

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

CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE AFIRMADOS

No hace muchos años aún que el problema de la construcción y conservación de afirmados para carretera se consideraba resuelto de un modo relativamente sencillo y económico con el empleo del macadán ordinario. La intensa circulación de automóviles de turismo, el incremento enorme del tráfico de carros y, por último, la aparición de camiones automóviles cada vez más pesados, exigió gastos tan cuantiosos para la conservación del macadán y fueron tan grandes las perturbaciones y molestias, que surgió la necesidad del estudio de nuevos sistemas.

En Italia, Alemania, Inglaterra y, particularmente, en los Estados Unidos, se estudia la cuestión con verdadero ahínco, y aunque el problema dista bastante de estar por completo resuelto, se ha progresado mucho en ese camino, habiéndose construído varios millares de kilómetros de afirmados modernos, que, según autoridades en la materia, resultan más satisfactorios, aun desde el punto de vista económico, que el macadán ordinario, pues algunos llegan a sostener que este sistema es, en definitiva, el más caro, si se tiene en cuenta su pequeña duración, cuando el tráfico es intenso.

Sería notoriamente injusto decir que en España no se presta al problema gran atención, pero, por desgracia, contamos con tan escasos medios, que puede decirse que de continuar como hasta hoy llegaremos en breve plazo a ver nuestras más importantes carreteras en condiciones de incapacidad para la circulación. Actualmente nuestras aspiraciones se limitan a conseguir que se aumenten moderadamente los créditos para conservación y reparación, cosa difícil, pues ha de seguirse ahora forzosamente una política de restricción de gastos para nivelar los presupuestos del Estado, y aunque se consiguiera sería ineficaz, como lo prueba la elevada cuantía de los gastos en todos los países para construcción de pavimentos modernos, que ha llegado en los Estados Unidos a más de 1.000 millones de pesetas por año, durante 1918, 1919 y 1920.

Es circunstancia muy favorable, la atención que el Gobierno y el país conceden a la cuestión de transportes, y más aún, que empiecen a ponerse en contacto los hombres políticos con los ingenieros. Los aplausos que coronaron la disertación del Sr. Cambó en el Instituto de Ingenieros Civiles hace pocos días, demostraban bien a las claras, tanto al conferenciante como al Sr. Maura y demás personalidades que honraban la casa con su asistencia, la satisfacción con que se veía que los que han gobernado y están en condiciones de volver a gobernar, estudien tan a fondo los

asuntos y sometan sus soluciones a nuestra crítica. En estas condiciones es deber nuestro aportar la mayor suma de datos, y esto es lo que dentro de mi modesta esfera me propongo.

Sabido es que en los Estados Unidos las Compañías de ferrocarriles han abandonado algunas líneas en las que no se cubrían gastos, asegurando el tráfico, en cambio, Compañías de transportes automóviles. En ciertos Estados, como California, es ruda la competencia que se hacen ambos medios de transporte, sobre todo en distancias relativamente pequeñas.

Las principales ventajas del transporte automóvil son: necesitar cargar y descargar menos veces, certidumbre en el plazo de entrega, las mercancías sufren menos desperfectos y de aquí embalaje menos cuidadoso, y, por último, están siempre bajo vigilancia directa del expedidor. No conviene exagerar la importancia de estas ventajas, para deducir que el nuevo medio de transporte pueda sustituir al ferrocarril en muchos casos. Probablemente, la mayor parte de los servicios de los camiones automóviles que existen hoy en España en competencia con ferrocarriles, se deben a la incapacidad de éstos, pero no es menos cierto, que algunos subsistirán aun cuando se resuelva la crisis ferroviaria, y que en muchas ocasiones no existirá ventaja en construir nuevas líneas. Como consecuencia de esto, hay que prever un notable aumento en la circulación automóvil.

Sería ocioso insistir sobre las ventajas de orden general que se derivan de la construcción de buenos afirmados, pero con ser tan grande, es difícil convencer al país, fundándose sólo en ellas, de la conveniencia de gastar las considerables sumas necesarias. Por esta causa se ha estudiado la cuestión desde el punto de vista económico, y se ha demostrado, que un buen afirmado disminuye los gastos del transporte en cantidad bastante para permitir la construcción y conservación, amortizándose asimismo el capital empleado.

Las economías principales en los vehículos consisten en reparaciones menores, gasto más pequeño en neumáticos y gasolina, depreciación más moderada, y desaparecen en gran parte las averías en los productos transportados. Por otra parte se utiliza mejor el material. Varían bastante las proporciones que deducen los ingenieros, pero el que llega a menor cifra es Francis Wood y obtiene el 19 por 100 de economía.

Los ingenieros norteamericanos estudiaron además la parte financiera del asunto, partiendo de la base que los recursos se obtuvieran pagando cada uno según los beneficios que hubiera de recibir y *que lo pagara con gusto*. La intensa propaganda realizada ha obtenido extraordinario éxito; los fondos se obtienen en parte pequeña por subvención del Gobierno federal y en la ma-

por parte, de las licencias de circulación de vehículos, que cubren los intereses y amortización de las obligaciones que se emiten. En Inglaterra se ha establecido un impuesto sobre la gasolina y otro adicional por coche-milla.

Ciertamente que, dado nuestro pesimismo, ha de considerarse difícil llegar a soluciones parecidas; pero en esta ocasión tengo fe en que ha de llegarse, pues es unánime el deseo de que se varíe radicalmente el actual estado de cosas, y podría citar varios ejemplos demostrativos de la buena disposición en que se hallan los que han de contribuir.

Entendiendo que probablemente no faltarían recursos, sobre todo empezando en pequeña escala, creo que no debemos perder tiempo en llevarlo a la práctica. Los primeros interesados somos los ingenieros, aunque no fuera más que por acabar con las críticas, injustas, pero dolorosas, de que somos víctimas.

Claro es que un fracaso en los comienzos, tendría gravísimas consecuencias, y por ello es preciso evitarlo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los afirmados modernos construidos en nuestro país y ejecutando los ensayos que se consideren necesarios.

Al mismo tiempo es de gran importancia aprovechar la experiencia obtenida en el extranjero, y con tal objeto me ha parecido muy interesante la traducción del informe final de la Comisión nombrada por la Asociación americana de ingenieros civiles, publicada en el volumen 82 de sus *Transactions*, correspondiente a diciembre de 1918, y que se ha recibido hace poco. Este informe final resume todos los que fueron emitidos anualmente desde 1911; se refiere a sistemas de afirmados construidos en grandes longitudes, y contiene, por tanto, observaciones que proporcionan importantes enseñanzas.

Teniendo en cuenta lo extenso del informe, he suprimido en la publicación todo lo referente a ensayo de materiales, pues la mayor parte de las pruebas están aceptadas por la generalidad y pueden hacerse en el Laboratorio central de la Escuela de Ingenieros de Caminos, siendo muy restringido el número de personas a quienes pueda interesar la técnica de tales ensayos. En cambio, he añadido algunas explicaciones de los términos que no son de uso corriente entre nosotros. Conviene advertir, que cuando el tránsito es muy reducido, se emplean mucho en Norte América afirmados de tierra y de arena y arcilla, cosa muy racional, pues resultan económicos, aparte de que en muchos casos el macadán ordinario se desagrega por falta de tráfico; particularmente en el presente año se va a dar gran extensión a la aplicación de estos sistemas y del de guijarro, paralelamente con la de pavimentos de gran coste.

En la traducción del informe, muy pesada por la gran cantidad de términos que no tienen exacta correspondencia con los nuestros, me ha auxiliado muy eficazmente el alumno de la Escuela de Ingenieros de Caminos D. Francisco Bustelo Vázquez.

Comisión Norteamericana de afirmados de carreteras y ensayo de materiales de los mismos.

Informe final, 27 de octubre de 1917.

Consideraciones generales.

Elección de afirmado.—Deben tenerse en cuenta los siguientes elementos:

Coste de construcción.
Coste de conservación.
Coste anual.
Facilidad de conservación.
Duración.
Limpieza.
Resistencia a la tracción.

Resbalamiento.
Condiciones sanitarias.
Sonoridad.
Aspecto.

Cada uno de estos elementos tendrán mayor o menor importancia, según las circunstancias locales de clima y tráfico, recursos locales en cuanto a materiales de construcción, recursos financieros, etc.

Tráfico.—Debe tenerse en cuenta el tráfico en vías transversales y paralelas a la que se proyecta, así como el peso y velocidad de los vehículos. Es preciso tener en cuenta, en lo posible, el aumento de tráfico en el porvenir.

Modelo de estado para tráfico.

Punto de observación.....
Horas de observación.....

	VEHÍCULOS COMERCIALES			Vehículos de viajeros.
	Vacíos.	Cargados.	Peso máximo por centímetro de llanta.	
Carros de una caballería.....				
Carros de dos o tres caballerías.				
Carros de cuatro o más ídem....				
Motocicletas.....				
Autos de turismo.....				
Omnibus automóviles.....				
Camiones.....				

COSTE.

A.—Cimiento:

- 1.—Clase de cimiento.
- 2.—Espesor.
- 3.—Coste por metro cuadrado.
- 4.—Supuesta duración (años).

B.—Pavimento:

- 1.—Clase de pavimento.
- 2.—Espesor.
- 3.—Ancho de adoquines o ladrillos.
- 4.—Clase y cantidad de cemento bituminoso.
- 5.—Clase de juntas.
- 6.—Proporción de agregados (piedra partida, etc.).
- 7.—Almohadilla (arena, asfalto, etc.).
- 8.—Coste de construcción por metro cuadrado.
- 9.—Supuesta duración (años).
- 10.—Coste medio de conservación por metro cuadrado durante los años de duración del pavimento.

