

¿Cuál es, en efecto, la duración de esta acción *fixatriz y bactericida*? ¿Qué podrá suceder bajo la acción más ó menos prolongada del frío y de la humedad? Cuestiones son éstas que aún no están resueltas, pero que lo serán probablemente muy pronto. La Wistramita, alquitrán de aceite mineral y vegetal, soluble en el agua mediante una saponificación amoniacal, basta mezclarla en 10 por 100 para impedir la formación del polvo; pero hay que advertir que los ensayos de Cristiani y Michelis no son tan favorables á esta sustancia como al petróleo y alquitrán, la acción antiséptica es casi nula, y su acción de fijar los gérmenes y el polvo completamente insignificante; abandonada á sí misma una calzada impregnada de Wistramita, no tarda en cubrirse de una gran colonia de gérmenes, conteniendo el aire una cantidad muchísimo mayor que en los alquitranados ó con petróleo, y aún más, se ha observado ya en las carreteras normales.

RUFO G. RENDUELES.

EL PRIMER CONGRESO DE CARRETERAS

(CONCLUSIÓN)

Pavimento de madera en la vía de tranvías.—Los empujes del pavimento de madera sobre las vías de tranvías tienen consecuencias que es necesario atender, aparte de todas las consideraciones contenciosas que han podido retrasar la solución técnica de la cuestión.

En efecto, estos empujes desplazan casi todos los sistemas de vía férrea; por otra parte, toda vía férrea movida disloca y arruina con rapidez el pavimento de madera en el que está establecida. Importa evitar estos efectos perjudiciales recíprocos, porque no se puede pensar, como algunos han sostenido, en proscribir el pavimento de madera en las zonas ocupadas por las vías de tranvías.

En París, la Compañía general de ómnibus ha concluido por reclamar pavimentos de madera en todos los recorridos donde explota líneas de ómnibus automóviles.

La rápida destrucción de los pavimentos de madera por las vías férreas instables merece ser puesto en claro.

Al principio de los entarugados los Ingenieros se inquietaron solamente por tener que yuxtaponer en las vías de tranvías materiales tan desemejantes como la madera y el hierro. La homogeneidad del revestimiento estaba así comprometida de una manera mucho más grave que con los pavimentos de piedra; el desgaste de los tarugos y de los rieles no podía ser de la misma importancia; el riel se hallaría muy pronto en saliente sensible respecto de los tarugos de madera adyacentes, y este saliente debía provocar en seguida la formación rápida de un carril.

Durante mucho tiempo hubo esta sola preocupación y se imaginaron toda clase de remedios. El más sencillo consistía en colocar los tarugos 2 ó 3 centímetros más altos que los rieles; se formaba así de antemano la rodada que se temía, á pesar de que se tenía cuidado de suavizar el talud con el empleo de tarugos chaflanados. Después se ha pensado en hacer las vías móviles con relación al nivel de la fundación, habiendo hechos ensayos en este sentido. Otras veces se han encuadrado los rieles con tarugos de madera dura y hasta con adoquines metálicos y aun con tarugos que no se unían con morteros para reemplazarlos más fácilmente.

Por ingeniosas que fueran algunas de estas disposiciones, debían de ser completamente ineficaces; porque no se esforzaban en corregir más que una, y tal vez la menor de las causas del mal, despreciando la principal de entre ellas, á saber: la movilidad de los rieles.

Poco á poco algunas Compañías de tranvías, para reducir sus gastos de conservación y para ponerse en estado de emplear la tracción mecánica, tuvieron que consolidar sus vías férreas. Se apercibieron entonces de que á lo largo de las vías consolidadas la rodada se producía más lentamente y no aparecían rodadas más que alrededor de juntas cuyo ensamblaje se había hecho con imperfección. Se vino así á comprender la necesidad de no apoyar tarugos de madera contra rieles mas asentados.

Esta conclusión pudo ser prevista, porque el tarugo de madera no ofrece ninguna resistencia por sí mismo. Si el tarugo no reposa sobre hormigón, que tiene la misión de protegerle; si el movimiento del riel lo mueve y lo inclina, la circulación debe inmediatamente romperlo y desmenuzarlo.

Para que un riel no perjudique á los tarugos de madera que se apoyan en él, es necesario que estos tarugos, gracias á su elasticidad, puedan seguir, sin desplazarse con relación á la fundación de hormigón, las flexiones y vibraciones que sufre el metal; la amplitud de estas flexiones y de estas vibraciones deben, por tanto, quedar muy débiles. En suma, se puede decir que, más que homogeneidad en la resistencia al desgaste, las calzadas mixtas donde se avencinan el hierro y la madera deben tener homogeneidad en la estabilidad de cada una de sus partes.

