superficie del pavimento.

Sección 11 Cemento para pavimentos preparado con alquitrán.—El cemento de alquitrán para pavimentos es un residuo extraído directamente de la destilación del alquitrán y debe satisfacer á las siguientes condiciones:

a) El punto de fusión debe estar comprendido entre 110° F. y 125° F.

b) El residuo de carbón debe estar comprendido entre el 20 por 100 y el 35 por 100.

c) La densidad á los 77° F. debe estar comprendida entre 1,22 y 1,30.

La densidad de la destilación á los 670° F. no deberá bajar de 1,06 á los 140° F., comparada con el agua á la misma temperatura.

El contratista, antes de comenzar los trabajos de la contrata, deberá obtener del Ingeniero una certificación escrita de que el punto de fusión es el pedido por este contrato, aunque se permite una diferencia de 5° F. en el punto de fusión, pero siempre dentro de los límites ya fijados.

Sección 12 Termómetros en las calderas.—Las calderas en que se calienta el cemento de alquitrán para los pavimentos en las calles deben ir provistas de termómetros, y el cemento deberá ser calentado hasta la temperatura de 250° F., pero no pasando de los 300° F., y deberá ser vertido cuando su temperatura esté comprendida entre estos dos límites.

Sección 13 Cemento de asfalto para pavimentos.—El asfalto para cementos de pavimentos se obtiene por la destilación de un petróleo asfáltico á temperatura no superior á 700° F. y debe llenar las condiciones siguientes:

a) Debe ser homogéneo.

b) Su punto de fusión debe estar comprendido entre 130° F. y 145° F.

c) La solubilidad en tetracloruro de carbono no debe ser menor de 98 $\frac{1}{2}$ por 100.

d) La penetración á los 77° F. no debe bajar de 60 ni pasar de 100, haciéndose la prueba á la penetración con aguja núm. 2, durante cinco segundos, con peso de 100 gramos y la penetración á los 100° F., no debiendo de pasar de tres veces la penetración á los 77° F., siendo las condiciones de tiempo y peso las anteriormente descritas. El contratista, antes de comenzar ningún

trabajo, deberá proveerse de un certificado escrito acreditando que se cumplen las condiciones de penetración, y no se consentirá ninguna variación en este sentido que pase de 10 puntos el límite anteriormente establecido.

e) La ductibilidad á los 77° F. deberá ser, por lo menos, de 40 centímetros.

f) No deberá perder más del 3 por 100 por volatilización cuando se mantiene la temperatura á 325° F. durante cinco horas, ni la penetración de los residuos después de tal calentamiento descenderá á menos de la mitad de la primitiva penetración.

Sección 14 Termómetros en las calderas.—Las calderas en que se calienta el cemento asfáltico para pavimentos en las calles deberán ir provistas de termómetros, y el cemento asfáltico deberá calentarse hasta llegar á los 275° F., sin pasar de los 300° F., y deberá verterse cuando la temperatura esté entre esos límites.

Sección 15 Todos estos ensayos deben hacerse de acuerdo con el Borough President's Standart Methods of Test, en la oficina del Ingeniero.

Sección 16 Disposiciones para la fabricación del cemento.—Las disposiciones para calentar el cemento asfáltico ó de alquitrán para rellenar las juntas han de ser tales en rendimiento y número, que permitan á los que vierten el cemento en las juntas seguir muy de cerca á los apisonadores, y todas las juntas apisonadas del pavimento deberán ser rellenas de cemento antes de dejar el trabajo cada jornada.

Sección 17 Ningún tráfico se permitirá antes de que las juntas estén completamente llenas de cemento y éste esté endurecido.

Sección 18 Si en las calles hay carriles, los espacios existentes entre el filo del carril y los adoquines y los que hay bajo las cabezas de los carriles deben ser llenos con mortero compacto, compuesto de una parte de cemento portland y tres partes de arena limpia.

Este mortero debe ser cuidadosamente sostenido para que no salga más allá del plano vertical que pasa por el filo de la cabeza del carril, y se mantendrá en esta posición hasta tanto que el pavimento esté colocado.

Sección 19 Reparaciones y restauraciones.—Para reparar los pavimentos ó restaurarlos, los materiales empleados deberán cumplir las mismas condiciones que las exigidas á los de una pavimentación nueva. Las partes inmediatas al pavimento estropeado, las fundaciones y hasta la tierra de debajo deberá ser levantada por el contratista para la buena reparación y restauración del pavimento. El hormigón de las fundaciones se quitará 6 pulgadas más allá los extremos límites del área de tierra removida.

Toda la superficie de junta del hormigón se limpiará y se cubrirá de una capa de mezcla de cemento portland y la parte de superficie de pavimento desgastada deberá ser emplazada en una extensión mayor que el área del nuevo hormigón (3 pulgadas en todos sentidos), debiendo todas las filas de adoquines disponer según adarajas.

En el precio de reparar el pavimento se incluye el de los materiales y jornales necesario para hacer el trabajo descrito y el mantenimiento del mismo durante el plazo de garantía.

El excelente resultado obtenido con la aplicación de estas disposiciones en el barrio de Manhattan, de Nueva York, ha sido debido tanto á la mejor cualidad del material como á la más rigida y efectiva inspección hecha bajo la administración del Jefe de Ingenieros de caminos, H. W. Durham.