C.—Datos del tráfico:

- 1.—Toneladas por año.
- 2.—Tonelaje medio por metro de ancho.
- 3.—Proporción de tonelaje en llantas.
- 4.—Ídem de C-B en llantas de 5 centímetros de ancho.

DATOS DE COSTE POR METRO CUADRADO.

	Cimiento.	Pavimento.
Materiales.....		
Mano de obra.....		
Inspección y vigilancia.....		
Tanto por ciento de contrata.....		

DATOS POR METRO CUADRADO.

- A.—3.—Coste de construcción del cimiento.
- A.—5.—Intereses y amortización del cimiento.
- A.—6.—Total coste anual del cimiento.
- B.—10.—Coste anual de conservación del pavimento.
- B.—11.—Intereses y amortización de pavimento.
- B.—12.—Total coste anual del pavimento.

$$\text{Coste anual por 1.000 ton. de tráfico} = \frac{A.-6 + B.-12}{C.-2} \cdot 1.000$$

Pendientes.—La experiencia ha demostrado que para que la conservación sea buena y económica, no deben excederse las siguientes pendientes.

	Por 100.
Losetas asfálticas.....	8
Alquitranado superficial.....	6
Hormigón bituminoso.....	8
Macadán ídem.....	8
Ladrillos { Con juntas de cemento.....	6
{ Idem de betún.....	12
{ Bloques «Hillside».....	15
Piedra partida.....	12
Hormigón de cemento.....	8
Guijarro.....	12
Asfalto en capas.....	5
Adoquinado { Juntas de cemento.....	9
{ Idem de betún.....	15
Entarugados.....	4

La pendiente, por muy bien saneada que esté la carretera, no debe bajar del 0,5 por 100.

Debe advertirse que cuando la carretera no esté bien soleada ya por la existencia de arbolado, casas etc., la pendiente no debe bajar de 1 por 100.

Ancho.—Dado el rápido incremento del tráfico, es preciso tener en cuenta el porvenir y no construir carreteras de simple vía, con superficie de rodadura inferior a 3 metros y para doble inferior a 5,50 metros.

Con firmes bituminosos no se deben emplear paseos de tierra, con objeto de evitar la rápida transición de consistencia. En estos casos se hacen los paseos de hormigón o se aumenta el ancho de la superficie de rodadura un metro. Lo mismo puede decirse respecto a los pavimentos rígidos (adoquinado, etc.).

En todos los sitios en los que se prevea una concentración del tráfico es preciso ensanchar la superficie de rodadura.

Un ancho excesivo es tan perjudicial como un ancho escaso, no sólo por aumentar innecesariamente el coste, sino porque, en muchos casos, la conservación es difícil, particularmente cuando se necesita un tráfico mínimo para evitar la desintegración. En las curvas de radio pequeño debe aumentarse el ancho, según resulte del estudio de la circulación.

Espesor.—Para determinar el grueso del pavimento hay que tener en cuenta la naturaleza del terreno de fundación y el peso y carácter de los vehículos. Generalmente se hace el pavimento excesivamente grueso, pero, dado el rápido y constante aumento de peso de los vehículos, conviene no perderlo de vista al proyectar.

Nota.—En la actualidad se piensa en los Estados Unidos restringir la libertad de circulación, pues se ha observado que la rápida destrucción de pavimentos se debe principalmente al tráfico excesivamente pesado, que no llega a representar el 1 por 100 del total, e impone a todos enormes gastos de conservación.

Es preciso estudiar el terreno de fundación en las peores condiciones en que pueda encontrarse, ya por absorción de agua o por otra causa. Si el terreno es fuerte siempre, el firme de macadán puede tener, como espesor mínimo, 15 centímetros, y aun 10 centímetros si el tráfico es de vehículos ligeros, con carga de 1 a 2 toneladas sobre cuatro ruedas. Con firmes de hormigón, basta ordinariamente el grueso de 10 a 20 centímetros, aunque en ocasiones se hace algo más grueso, con objeto de impedir roturas en casos de cargas excepcionales. A veces convienen gruesos mayores, reduciendo la proporción de cemento, tanto por economía como para evitar los efectos de las heladas y tener la posibilidad de futuras ampliaciones. En general, sólo se dará a los firmes de hormigón de cemento grueso mayor de 20 centíme-

tros, cuando no se pueda conseguir el objeto por otros medios, tales como mejora del terreno de fundación.

Aunque hasta ahora no se puede calcular en toda clase de pavimentos la transmisión de presiones al terreno de fundación, hay ya fórmulas bastante exactas para el caso de pavimentos de piedra partida y se hacen estudios que han dado ya algunos resultados en otras clases de pavimentos. También se hacen estudios de consistencia en variadas clases de terrenos, siendo de desear que se prosigan, para poder calcular exactamente el grueso de cualquier clase de pavimento.

El grueso uniforme de los pavimentos tiene por objeto que el desgaste se efectúe por igual. Las variaciones en el espesor en pavimentos, tales como asfalto en capa, produce inevitablemente la desigualdad de desgaste, y, por consecuencia, grandes gastos de conservación, suponiéndose que a la misma causa se deben la mayor parte de los desperfectos en pavimentos de bloques de diversos tipos; las depresiones en la superficie de tales pavimentos pueden explicarse, o por la desigualdad en el grueso o por la desigualdad en el de la almohadilla que se coloca bajo ellos, que conduce a desigualdad de asientos, o a irregularidades en la rigidez.

En el siguiente cuadro, práctico, figuran los espesores que deben adoptarse como primera aproximación:

Cuadro práctico.

	Espesor del cimientto en metros.	Espesor de la almohadilla en metros.	Espesor del pavimento en metros.
Losetas asfálticas.....	0,13 a 0,20	»	0,05 a 0,09
Alquitranado superficial.....	0,10 a 0,20	»	0,06 a 0,05
Hormigón bituminoso.....	0,08 a 0,20	»	0,04 a 0,08
Macadán bituminoso.....	0,08 a 0,20	»	0,05 a 0,08
Ladrillo.....	0,10 a 0,20	0,02 a 0,04	0,08 a 0,10
Piedra partida.....	0,08 a 0,20	»	0,05 a 0,08
Hormigón de cemento { simple vía.....	0,00	»	0,13 a 0,20
{ doble vía.....	0,10 a 0,20	»	0,05
Canto rodado.....	0,10 a 0,20	»	0,05 a 0,10
Asfalto en capas.....	0,13 a 0,20	0,02 a 0,04	0,04 a 0,05
Adoquinado.....	0,13 a 0,20	0,02 a 0,05	0,06 a 0,13
Entarugado.....	0,13 a 0,20	0 a 0,012	0,09 a 0,10

Saneamiento.—Es imprescindible en todos los sistemas de afirmado, tanto del suelo de fundación como de la superficie del pavimento. Las aguas de lluvia deben evacuarse rápida y fácilmente, disponiendo los medios de evacuación con gran amplitud, para que cumplan su objeto, aun en las condiciones naturales más adversas. La pendiente de las cunetas debe ser apropiada para que las aguas no se estanquen en ningún caso y la sección transversal debe tener algún exceso para que permita el desagüe, aunque haya algún relleno, producido por ligeros desprendimientos en los taludes de los desmontes.

El terreno de fundación debe conservarse libre de humedad, sin omitir el saneamiento, ni aun en el caso de hacerse cimientto de hormigón de cemento, pues si llegase a producirse un asiento, el cimientto de hormigón, que no puede plegarse, se rompería.

El bombeo necesario para la evacuación de las aguas varía con cada clase de pavimento. Conviene no exagerarlo, porque el tráfico se concentraría donde encontrase más comodidad, esto es, en la parte central. En caso de pavimentos resbaladizos, conviene disminuir el bombeo, y si la pendiente longitudinal permitiera la fácil evacuación de las aguas, el bombeo puede reducirse mucho.

En la práctica se usan, generalmente, los siguientes bombeos:

	Máximo por 100.	Mínimo por 100.
Losetas asfálticas.....	2	1
Alquitranado superficial..	4	2
Hormigón bituminoso.....	4	2
Macadán bituminoso.....	4	2
Ladrillo.....	3	1
Piedra partida.....	6	4
Hormigón de cemento.....	3	2
Canto rodado.....	8	4
Asfalto en capas.....	2	1
Adoquinado.....	4	2
Entarugado.....	2	1

En el caso de pavimentos cóncavos, deben conservarse las mismas cifras.

Terreno de fundación.—Aunque haya de construirse cimiento, es preciso preparar siempre el terreno de fundación para que sea compacto, homogéneo y esté saneado. Con frecuencia el cimiento puede hacerse más económico, cuando el terreno de fundación ha sido bien preparado.

Siempre que hayan de ejecutarse cimientos o pavimentos de hormigón de cemento, es necesario consolidar con rodillos el terreno de fundación dándole las pendientes que haya de tener la superficie de la carretera. En ocasiones es necesario colocar sobre el terreno de fundación una o varias capas de arena, piedra partida, etc. Debe desconfiarse de todo cimiento hecho con hormigón y bajo el cual haya material absorbente o blando. Hay que quitar toda vegetación y llenar los huecos con material que dé compacidad. En ocasiones convendrá regar el terreno de fundación para emplear el rodillo que lo consolide y habrá que hacerlo siempre que el terreno sea absorbente y esté seco, pues si no absorbería agua de la necesaria al fraguado del hormigón.