No se podrá entonces tener buenos pavimentos de madera en las vías de tranvías, si estas vías no son perfectamente sólidas. Es necesario exigir rieles robustos, juntas indeformables, bridas numerosas y fuertes; es necesario también que las escarpas hagan solidarios completamente los rieles y la fundación.

Nosotros no estudiaremos más detalladamente los elementos de una vía férrea. Para aplicar mejor el principio de homogeneidad que acabamos de enunciar, opinamos que procede colocar siempre los rieles sobre un larguero continuo de madera empotrado en la fundación de hormigón.

Los pocos ensayos hechos en este sentido en París, han dado hasta el presente resultado completamente satisfactorio.

Cuando se ha llegado á construir una vía realmente estable, la conservación del pavimento de madera á lo largo de los rieles cesa de ser difícil y cara.

Pero entonces es indispensable cuidar de que los pavimentos de madera á su vez no destruyan el resultado alcanzado. Si se deja á los empujes obrar libremente, pueden deformar los rieles, alterar las uniones, romper las bridas y arrancar las escarpas.

Coste de precio en obra de un pavimento de madera.—El precio de primer establecimiento de un pavimento de madera no puede ser igual en París que en otra villa de provincias en el extranjero; es en París, por metro cuadrado, el siguiente: preparación del terreno, 1 á 2 $\frac{1}{2}$ francos; fundación de hormigón, 3,65; enlucido de mortero, 0,55; abastecimiento de tarugos de 0,12 metro de alto de pino de Las Landas, creosotado, 10 francos; mano de obra del pavimento, 1,15; aprovisionamiento y extensión de gravilla de pórfido, 0,40; gasto de vigilancia, 0,25; total, 17 á 18 $\frac{1}{2}$ francos. La conservación comprende las grandes reparaciones, la

conservación corriente y la limpieza; es necesariamente variable con la frecuentación de las calzadas entarugadas.

En las vías de gran circulación seguidas por tranvías, un pavimento de madera no dura más de siete á ocho años; pero en gran número de vías se llega á espaciar los levantamientos totales diez años; se puede admitir para el cálculo de una duración media de nueve años.

El precio de un metro cuadrado de levantamiento total es el siguiente: arranque y transporte de pavimentos viejos á 0,75 francos; aprovisionamiento de pavimentos, 10; mano de obra del pavimentado, 1,15; aprovisionamiento y extensión de grava de pórfido, 0,40; gastos de vigilancia, 0,25; total, 12,55 francos.

Para cada uno de los nueve años que separan dos entarugados el gasto anual es 1,39 francos, es necesario añadir á esta cifra 0,30 por conservación corriente y 0,75 por limpieza. Se obtiene, por tanto, un gasto total de 2,45 francos por año.

En realidad en París el gasto real de conservación es inferior á esta cifra, porque es indispensable no pasar los créditos inscritos en el presupuesto.

Aplicaciones del pavimento de madera.

El pavimento de madera es el revestimiento por excelencia de las vías urbanas. Se acomoda á todo género de circulación, ya sean pesadas y rápidas, ya ligeras y lentas. Se puede emplear, ya en las arterias industriales que siguen los grandes camiones, ya en las vías de lujo, como en la Avenida de los Campos Elíseos.

No da resultados medianos más que en las vías poco frecuentadas y en las que la limpieza no puede estar asegurada de una manera continua y donde el empleo de un pavimento poco sonoro está desde luego poco justificado.

Teniendo esto presente, es muy dudoso que haya nunca interés en pavimentar con madera carreteras ó caminos vecinales, aparte de las travesías de villas, á no ser en ciertos recorridos limitados susceptibles de recibir cuidados especiales.

En las poblaciones, á pesar de los reproches que pueden hacerle los concesionarios de tranvías, se debe recurrir al pavimento de madera cuando el pavimento de piedra es intolerable; se evita actualmente en París entarugar calles de pendiente mayor del 5 por 100, si bien se ha entarugado en longitud de 104 metros en pendiente de 5,3. No es cierto, sin embargo, que los peligros de deslizamiento aumenten con la inclinación del perfil longitudinal; en efecto, el deslizamiento sobre el entarugado, como hemos dicho, es provocado, sobre todo, por el barro que recubre la calzada, y el barro se forma por el agua estancada. Por tanto, una calzada de pendiente grande está casi siempre seca y limpia; las aguas la recorren rápidamente y la limpian.