Cuando haya de construirse un pavimento rígido, sobre un firme de macadán ordinario, hay que picar éste, limpiarlo, rellenar los huecos con material menudo y cilindrar, hasta obtener una consolidación perfecta.

Cimientos.—En general, cuando la importancia del tráfico exija pavimentos perfeccionados, éstos se construirán sobre cimientos. Depende mucho de las circunstancias locales, si el cimiento es o no indispensable, pero cuando así sea, debe ejecutarse con todo cuidado, buscando la economía únicamente en la clase de materiales, entre los que se usan arena, grava, piedra partida y hormigón de cemento.

En pavimentos rígidos, tales como ladrillos con puntas de mortero, hormigón de cemento, etc., es indispensable un buen cimiento, con objeto de conservar la superficie perfectamente unida. En los adoquinados y entarugados conviene el cimiento de hormigón; en adoquinados para vías de tráfico ligero puede usarse cualquier otra clase de cimiento.

Los cimientos deben estar contruidos de modo que no se puedan producir asentos, por lo que hay que tener especial cuidado en su compacidad.

Las proporciones más usuales en la composición del hormigón para cimientos son: una parte de cemento, tres partes de arena o gransilla y seis partes de piedra partida. En algunas ocasiones puede convenir disminuir algo la proporción de cemento, haciendo, en cambio, el cimiento más grueso.

Juntas.—Los materiales y métodos de rellenar juntas deben elegirse de tal modo, que no sólo se impida la penetración del agua y que se muevan los bloques, sino en lo posible que contribuyan a la igualdad de desgaste en el pavimento. Si los bloques fueran resistentes a la raspadura (abrasión), pero tuvieran tendencia a redondearse en las aristas, conviene utilizar relleno que contrarie esta tendencia. En las rampas fuertes conviene cierta aspereza en el pavimento para que las caballerías ejerzan bien su

esfuerzo, y, por consiguiente, que las juntas estén algo de-guane-cidas; en estos casos conviene materiales blandos para relleno, pues tienen menos resistencia al desgaste.

Los materiales para rellenos de juntas se dividen en dos grupos: materiales del tipo duro, tales como mortero de cemento, y materiales del tipo blando, tales como betunes. Como se persigue la impermeabilidad de los pavimentos, la arena sola debe pro-scribirse.

Las ventajas de los materiales bituminosos sobre el mortero de cemento consisten en que el pavimento resulta más elástico y menos ruidoso, las aperturas de calas son menos costosas y más fáciles, proporcionando también más facilidades para que las ca-ballerías ejerzan su esfuerzo.

El relleno de juntas con mortero de cemento, si se hace bien, conduce en general a que la superficie del pavimento se conserve lisa. Las proporciones de arena, cemento y agua dependen de las circunstancias locales. Se recomienda una parte de cemento por otra de arena. Es de gran importancia la uniformidad de la mez-cla, para lo cual debe batirse constantemente hasta el momento de rellenar las juntas, lo que debe hacerse rápidamente por ope-rarios hábiles.

No debe emplearse más cantidad de agua que la necesaria para obtener la fluidez apropiada. Antes de permitir la circula-ción ha de transcurrir bastante tiempo, para que fragüe el mor-tero.

Con los materiales bituminosos conviene tener cuidado en la elección para que no sean quebradizos en tiempo frío, con lo que se desmenuzarian, ni se ablandan demasiado en tiempo caluroso y refluyan de las juntas. Se cree, aunque no está confirmado aún por la experiencia, que da mejor resultado un mastic bituminoso que betunes sin agregación de otras sustancias. La gran dificul-tad de las juntas bituminosas es su ejecución y debe, por tanto, tenerse en ello exquisito cuidado.

Juntas de dilatación.—En ciertos tipos de pavimentos, tales como enladrillados u hormigón de cemento, se requiere en algu-nos casos el uso de juntas transversales y a lo largo de las con-tenciones, para compensar inevitables movimientos en determi-nados casos de humedad y temperatura del ambiente. Se reco-mienda para esto el uso de juntas bituminosas que alteran poco la uniformidad del pavimento, proscribiendo todos los demás sis-temas de juntas.

Almohadillas.—Su objeto es que las desigualdades del cimien-to de hormigón y de los bloques del pavimento no impidan que la superficie de éste quede perfectamente lisa. Esto se consigue por la interposición entre el cimiento y el pavimento de una capa de arena, mortero de cemento, material bituminoso, etc. Esta capa, por otra parte, proporciona en muchos casos al pavimento cierta elasticidad. El espesor de la almohadilla será tanto menor cuanto menores desigualdades tengan el cimiento y los bloques del pavimento. Para cumplir su función elástica basta con un es-pesor de 12 milímetros, al que se añadirá el necesario según las desigualdades del cimiento y de los bloques.

El material que se ha usado generalmente para almohadillas ha sido arena, pero actualmente se empieza a emplear mortero de cemento, ya al sentar los bloques después de terminado el ci-miento, ya constituyendo parte del cimiento. Algunos objetan a esto que los bloques quedan unidos rigidamente al cimiento per-diéndose elasticidad. Es cuestión muy discutida, pues si el afir-mado resulta monolítico y quizás más resistente, en cambio está en peores condiciones de absorber los choques sin estropearse, como los absorbe cuando las juntas y la almohadilla son bitumi-nosas.

La arena para almohadillas debe ser ligeramente más arci-

llosa que lo que puede emplearse para obras de hormigón. El exceso de arcilla, permite a la arena resistir mejor para desplazarse. El exceso de arcilla no debe ser tal que impida extender bien la arena o que haya el temor de que resulte elevado el grado de capilaridad.

La mezcla de arena, piedra menuda y cemento bituminoso, resultará probablemente mejor que el mortero de cemento y la arena, y su grueso puede ser únicamente de 6 a 12 milímetros, con tal que el cimientado de hormigón tenga la superficie regular y lisa.

Trabajos finales.—La tendencia a resultar pavimentos resbaladizos puede combatirse por apropiadas precauciones durante la construcción o después.

El tiempo durante el cual debe prohibirse la circulación por un afirmado recién hecho, puede variar de pocas horas o varios días, según los materiales y métodos empleados y el clima u otras circunstancias locales. Nunca debe permitirse el tráfico hasta lo menos dos semanas, en todo afirmado en el que se haya empleado el cemento portland, aunque sólo hubiera sido para relleno de juntas.

Registros y vías de tranvía.—La uniformidad en los pavimentos es esencial para que el desgaste sea mínimo, así es que cuando existen en el pavimento registros o vías hay que tomar especiales precauciones, pues el tráfico que pasa del elemento más duro al más blando ocasiona anormales desgastes en el último. Las paredes de los registros son ordinariamente de mampostería, pero cuando el pavimento es de adoquín, ladrillos y aun tarugos, la diferencia de dureza no es tan grande que pueda ocasionar graves inconvenientes, y la única precaución que se toma es reforzar el cimientado en las inmediaciones del registro para evitar asentamientos. En los casos de pavimentos de macadán ordinario o pavimentos bituminosos, la superficie de éstos debe estar unos 3 milímetros más alto que la superficie de los registros, pues si estuvieran al mismo nivel, como no es posible consolidar los pavimentos hasta el punto de que no se compriman por la acción del tráfico, quedarían pronto más bajos que la superficie de los registros, y se producirían choques al pasar las ruedas de los registros al pavimento, con desgaste rápido de éste.

Las vías de tranvías en calles suelen ser rígidas, y, por tanto, el pavimento debe estar algo más alto que la vía, como se ha dicho para los registros. La Comisión opina que no deben colocarse pavimentos bituminosos en la entreeva, ni entre carriles. Las vías de tranvías en carreteras no suelen ser rígidas, y se acostumbra a colocarlas en los costados en lugar de colocarlas como en las calles en el centro. En los casos de pavimentos bituminosos o de macadán ordinario, si las vías estuvieran en el centro, conviene hacer el pavimento de adoquines o ladrillos en 50 centímetros al lado de los carriles.

Materiales.

Los materiales que entren en la composición de los afirmados deben especificarse con arreglo a los siguientes modelos:

PIEDRA PARTIDA O ESCORIAS PARTIDAS

- Nombre y origen.
- Peso específico.
- Absorción de agua por decímetro cúbico.
- Raspadura (abrasión). Tanto por ciento de desgaste en peso.
- Tenacidad.
- Poder cementante.
- Resistencia a compresión por centímetro cuadrado.
- Análisis granulométrico.
- Tanto por ciento de huecos. (Material suelto y consolidado.)

ARENA

- Procedencia.
- Peso específico.
- Análisis granulométrico.
- Tanto por ciento de huecos. (Material suelto y consolidado.)
- Resistencia a la tracción en mortero del 1 por 3 y comparación con los resultados obtenidos con la arena normal.

GRAVA NATURAL

- Procedencia.
- Peso específico.
- Raspadura (abrasión). Tanto por ciento de desgaste en peso.
- Poder cementante.
- Análisis granulométrico.
- Tanto por ciento de huecos. (Material suelto y consolidado.)
- Mezclas de arena u otros materiales finos usados en pavimentos, con piedra partida, escoria partida o grava natural.
- Peso específico.
- Análisis granulométrico.
- Tanto por ciento de huecos. (Material suelto y consolidado.)

LADRILLO

- Procedencia.
- Tanto por ciento de pérdida en la prueba de golpeo.

ADOQUINES

- Clase y procedencia.
- Peso específico.
- Absorción de agua por decímetro cúbico.
- Raspadura (abrasión) tanto por ciento de desgaste en peso.
- Tenacidad.
- Dureza.
- Resistencia a compresión por centímetro cuadrado.

TARUGOS

- Clase de madera.
- Peso del tarugo.
- Defectos que no se consienten.
- Anillos contados radialmente en 2,5 centímetros.
- Cantidad de antiséptico.
- Absorción de agua después de inyectados.
- Caracter del antiséptico:
 - Peso específico a 25 grados.
 - Idem id. a 38 idem.
 - Solubilidad en benzol o cloroformo.
 - Cantidad de agua.

Destilación:

- A 170 grados.
- De 170 a 200 grados.
- De 200 a 210 —
- De 210 a 235 —
- De 235 a 270 —
- De 270 a 300 —
- De 300 a 315 —
- De 315 a 355 —

Modelo para análisis granulométrico.

Pasando por el tamiz de 80 mallas por centímetro.				Por 100 en peso.
—	—	40 —	y retenido por el de	80
—	—	32 —	—	40
—	—	20 —	—	32
—	—	16 —	—	20
—	—	12 —	—	16
—	—	8 —	—	12
—	—	4 —	—	8
—	por la criba de 6 mm.	12 —	y retenido en la criba de	4
—	—	19 —	—	12
—	—	25 —	—	19
—	—	32 —	—	25
—	—	38 —	—	32
—	—	50 —	—	38
—	—	63 —	—	50
—	—	76 —	—	63
—	—	89 —	—	76

Cemento asfáltico para hormigón bituminoso, macadán bituminoso, losetas de asfalto, asfalto en capas y para rellenar juntas en pavimentos de ladrillos, adoquines y entarugados:

Marca.

Fabricante.

Características generales.

Peso específico a 25°.

Punto de inflamación.

Solubilidad en bisulfuro de carbono:

Materia orgánica soluble.

Idem id. insoluble.

Solubilidad del betún en tetracloruro de carbono.

Idem id. en petróleo nafta.

Penetración a 4° 200 gramos 1 minuto.

Idem a 25° 100 gramos 5 segundos.

Idem a 46° 50 gramos 5 segundos.

Ductilidad a 4°.

Idem a 25°.

Contenido en carbón fijo.

Idem en parafina.

Puntos de fusión por el método del anillo y de la bola.

Consistencia por el método del flotador.

Pérdida por evaporación a 162°-5 horas.

Penetración del residuo a 4° 200 gramos 1 minuto.

Idem id. a 25° 100 gramos 5 segundos.

Idem id. 46° 50 gramos 5 segundos.

Prueba de consistencia del residuo.

Ductilidad del residuo a 4°.

Idem id. a 25°.

Alquitrán para macadán bituminoso, hormigón bituminoso y para rellenar juntas de ladrillo y adoquines:

Marca.

Fabricante.

Características generales

Agua.

Peso específico a 25°.

Punto de inflamación.

Solubilidad en bisulfuro de carbono.

Viscosidad específica Emper

Punto de fusión por el método del cubo.

Prueba de consistencia.

Destilación en peso y volumen:

Hasta 110 grados.

De 111 a 170 grados.

De 170 a 235 —

De 235 a 270 —

De 270 a 300 —

Peso específico del total destilado a 25°.

Punto de fusión del residuo por el método del cubo.

Prueba de consistencia del residuo.

Nota.—No es extraño que la Comisión prescinda de explicar el objeto de los ensayos, pues en los Estados Unidos es conocido por todos los que se dedican a estos estudios. En nuestro país, en cambio, aunque sea conocido por algunos, creo no sea ocioso dar ligeras explicaciones.

Por regla general, el objeto de los ensayos es obtener datos que puedan compararse con los referentes a materiales que hayan dado buenos resultados en condiciones parecidas de clima, tráfico, etc., teniendo así una garantía relativa de éxito, que de otro modo sería muy dudoso.

En los referentes a materiales pétreos, tales como arena, escoria, piedra, etc., la determinación del peso específico, no sólo sirve para dar idea de la calidad del material, sino para determi-

nar el área, que puede cubrirse con un cierto peso, y para fijar la cantidad de betún en el agregado. La prueba de raspadura (abrasión) es probablemente la mejor para determinar el coeficiente de desgaste, que debe ser pequeño, pero no demasiadamente, en los casos en que se requiere la producción de pequeñas partículas, para asegurar la compacidad del pavimento. El poder cementante es de gran importancia, sobre todo en afirmados de macadán ordinario, en los que las partículas de piedra con el agua constituyen la única causa de la permanencia en la consolidación.

En los betunes, alquitranes, etc., se ha hecho desde hace algún tiempo una clasificación en dos grandes grupos: los materiales apropiados para alquitranados o embetunados superficiales y los propios más bien para mezclarlos con los agregados antes de la colocación y que no pueden usarse en la superficie de los pavimentos, sino en casos especiales. Varios de los ensayos, tales como la determinación del peso específico, viscosidad, contenido de agua y naftalina, proporcionan datos para distinguir, desde luego, de qué grupo es el material. La proporción de agua es muy interesante en los alquitranes, pues resulta extremadamente perjudicial aun en pequeña cantidad, por lo que no deben usarse alquitranes tal como se producen en las fábricas de gas del aluminado, sino que es preciso refinarlos. Otro tanto puede decirse de la parafina y del carbón libre, el que no debe hallarse en proporción mayor del 20 por 100. La inflamabilidad interesa, tanto porque indica, desde luego, si el producto está refinado o no, como para determinar la temperatura a que resulta peligrosa la manipulación. Por los ensayos de destilación se conoce la cuantía de los aceites ligeros, medios y pesados, lo que, unido a los ensayos de consistencia, tanto de betunes como de los residuos, permite prever la forma de unión con los agregados y aun las alteraciones que puedan producir las temperaturas extremas. El punto de fusión debe ser menor de 100, pues en otro caso es difícil la reparación de los pavimentos y aun la construcción, aparte de que el punto de fusión alto indica dureza en el betún. La solubilidad en bisulfuro de carbono ha de ser casi completa, pues esto indica que el material es betún sin cuerpos extraños, aunque hay cuerpos, como la resina, completamente solubles e impropios para pavimentos empleados solos. Se admite que la solubilidad en tetracloruro de carbono debe ser igual a la solubilidad en bisulfuro de carbono. Las partes del betún soluble en petróleo nafta, se denominan petrolinas, y las insolubles asfaltinas. Las unas son líquidas y otras sólidas. Se suele fijar la condición de que la mayor parte del betún se disuelve en petróleo nafta, pues se considera que las asfaltinas no tienen propiedades para ligar los agregados, aunque añaden estabilidad a las petrolinas.

Pavimentos de losetas asfálticas.

Materiales.—La experiencia ha demostrado que las losetas deben estar compuestas de cemento asfáltico, trap machacado o material igual en dureza y tenacidad y polvo mineral. Todas las partículas de basalto deben pasar por el cedazo de 6 milímetros, y el polvo mineral ha de ser de caliza, la cantidad de betún ha de oscilar entre 6,5 y 8,5 por 100, dependiendo del grado de polvo mineral y de la manipulación.

Finura de la piedra y del polvo.

20 a 35 por 100 que pase por el tamiz de 80 mallas por centímetro.
7 a 15 por 100 que pase por el tamiz de 32 mallas por centímetro y sea retenido en el de 80.
12 a 30 por 100 que pase por el tamiz de 8 mallas por centímetro y sea retenido en el de 32.
30 a 50 por 100 que pase por la criba de 6 milímetros y sea retenido en el tamiz de 8 mallas.
0 por 100 retenido en la criba de 6 milímetros.

Deben especificarse las características del betún. Se fijará el peso específico de las losetas secas, que no bajará de 2,45 a 25°, y el tanto por ciento de agua que absorban las losetas después de secas durante veinticuatro horas a 65°, que no será mayor de 1 por 100 después de siete días de inmersión en agua.

El tamaño de las losetas será 13 centímetro de ancho y 30 de largo, por 5 a 8 centímetros de espesor, según el tráfico.

Construcción.—Las losetas se colocarán sobre una capa de un centímetro de mortero fresco, que estará sobre un cimiento de hormigón. Después de colocadas las losetas, se cubrirán con una capa de arena fina, limpia, seca y angulosa, que se introducirá bien en las juntas hasta que estén llenas.

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN BITUMINOSO

Son de tres clases:

Clase A.—Pavimento de hormigón bituminoso con agregado mineral compuesto por productos de una instalación de machaqueo.

Clase B.—Pavimento de hormigón bituminoso con agregado mineral compuesto de un cierto número de partes, en peso o volumen, productos de instalación de machaqueo y otro cierto número de partes de arena, esquirlas de piedra o material parecido.

Clase C.—Pavimento de hormigón bituminoso conteniendo un agregado predeterminado y graduado mecánicamente, compuesto de piedra partida, escoria, gravilla, con o sin arena, cemento portland, material inerte fino o combinaciones parecidas.

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN BITUMINOSO, CLASE A

Agregado mineral.—Debe usarse en lo posible piedra partida, aunque han dado buen resultado cantos rodados bien elegidos, en casos de tráfico ligero. La piedra partida debe ser limpia, áspera, angulosa, de textura compacta y grano uniforme. Si el pavimento es para tráfico mediano o grande, la piedra tendrá un desgaste por raspadura no superior a 3,5, y su tenacidad no será inferior a 13.