La circulación de automóviles se verifica muy bien en pavimento de madera. Basta citar respecto de esta opinión, la parte central de la Avenida de los Campos Elíseos, que está reservada á este género de circulación, el pavimento de madera, desembarazado de los excrementos y orinas de los caballos, impregnado de materias grasas que se escapan de los motores y de las ruedas, pulimentado por las bandas neumáticas, parece susceptible de alcanzar gran duración.

Sin embargo, el pavimento de madera, menos desde luego que cualquier otro sistema de pavimento, no está en estado de resistir largo tiempo al paso de automóviles ex-

cepcionalmente pesados. Un establecimiento industrial de París hace circular desde hace algunos años coches de vapor de 20 toneladas en carga, de las que 14 van sobre un eje. Un entarugado, establecido en la calle de Clisson, en el trayecto seguido por estos automóviles, no ha durado más que, con grandes esfuerzos, cuatro años; los tarugos han sido desplazados; después aplastados por estas cargas excepcionales habiéndose perjudicado también la fundación de hormigón. Es necesario, sin duda, prohibir el uso de máquinas tan pesadas, y para las que no se podría pensar en rehacer totalmente la red de carreteras y caminos existentes.

Pero aparte de esta reserva, parece que el pavimento de madera está destinado á conseguir la conquista de París y sin duda también de todas las villas que se hallan en condiciones análogas.

II.—Calzadas asfaltadas.

Se emplearon desde luego casi exclusivamente en París y en Londres, sin embargo, y que hoy gozan de gran favor en Berlín y en Alemania.

En 1875 tenía París 260.000 metros cuadrados de asfalto, y en 1908 no ha llegado á doblarse esta cifra.

Se ve por los datos consignados en la Memoria que desde el año 1884 en que se empezó á propagar el empleo de la madera es insignificante el desarrollo de las superficies asfaltadas. La fabricación de asfaltado no ha variado de procedimiento desde el origen.

Las calcáreas bituminosas que se colocan en obra gozan de una propiedad: de que una vez reducidas á polvo impalpable basta calentarlas moderadamente (115° á 140°) y comprimirlas para que vuelvan á tomar su cohesión primitiva.

Las calzadas de asfalto comprimido llevan una fundación de hormigón de cemento protegido por una capa de 4 á 5 centímetros de calcárea bituminosa.

Establecimiento de las calzadas de asfalto comprimido.

Se procede á la preparación del suelo de las calzadas asfaltadas del mismo modo que para las calzadas pavimentadas de madera.

El perfil transversal se determina por la misma fórmula, pero es un poco menos bombeado; la defensa del reguero es solamente de 0,048 metros. Se ha pensado estos últimos años en aumentar esta defensa sin hacer variar el bombeo total. Se habría podido, para eso, sustituir con una parábola cúbica á la parábola de segundo grado primitivamente adoptada; pero se ha creído que el menor bache comprometería la buena escorrentía de las aguas, habiéndose por esta causa abandonado la idea.

Cimiento de hormigón.—La fundación de hormigón es semejante á la de los pavimentos de madera, pero sin enlucido. Se cuida, por el contrario, de hacer la superficie tan rugosa como sea posible con la extensión de arena que se efectúa antes del fraguado completo del hormigón.

Los revestimientos de asfalto presentan, en efecto, el inconveniente de desplazarse fácilmente de la superficie de la fundación bajo la influencia de la circulación. La rugosidad de la fundación se opone á este desplazamiento, al menos en cierta medida.

Preparación del asfalto.—Los yacimientos de asfalto se

explotan por medio de galerías subterráneas, otros á cielo abierto.

La roca asfáltica aparece en forma de una calcárea homogénea formada de granos muy finos, cada uno de los que está recubierta de una delgada película de betún.

El betún que impregna esta roca es una mezcla de hidrocarburos nativos y derivados de hidrocarburos triscosos ó sólidos á la temperatura ordinaria.

La buena roca asfáltica debe estar regularmente impregnada de betún, estar exenta de piritas de hierro y no contener más de 2 por 100 de arcilla y de materias extrañas.

Conviene que las máquinas, en las que se prepara el polvo para la confección de las calzadas, estén situadas en la proximidad del lugar del empleo.