El tamaño es muy importante. Todo el material pasará por la criba de 3 centímetros, menos del 10 por 100 y más del 1 por 100 será retenido por la criba de 2,5 centímetros, menos del 10 por 100 y más del 3 por 100 pasará por la criba de 6 milímetros.

Cemento bituminoso.—La experiencia ha demostrado que los resultados mejores se obtienen con betún asfáltico o alquitrán refinado para el cuerpo, y betún asfáltico para la capa superior. Si la capa superior también se hace con alquitrán, necesitara una conservación más intensa que cuando sea de betún asfáltico.

Agregado mineral en caliente.—El mejor resultado se obtiene empleando el agregado mineral en caliente. La temperatura oscila entre 66 y 121°. Cuando se empleen secadores, en los que la llama puede estar en contacto con el agregado mineral, hay que tener cuidado de que el calentamiento sea igual y de que no se queme el agregado.

Para asegurar la fluidez del betún, necesaria para que el agregado mineral quede envuelto en betún, las temperaturas deben ser de 135 a 177° para asfalto y de 93 a 135° para alquitrán refinado.

Mezcla.—La cantidad de cemento bituminoso depende de su clase, de la de la piedra, del clima, etc. Para las proporciones antedichas la mezcla debe contener entre 5 a 8 por 100 en peso de betún. Los mezcladores harán el trabajo de modo que la mezcla sea perfecta. Excepto para trabajo de pequeñas reparaciones deben proscribirse los que, para calentar el agregado mineral, usan llama, porque pueden quemarlo.

Colocación.—Para asegurar la fácil manipulación, la mezcla, al salir de los mezcladores, debe tener una temperatura superior

a 66°. La experiencia ha demostrado que un espesor, después del cilindrado de 5 centímetros, es económico y eficaz. El cilindro compresor debe ser de 10 a 12 toneladas.

Capa superior.—Se usará siempre, porque evita gastos de conservación. La capa superior consiste en 2 a 5 litros por metro cuadrado de cemento bituminoso, uniformemente distribuido. La capa se cubre con fragmentos pequeños, secos, de piedra, y se cilindra de nuevo el pavimento.

Esta clase de pavimento no debe ejecutarse cuando la temperatura del aire sea menor de 10°.

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN BITUMINOSO, CLASE B

Poco aplicados.

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN BITUMINOSO, CLASE C

En este tipo están incluidos los llamados «Topeka» y otros patentados.

Si se emplean las proporciones de betún y agregado mineral del sistema Topeka, a saber:

<i>Betún de 7 a 11 por 100.</i>				Por 100.
Agregado mineral que pase por el tamiz de 80 mallas por cm.	5 a 11			
—	16	—	—	18 a 30
—	4	—	—	25 a 35
—	16	—	por dm.	8 a 22
—	8	—	—	menos de 10.

Entonces es preciso estudiar las proporciones de piedra partida y arena, para obtener una composición granulométrica apropiada. En otros casos deben seguirse los principios establecidos para el hormigón bituminoso clase A, excepto que no se suele hacer capa superior.

Hormigones bituminosos patentados.—Cuando se usen éstos deben observarse los mismos principios que para el uso de los hormigones bituminosos clase A, especificando detalladamente la composición y graduación del agregado mineral y las propiedades físicas y químicas del cemento bituminoso.

PAVIMENTOS DE MACADÁN BITUMINOSO

Materiales.—La piedra partida tendrá las mismas características que para los pavimentos de macadán ordinario. El cemento bituminoso puede ser asfalto o alquitrán refinado.

Construcción.—Los principios relativos al grueso de los pavimentos de macadán bituminoso son los mismos que los del macadán ordinario, siendo imprescindible el cilindrado de la capa superior antes y después de la adición del betún.

Como se desea para disminuir el coste que el material bituminoso esté sólo en la capa superior y que no entre en la inferior, ésta no debe tener huecos. Se debe, pues, emplear recebo de material menudo para rellenar los huecos de la capa inferior; pero es preciso que ninguna parte de recebo cubra las piedras de la superficie de la capa inferior, cuando se extiende la capa superior.

La cantidad de material bituminoso será únicamente la necesaria para penetrar la capa superior. La cantidad por metro cuadrado depende de la dureza y tamaño de la piedra, pero en general la aplicación de 5 litros por metro cuadrado, y 2,5 centímetros de grueso de capa superior son suficientes.

El uso de distribuidores de presión al aplicar el material bituminoso es esencial, pero hay que tener cuidado de que las ruedas del distribuidor no hagan roderas.

El betún debe aplicarse a la temperatura necesaria para que fluya bien; la piedra ha de estar seca y limpia y la temperatura del aire no será inferior a 10°.

El material que se use en último término para cubrir no será demasiado menudo. Debe evitarse el que pase por un tamiz de cuatro mallas por centímetro y usarse el que pase por la criba de 6 milímetros.

EMMETUNADO SUPERFICIAL

Con objeto de suprimir el polvo se usa este procedimiento, que da mejores resultados que el riego o el empleo de sales delicuescentes.

Betún.—Puede usarse betún asfáltico, o alquitrán refinado. Si la superficie es de guijarro, piedra partida, escorias, etc., o sea un material poroso, la experiencia ha demostrado que la consistencia del betún ha de ser tal que pueda ser aplicado a una temperatura inferior a 52.º, y la cantidad no debe exceder de un litro por metro cuadrado. Un betún más denso, y en menor cantidad, puede emplearse con éxito; de otro modo podría objetarse que se obtenía una superficie menos dura que la que tenía el primitivo firme de piedra.

Construcción.—Para aplicar el betún la superficie ha de estar seca, compacta, sin polvo ni depresiones. En los firmes de piedra partida hay que barrer bien la superficie. El betún se aplica uniformemente con un distribuidor a la presión de 1 a 5 kilogramos por centímetro cuadrado.

La aplicación del betún ha de hacerse después que la superficie esté consolidada por el tráfico o artificialmente. Conviene aplicar el betún en toda la superficie, incluyendo los paseos. Después de aplicar el betún, se cubre con piedra muy menuda de 9 a 15 milímetros de tamaño. Es ventajoso, pero no imprescindible cilindrarse después.

PAVIMENTOS DE LADRILLOS

Almohadilla.—Si los ladrillos son muy regulares y el cimiento de hormigón tiene superficie lisa y paralela a la definitiva, la almohadilla puede tener un grueso de 2 a 2,5 centímetros. En pavimentos modernos ha desaparecido la almohadilla, colocando los ladrillos en mortero que se extiende sobre el hormigón de cimiento; así resulta un pavimento menos elástico, menos capaz de absorber los choques. También puede usarse una almohadilla de piedra muy menuda y betún.

Materiales.—Las cualidades del ladrillo deben fijarse por pruebas físicas. Estas serán de tenacidad, desgaste, por choque y raspadura. La uniformidad en el desgaste es importantísima, aunque sea necesario admitir un desgaste un poco mayor. La uniformidad en ancho y largo es muy importante para hacer fácilmente reparaciones; puede admitirse una variación pequeña en el grueso.

Construcción.—El ladrillo debe colocarse con las hiladas normalmente al eje de la vía, excepto en los cruzamientos, donde se dispondrá diagonalmente. El ancho de las juntas será lo más pequeño posible que permita su relleno. Si se usa almohadilla de arena, hay que tener gran cuidado de no alterar su superficie. Si se usa almohadilla de mortero o de betún, hay que colocar los ladrillos de modo que se obtenga una superficie regular. En todos los casos se cilindrará la superficie.

ADOQUINADOS

Materiales.—Los adoquines deben ser resistentes al desgaste, duros y tenaces, y a ser posible que se labren fácilmente. La tenacidad es más importante que la dureza, puesto que en general con los tráficos existentes no se desgastan mucho. La cantidad de desgaste es menos importante que la uniformidad del mismo, pues lo que se desea es una superficie lisa. Los pavimentos de granito, si la piedra es muy dura, aunque no tenga apreciable desgaste, se hacen pronto resbaladizos.

En los buenos adoquines de granito el grano es medio y un i forme; cuando se rompen dan superficies planas y tienen un coeficiente de desgaste por raspadura menor de 4,5 y tenacidad mayor de 8.

La resistencia a la rotura por compresión será mayor de 1.440 kilogramos por centímetro cuadrado.

En los pavimentos de arenisca los adoquines tendrán las mismas características del granito, excepto en lo referente en la resistencia a la compresión, que será superior a 1.150 kilogramos por centímetro cuadrado.

Las dimensiones de los adoquines tienen gran importancia. Probablemente los adoquines ideales tendrían 20 centímetros de largo, 9 de ancho y 13 de grueso; resultan muy costosos y en la práctica se admite: longitud, de 20 a 30 centímetros; ancho, de 9 a 12, y grueso, de 11 a 14, y en calles de poco tránsito aun puede disminuirse el grueso. Los adoquines deben tener las cabezas planas y poder formar juntas estrechas.

Otra forma de adoquines conocida por el nombre de Durax en Inglaterra y Kleimpflaster en Alemania, se usa actualmente: consiste en adoquines pequeños, de 6 a 10 centímetros, que no son exactamente cúbicos, sino irregulares, para poder ser colocados en arcos de círculo de pequeño radio con juntas no excesivamente anchas. De este modo no hay juntas paralelas al tráfico en cualquier sentido.

Cimiento y almohadilla.—El cimiento debe ser de hormigón de cemento portland. La almohadilla tendrá tanto menor espesor cuanto más uniforme sea el grueso de los adoquines, pero no será inferior a 2 centímetros.

Como almohadilla se usa generalmente arena. También se emplea mortero y pudiera emplearse material bituminoso.

Construcción.—Los adoquines deben colocarse en hiladas normales a la dirección del tráfico y con juntas alternadas poco gruesas. Para rellenar las juntas se emplea mortero, betunes y betunes mezclados con arena.

Los morteros de portland tienen el inconveniente de que en las reparaciones se rompen muchos adoquines al levantarlos por adherirse fuertemente al mortero; además, es preciso suspender el tráfico para dar lugar al fraguado.

ENTARUGADOS

Generalidades.—Este pavimento en ciertas condiciones es más resbaladizo que ningún otro; por tanto, cuando la pendiente longitudinal sea suficiente para que corran las aguas, la transversal debe ser, aproximadamente, de 1 por 100. Cuando en días muy húmedos puede desviarse el tráfico por otras calles, se llega a pendientes transversales de 4 por 100. En países secos se excede un poco de estas pendientes.

Clase de madera.—Cualquiera que sea la clase que se adopte hay que inyectar los tarugos con antisépticos.

No se conocen aún bien todas las clases de madera que pueden emplearse, pero las indudablemente buenas son: pino rojo, abeto y haya.

Los tarugos deben ser sanos, bien escuadrados, sin nudos ni otros defectos.

El número de capas anuales en un espacio de 2,5 centímetros, que se encuentre a 5 centímetros del corazón de la madera, no será menor de 6, medidas radialmente. Puede admitirse, sin embargo, el tarugo con sólo cinco capas anuales, con tal que contenga, al menos, 33 por 100 de madera de verano. Para los tarugos que no contengan el corazón, el espacio de 2,5 centímetros se contará a partir de 2,5 centímetros de la capa más próxima al corazón del bloque. No se aceptará tarugo que contenga menos del 50 por 100 de madera dura.

Dimensiones de los tarugos.—La longitud será de 12,5 a 25 centímetros, siendo preferible que sea dos veces el grueso. Se recomiendan tarugos de 10 centímetros de grueso, para pavimentos de mucho tráfico y de 7,5 centímetros de grueso para tráfico ligero. El ancho puede ser de 7,5 a 10 centímetros, y debe diferenciarse del grueso 6 milímetros en más o en menos.

Antisépticos.—Se han usado muchos, pero se recomienda la creosota obtenida del alquitrán de hulla. Como el pavimento puede durar treinta años, convienen antisépticos pesados, pues no sólo hay que impedir que el tarugo se pudra, sino que se hinche en tiempo húmedo y se contraiga en tiempo seco. Por tanto, el antiséptico debe ser muy estable y permanecer en los tarugos mucho tiempo.

Tratamiento con antiséptico.—Conviene inyectar la madera a los tres meses de cortada. Cada tarugo, después de inyectado, debe contener 260 gramos de creosota sin agua por decímetro cúbico. La creosota debe penetrar perfectamente, y para averiguar esto, se toman 25 tarugos de diversas procedencias y se asierran por la mitad en sentido normal a las fibras. Todos los tarugos que se hayan deteriorado durante la inyección deben rechazarse.

Almacenado.—Los tarugos deben colocarse, a ser posible, apenas se inyecten. Si hubieran de estar algún tiempo sin colocarse les rociará de vez en cuando. Dos días antes de ser colocados, hay que rociarlos para que estén húmedos e hinchados.

Construcción.—Los tarugos deben colocarse directamente sobre el cimientado de hormigón, para lo cual éste debe tener exactamente la forma del pavimento. Esto es lo mejor, pero también puede hacerse el cimientado con menos cuidado en la superficie y emplear para el asiento mortero de cemento portland o arena. El mortero de cemento da mejor resultado que la arena, pero hay que tener cuidado de emplearlo bastante seco.

En ambos casos hay que cilindrar después. Parece mejor el procedimiento de colocación directa sobre el hormigón. Las juntas se rellenan con arena, mortero o material bituminoso. La arena da buen resultado en calles de tráfico pesado. En casos de tráfico ligero parece preferible el empleo de material bituminoso. Si se usa éste, se cubre el pavimento con una ligera capa de arena que se quita dos semanas después de haber permitido el tráfico. La Comisión no cree recomendable el empleo de mortero para rellenar juntas. Es conveniente usar juntas bituminosas en las orillas de las aceras para permitir dilataciones y contracciones.

Resudación.—En muchos casos se ha presentado resudación del antiséptico debido a no haber sido bien elegida su naturaleza. Cuando se presenta, basta extender arena sobre la superficie y el material arenoso absorbe el betún que pudiera estorbar el tránsito.

ASFALTADOS

Generalidades.—La capa superior compuesta de arena graduada y cemento asfáltico, tendrá un grueso menor de 5 centímetros, mayor de 38 milímetros, e insistirá sobre un hormigón bituminoso compuesto de piedra partida y arena con cemento asfáltico. El espesor de la capa inferior será de 25 a 38 milímetros.

Materiales.—Para tráfico ligero, la composición de la capa inferior será igual a la de los hormigones bituminosos clase A.

Para tráfico pesado tendrá la composición siguiente:

Noventa y cinco por ciento del agregado pasará por una criba de agujeros circulares de un diámetro de tres cuartas partes del grueso de la capa. El 5 por 100 restante no excederá su menor dimensión el grueso de la capa. El agregado se graduará así:

Por 100.

Pasando por el tamiz de 4 mallas por centímetro	15 a 35
Idem por la criba de 12 milímetros y retenido por el tamiz de 4 mallas por centímetro.....	20 a 50
Total que pase por la criba de 12 milímetros....	35 a 85

La arena de la capa superior se graduará con extraordinario cuidado. Para pavimentos de tráfico pesado, predominará el material fino y para pavimento de tráfico ligero predominará el material grueso.

Para tráfico pesado, la arena, que debe ser limpia, dura y algo angulosa, tendrá la siguiente composición granulométrica:

Por 100.

Pasando por el tamiz de 80 mallas por centímetro.....	0 a 5
— — — — — y retenido en el de 80.....	10 a 25
— — — — — 40.....	6 a 20
— — — — — 32.....	5 a 40
— — — — — 20.....	5 a 30
— — — — — 16.....	5 a 30
Total pasando por el tamiz de 32 mallas por centímetro y retenido en el de 80.....	20 a 40
Pasando por el tamiz de 12 mallas por cm. y retenido en el de 16.....	5 a 25
— — — — — 8.....	5 a 15
— — — — — 4.....	2 a 15
Total pasando por el tamiz de 4 mallas por centímetro y retenido en el de 12.....	12 a 45

El relleno será polvo seco de caliza, polvo de otras piedras convenientes, o cemento portland. El total pasará por el tamiz de 12 mallas, y el menos el 66 por 100 por el tamiz de 80 mallas. La proporción de relleno será de 6 a 20 por 100, dependiendo de la clase de arena, de asfalto y de tráfico.

El asfalto deberá tener las convenientes propiedades físicas y su proporción será de 4 a 7 por 100 para la capa inferior y de 9,5 a 13,5 por 100 para la capa superior.

Construcción.—La piedra para la capa inferior debe calentarse a la temperatura de 107 a 177°. La arena para la capa superior, al mezclarse con el asfalto tendrá una temperatura de 135 a 190° y el cemento asfáltico se aplicará a una temperatura entre 121 y 177°.

La mezcla debe hacerse mecánicamente para conseguir que todas las partículas del agregado estén envueltas por cemento asfáltico.

Para la colocación en obra, la temperatura de la mezcla para la capa inferior será de 93 a 163°, y la de la mezcla para la capa superior, de 110 a 177°. Las capas deben cilindrase separadamente con rodillos que pesen unos 40 kilogramos por centímetro de ancho. La velocidad del rodillo debe ser uniforme y tal que no se consolide más de 170 metros cuadrados por hora.

No se permitirá el empleo excesivo de agua en el cilindro de vapor durante la consolidación. Durante la consolidación de la capa superior conviene espolvorearla con cemento portland.

En la parte de pavimento próxima a las orillas de las aceras es conveniente colocar una capa de cemento asfáltico caliente de 30 centímetros de ancho en contacto con la acera.

PAVIMENTOS DE HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND

Generalidades.—Se considera suficiente un grueso de 13 a 20 centímetros para el pavimento. Por razones de economía se disminuye a veces el grueso del centro a los bordes. La naturaleza del terreno de fundación, su probable estabilidad, así como el carácter e importancia del tráfico, son los factores que hay que tener en cuenta para la determinación del espesor del pavimento.

Materiales.—El cemento portland debe cumplir con lo señalado en el pliego especial de condiciones para la recepción de cementos.

La Comisión señala especialmente la importancia del agregado. La parte fina, tal como gravilla, arena o esquilas de piedra

dura, debe pasar por una criba de agujeros de 6 milímetros; el mejor agregado fino debe ser bastante uniforme y no debe contener más del 5 por 100 de material, que puede pasar por el tamiz de 40 mallas por centímetro; es mejor que preponderen las partes gruesas y, en ningún caso, ha de pasar más del 3 por 100 por el tamiz de 80 mallas por centímetro. Las briquetas tipo, hechas con cemento y agregado fino, deben dar resistencia, a lo menos, iguales que las briquetas hechas con una parte de cemento y tres partes de arena normal, en las pruebas usuales a los siete y veintiocho días.

El agregado grueso variará uniformemente de tamaño, desde 5 centímetros a 6 milímetros. El desgaste en la prueba de raspadura será inferior a 5 por 100.

Se obtiene mayor densidad estudiando las proporciones de agregado grueso y fino, para obtener el menor volumen de huecos cuando la mezcla está seca. Asimismo, en lugar de usar las proporciones corrientes de $1 \times 2 \times 4$ ó $1 \times 3 \times 5$, conviene hacer análisis para determinar las proporciones.

El tiempo y el dinero gastados quedan ampliamente compensados por la mayor densidad y resistencia que se obtiene. Análogamente es de la mayor importancia la cantidad de agua, para que el hormigón tenga consistencia uniforme al colocarlo. Aunque el hormigón debe colocarse más bien con exceso de agua, especialmente si no se apisona, debe tener, sin embargo, suficiente consistencia para que no se segreguen los componentes al golpearlo. El agua que se emplee debe ser limpia y no ha de contener aceites, álcalis ni sustancias vegetales.

Construcción.—Es preciso prestar gran atención a los moldes para que no tengan alabcos y sean lo suficientemente fuertes para mantener el hormigón plástico sin pandearse. Se requiere gran cuidado en que no pueda escapar el mortero por los bordes. El hormigón ha de colocarse de una vez en todo el ancho y grueso del pavimento. Conviene que el terreno de fundación consolidado con rodillos se humedezca antes de colocar el hormigón. Siempre que sea posible se pasará un cilindro ligero de mano y de longitud mayor que el ancho del pavimento, lo que no sólo aumenta la densidad, sino que tiende a colocar las partículas de agregado grueso en la superficie que se entrelazan unas con otras y presentan un lado plano al desgaste del tráfico.

Se dejarán juntas verticales limpias normales al eje, siempre que el trabajo se interrumpa por más de media hora. En tiempo frío, si la temperatura es menor de 10° , hay que suspender los trabajos y proteger la parte recién hecha.

Para terminar la superficie puede usarse un rasero de tabla que se maneja desde un andamio-puente o una correa de 25 centímetros de ancho que se maneja desde ambos costados del pavimento.

Finalizado el trabajo, hay que mantener la superficie húmeda y preservada del sol durante varios días.

AFIRMADOS DE TIERRA Y DE MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA

Materiales para afirmados de tierra.—Se emplea el terreno natural, quitando las piedras de más de 7 centímetros de diámetro, las raíces, césped, etc., en una profundidad de 25 centímetros en el centro y 13 centímetros en los mordientes, como mínimo.

Construcción de afirmados de tierra.—El terreno debe desmenuzarse en la profundidad antedicha por medio de gradas y después darle la forma apropiada para que la pendiente transversal sea, aproximadamente, 8 por 100 usando raseros, con el cuidado de rellenar en seguida toda depresión que aparezca. Conviene esperar varios meses antes de permitir el tránsito, durante los cuales se rellenarán todas las depresiones y se enrasarán los rellenos que se hagan.

Materiales para afirmados de mezclas de arena y arcilla.

Puede emplearse el terreno natural, o mezclas de arena y arcilla, siempre que se cumplan las condiciones siguientes: La proporción de arena será, al menos, de 70 a 80 por 100, se preferirá arena angulosa, dura y de grueso tal que, por lo menos, un 30 por 100 sea retenido en el tamiz de 20 mallas por centímetro; la proporción de arcilla puede variar del 10 al 20 por 100, y al colocarla no contendrá terrones de más de 7 centímetros de diámetro.

Construcción de afirmados de mezclas de arena y arcilla.—Se empieza por colocar sobre un terreno horizontal el material de afirmado, de modo que tenga en el centro el grueso de 80 centímetros y 15 centímetros en los costados. Posteriormente se abren las cunetas, y con el material obtenido se hacen los paseos. No conviene consolidar la superficie por medio de rodillos ordinarios, siendo preferible emplear rodillos especiales o dejar que el tránsito de caballerías y carros la efectúe. Es indispensable que durante el período de consolidación se produzca lodo, y esto sólo con las lluvias se consigue económicamente. La superficie consolidada tendrá un grueso en el centro de 20 centímetros y 10 en las mordientes; la pendiente transversal será 4 por 100, aproximadamente.

Construcción de afirmados de arena y arcilla en terrenos muy arcillosos.—Aunque se emplean varios métodos de construcción, se recomienda el siguiente, porque se han obtenido buenos resultados, en condiciones muy diferentes.

El terreno de fundación se dispondrá en forma de plano horizontal, y la porción que abarque el afirmado se excavará a profundidad tal, que a los productos colocados formando los paseos y las cunetas se les pueda dar la forma proyectada. La profundidad oscilará entre 4 y 8 centímetros, según el ancho de la vía entre cunetas. El terreno de la caja se removerá con grada hasta la profundidad de 5 a 8 centímetros, y después se extenderá sobre la caja una capa de arena de 10 centímetros de espesor, y se volverá a usar la grada de discos.

Posteriormente se extenderá otra capa de arena de 10 centímetros y se usará de nuevo la grada. Durante las primeras lluvias se removerá con gradas intensamente el afirmado. Después de las lluvias se enrasará la superficie.

Construcción de afirmados de arena y arcilla en terrenos arenosos.—El terreno de fundación se dispondrá horizontal y se extenderá sobre él una capa de arcilla de 5 a 10 centímetros de espesor; después se extenderá otra capa de arena y se empleará para mezclarlas la grada de discos. Se enrasará la superficie y durante las primeras lluvias se volverá a remover la mezcla y, finalmente, se enrasará de nuevo.

AFIRMADOS DE GUIJARROS

Descripción.—Este sistema comprende gran variedad de tipos, desde el de colocar sobre un camino de tierra los guijarros sin clasificar, hasta el de un afirmado con saneamiento, pendientes apropiadas, etc.

Materiales y construcción.—La forma de emplear los materiales varía mucho. En unos casos el guijarro se emplea clasificado, ya en su estado natural o machacado; en otros el guijarro, machacado o no, se emplea sin clasificar.

En el primer caso, con canto rodado, el tráfico tiende a dislocar la superficie, y de aquí que las dimensiones de los guijarros hayan de ser más pequeñas en las diferentes capas que en las firmes de piedra partida.

En el segundo caso la clasificación debe estudiarse teniendo en cuenta el guijarro que se encuentra en la localidad, de modo que se obtenga la densidad más elevada posible. Es muy importante

que el material posea buenas cualidades en cuanto a tenacidad, dureza, desgaste y poder cementante. La Comisión cree que pueden adoptarse seguramente las siguientes reglas, establecidas por la Sociedad americana de mejoras municipales en 1916.

Dos mezclas de guijarro, arena y arcilla pueden usarse, y se denominarán *producto núm. 1* y *producto núm. 2*; el primero, para la capa superior, y el segundo, para las capas media e inferior.

El *producto núm. 1* consistirá en una mezcla de guijarros, arena y arcilla, con las proporciones de tamaños siguientes:

Todo pasará por la criba de agujeros de 4 centímetros de diámetro, y el 60 por 100, como mínimo, y el 75 por 100, como máximo, será retenido en la criba de agujeros de 6 milímetros de diámetro.

Del material de agregado grueso (el retenido en la criba de 6 milímetros), 25 por 100, como mínimo, y 75 por 100, como máximo, será retenido en la criba de agujeros de 18 milímetros. Del material de agregado fino (el que pasa por la criba de 6 milímetros), 65 por 100, como mínimo, y 85 por 100, como máximo, será retenido en el tamiz de 80 mallas por centímetro lineal.

El *producto núm. 2* consistirá en una mezcla de guijarros, arena y arcilla, con las proporciones de tamaños siguientes: Todo pasará por una criba de agujeros de 64 milímetros de diámetro, y tendrá 60 por 100 como mínimo y 75 por 100 como máximo, que no pase por la criba de agujeros de 6 milímetros de diámetro. Como mínimo 25 por 100, y como máximo 75 por 100 del agregado grueso será retenido en la criba de agujeros de 25 milímetros de diámetro. Como mínimo el 65 por 100, y como máximo el 85 por 100 del agregado fino, será retenido en el tamiz de 80 mallas por centímetro lineal.

Cuando los guijarros sean cuarzosos, se permite agregar una pequeña cantidad de arcilla o marga, por tener el cuarzo poco poder cementante.

Conviene extender el sistema de afirmados de guijarros, por su pequeño coste y facilidad de conservación, a las carreteras de poco tráfico.

En los pliegos de condiciones se especificarán los métodos de construcción, teniendo en cuenta el carácter o importancia del tráfico, la calidad del guijarro de que se disponga y las circunstancias locales, sin perder de vista que la principal característica de este sistema de afirmado ha de ser la economía.

AFIRMADOS DE PIEDRA PARTIDA

Materiales.—La piedra partida será limpia, angulosa, áspera, de textura compacta y grano uniforme. Haciendo los ensayos mecánicos adoptados, el coeficiente de desgaste será menor de 5 y el de tenacidad mayor de 6. La piedra partida se separará en tamaños por medio de cribas. Los tamaños de clasificación dependen del grueso del afirmado. Si este grueso fuese de 15 centímetros, el máximo tamaño de las piedras será 7,5 centímetros; si el grueso fuese de 18 centímetros, el máximo tamaño de la piedra será 9 centímetros. En todos los casos, la piedra partida se extenderá y cilindrá en dos o más capas, usando los tamaños mayores para la capa inferior, teniendo cuidado en la extensión para que la densidad sea uniforme en cada capa.

Los productos de tamaño comprendido entre 1 y 2 centímetros se usarán como material agregante, usándose sólo en la capa superior en los afirmados de las capas, y en las dos superiores en los afirmados de tres capas.

La Comisión recomienda que no se fije el tamaño de la piedra, atendiendo a los productos que puede proporcionar una instalación de machaqueo y cribado, pues las proporciones pueden variar mucho con la inclinación de la criba, longitud y diámetro de ésta, clase de piedra, etc.

Se recomienda fijar el tamaño por pruebas de laboratorio con arreglo al siguiente modelo:

Que pase por la criba de (tamaño mínimo elegido)
a por 100.

Que pase por la criba de (tamaño próximo al máximo elegido)
a por 100.

Que pase por la criba de (tamaño máximo elegido)
a por 100.

Con esta norma no se trata de obtener graduación de tamaños, sino las proporciones de las piedras de pequeño y gran tamaño.

La selección de criba que ha de usarse, la hará el ingeniero por análisis mecánicos de todos los productos de las instalaciones de machaqueo y cribado que excitan a la localidad en que han de ejecutarse las obras.

Construcción.—Cada capa de piedra partida se cilindrá con rodillo de 10 a 15 toneladas. Se empezará el cilindrado por los costados, aproximándose gradualmente al centro, y se continuará, hasta que no se muevan las piedras delante de las ruedas. El material agregante se usará en la capa superior en cantidad tal, que después de extender alternativamente, agregante y agua en cilindrado continuo, los huecos queden rellenos y una onda de material plástico vaya delante del rodillo.

Posteriormente se extenderá una capa delgada de trocitos muy menudos o polvo de piedra, en cantidad suficiente para cubrir por igual.

Investigaciones que se recomiendan.

La Comisión no ha tenido tiempo para deducir consecuencias previas sobre algunos extremos interesantes, y recomienda que se estudien los siguientes:

Eficiencia del uso de aceites asfálticos, en la superficie de afirmados de guijarro y de piedra partida.

Cantidad máxima y mínima de carbón libre que pueden contener los alquitranes, en condiciones conocidas de los demás componentes del alquitrán, de clima, de tráfico y de método de empleo.

Conveniencia de incorporar a los pavimentos bituminosos contruídos por el método de penetración, material bituminoso en exceso o determinación de la cantidad mínima necesaria.

Determinación y expresión de la consistencia más conveniente para los materiales bituminosos, en toda la gran escala de dichos materiales de líquidos o sólidos y de la relación existente en algunos, si no todos los casos.

Métodos para determinar la fuerza de adhesión de cementos bituminosos.

Efecto de varias clases de terrenos en cubiertas bituminosas, en condiciones determinadas de tráfico.

Determinación del desgaste interior en los pavimentos de macadán, en condiciones determinadas de tráfico y variaciones que pueden producirse en el desgaste, por variar el tamaño de la piedra en las diferentes capas.

Causas de las grietas longitudinales y transversales en los pavimentos de hormigón y de ladrillo y métodos para reducirlas a un mínimo.

Cilindrado u otros métodos para aumentar la densidad en la superficie de los pavimentos de hormigón.

Ventajas relativas de los pavimentos de hormigón de una o de dos capas y de los pavimentos de hormigón armado y sin armadura.

Determinación de la cualidad más ventajosa para bloques de madera.

Ventajas relativas del mortero de cemento y del betún para relleno de juntas de pavimentos de bloques.

Elección de juntas apropiadas, en pavimentos de bloques con fuertes pendientes.

Continuación de las estadísticas de tráfico y estudio de los resultados obtenidos, para determinar el efecto de los camiones automóviles en varias clases de pavimentos, especialmente en lo relativo a velocidad de los vehículos. Establecimiento de alguna relación entre el tráfico y la duración o coste de los pavimentos.

Métodos apropiados para elección de muestras para ensayos.

NOTA FINAL.—Todos los sistemas de afirmados que la Comisión describe se han usado en los Estados Unidos en gran escala, pero en los dos últimos años el hormigón de cemento portland ha adquirido notoria preponderancia. En Europa existen hasta ahora pocos pavimentos de esta clase, pues se les hacen las siguientes objeciones: para que el hormigón haya adquirido suficiente dureza, se necesita mucho tiempo, lo que impide al tráfico utilizarlo prontamente; el hormigón no constituye pavimento elástico, y, por consiguiente, ha de desgastarse más que los pavimentos bituminosos, aparte de que como no tiene propiedades adherentes, toda partícula que se desprenda no puede volver a incorporarse; como es imposible asegurar uniformidad absoluta en el hormigón y en la colocación en obra, habrá, inevitablemente, partes de la superficie que se desgasten más que otras, y, por lo tanto, tendencia a formarse baches, que no pueden repararse con hormigón, por lo mal que une con la parte fraguada, y principalmente porque habrá necesidad de impedir el tránsito durante bastante tiempo, para dar lugar al endurecimiento; finalmente, cuando el pavimento está muy desgastado es difícil reconstituirlo.

En el único caso que conozco en España de hormigón de cemento portland para carretera, hecho en regular extensión, se produjeron muy pronto baches, que en menos de dos años eran bastante molestos para la circulación.

En Norteamérica no preocupa tanto la formación de baches como la aparición de grietas, tanto longitudinales como transversales. La reparación de baches se efectúa empleando hormigón bituminoso, que parece da excelente resultado, aunque el aspecto del pavimento es de suponer que ha de ser poco satisfactorio. Sobre la forma de reparar los baches ha publicado unas instrucciones muy detalladas la Sociedad Americana de fabricantes de cemento portland.

Las objeciones hechas en Europa al sistema de hormigón, tienen carácter teórico, o se refieren a resultados obtenidos en pavimentos hechos en forma bastante diferente de como se ejecutan en Norteamérica. La dosificación de materiales, el cilindrado y la forma de terminar la superficie, tienen gran importancia. No es posible, por tanto, formar juicio definitivo, y convendría hacer en nuestro país algún ensayo.

El sistema de hormigón armado empieza a usarse en alguna extensión. El año 1917 se construyó en Inglaterra una carretera en Southampton, utilizando como cimienta el macadán existente; una particularidad digna de mención fué que la superficie se trató con alquitrán caliente y después se extendió una capa de arena.

Alguien ha propuesto hacer losetas de hormigón, que podrían colocarse en forma parecida a la usada en los diferentes pavimentos de bloques, con lo que se atenuaría los inconvenientes

del lento fraguado *in situ* y las reparaciones serían más fáciles. No ha llegado a mi conocimiento si se han hecho pruebas.

Los entarugados tienen cada vez mayor importancia, por considerarse uno de los sistemas más baratos, si se tiene en cuenta no sólo el gasto de construirlos, sino el de conservarlos y la duración. Se emplea también mucho en Europa; en Londres y París existen grandes superficies de esta clase de pavimento. El mal resultado que dió en Madrid hace algunos años, ha sido causa de que no haya vuelto a emplearse apenas; teniendo en cuenta los progresos en la técnica de los entarugados, sería de desear que se estudiara de nuevo la conveniencia de su aplicación.

Actualmente se ejecutan en Madrid adoquinados con cimienta de hormigón y almohadilla y juntas de mortero de cemento. También se ha hecho alguno del sistema Durax (calle del Almirante).

Siendo muy discutida la cuestión de qué material es mejor para almohadillas y juntas, convendrá aprovechar la circunstancia de estar efectuándose la pavimentación de Madrid para hacer algún adoquinado con materiales bituminosos, preferentemente con cemento asfáltico.

Los afirmados en que entra como componente material bituminoso, parece que pueden dar magnífico resultado, siempre que se estudien cuidadosamente las condiciones de aplicación. En Inglaterra han alcanzado mucha boga, después de los ensayos hechos en Sidcup, durante los años 1911 a 1917. El tramo de carretera en el que se han hecho 23 clases de afirmados, soporta un tráfico medio diario de unas 3.000 toneladas. Los hormigones de asfalto, los de alquitrán (tarmacadán), ya se emplee piedra partida o escorias, se construyen corrientemente y hay casas especializadas que disponen de todo el material necesario para la ejecución.

Conviene advertir que esta clase de afirmados pueden dar lugar a sensibles fracasos si no se hacen ensayos de laboratorio del material bituminoso y si no se tienen muy en cuenta las condiciones climatológicas.

He visto ejecutar un afirmado de hormigón de alquitrán, que resultó costosísimo, no por el precio de los materiales, sino por la cuidadosa ejecución, y que dió resultados mucho peores que el macadán ordinario, al que sustituyó. El alquitrán empleado era subproducto de una fábrica de gas; no estando refinado, carecía de las características hoy exigidas para su empleo.

Los pavimentos de ladrillos vitrificados, del tipo monolítico o del semimonolítico, se empiezan a construir mucho. Con frecuencia las revistas técnicas dan cuenta de averías de importancia en pavimentos de esta naturaleza, siendo también relativamente frecuentes los casos en que el éxito ha sido satisfactorio.

Respecto a pavimentos de losetas asfálticas conozco en España dos casos en que el tráfico que soportan es muy pesado, y el resultado no ha podido ser más lisonjero.

En Alemania y en Italia se empiezan a usar otros pavimentos especiales. La descripción no tiene objeto, pues sólo me propuse presentar un ejemplo de la atención que se concede en Norte América al problema, en la creencia de que si personas autorizadas estudiaran particularmente su aspecto financiero, harían a nuestra Nación un señalado servicio.

MANUEL AGUILAR.