En París pertenecen todas á empresarios; sin embargo, la villa tiene vigilantes á sus expensas.

La roca asfáltica llega de las minas ó de las canteras en estado bruto. Se eligen los bloques según la cantidad de betún que contienen, después se pedazan y machacan por medio de aparatos mecánicos. Entre estas dos últimas operaciones se hacen las mezclas destinadas á obtener la cantidad de betún requerida, teniendo cuidado en todo tiempo de no emplear jamás rocas de la misma naturaleza. Para las calzadas el polvo debe contener á lo menos 6 por 100, y lo más 13 por 100 de betún; la proporción exacta que hay que emplear en cada caso particular, puede variar sensiblemente entre estos límites, según la procedencia del asfalto y también según la situación de la calzada que hay que revestir y la naturaleza del tráfico que ella sirve; para el asfalto de Raguse es necesario, en general, adoptar una proporción de betún sensiblemente más elevada que para los asfaltos de Val-de-Travers y de Seyssel.

Después del machaqueo se efectúa un tamizado para no tener más que granos de grueso uniforme.

Se calienta en seguida el polvo en máquinas de rotación, haciendo la calefacción regular y evitando los golpes de fuego y á temperatura comprendida entre 115° y 140°. La operación se continúa hasta hacer desalojar completamente el vapor de agua.

El transporte al pie de obra se efectúa en carretones de paredes metálicas que se recubren con una tela impermeable. Siendo el polvo de asfalto mal conductor del calor se le puede transportar en distancias de 8 á 10 kilómetros, sin que su temperatura descienda más de 3 á 4 grados.

Confección de la calzada.—La extensión del polvo caliente es una operación que exige cierta habilidad profesional; en efecto, es necesario que la capa tenga un espesor y una densidad constantes.

Se sirve de un carretón metálico de hierro. Se extiende el polvo con rastrillo procurando darle un espesor regular de 6 á 7 centímetros, según que se quiera dar á la capa un espesor definitivo de 4 á 5.

Se procede después al apisonamiento por medio de pisones circulares de 0,20 metros de diámetro, los que se debe tener cuidado de calentar con anterioridad. Se debe empezar por comprimir los bordes asegurando la soldadura completa de la nueva capa con las superficies precedentes ejecutadas ó con los bordes ó adoquines que encuadran la calzada.

Después del apisonamiento se hace un alisado general por medio de un hierro caliente al rojo ligeramente encorvado.

Se completa después la compresión por medio de rodillos movidos á mano y cuyo peso aproximado es de una tonelada.

En París se ha ensayado recientemente emplear, con este fin, los grandes cilindros compresores, pero parece preferible usar rodillos más ligeros y manuales. Por lo demás, algunos pretenden que esta última operación no es indispensable.

Es importante en todos los casos cuidarse principalmente de la aplicación del asfalto en los regueros, por ser por ellos por donde perecen frecuentemente las calzadas asfaltadas. Para obtener una adherencia completa del asfalto con los cordones de las aceras, se aplica desde luego á la base de estos cordones un embadurnado de betún líquido y caliente; se efectúa un apisonado suplementario con pisones rectangulares. Por último, se hace impermeable la superficie del reguero extendiendo betún puro en polvo que se alisa á hierro caliente; se abre la calzada á la circulación cuando se ha enfriado y después de haber extendido sobre ella polvo de cal hidráulica ó de cemento.

Conservación del asfalto comprimido.

Limpieza.—La limpieza de la calzada no influye en la duración del asfalto lo mismo que en el pavimento de madera.

El asfalto comprimido no es atacado más que por las aguas grasas y jabonosas que en otros tiempos corrían por los regueros y que hoy no corren, y sólo los aceites que dejan escapar los automóviles disuelven de modo apreciable el asfalto.

Desde el punto de vista de la facilidad para la circulación, se debe notar que las calzadas de asfalto comprimido son muy deslizantes cuando están simplemente humedecidas por una lluvia ligera; la pequeña capa de barro compacto que se forma entonces no se adhiere á la superficie del mismo. Aquí también el lavado producirá buenos efectos arrastrando el polvo y deyecciones que recubran la calzada.

Pero como el desgaste de la calzada es muy lento, se forma poco polvo y necesita, en suma, limpieza poco activa y numerosa, limitándola á ligeros riegos si llegara á formar barro. Esta parte del entretenimiento del asfalto comprimido no exige más que gastos normales.

Conservación propiamente dicha.—Como acabamos de decir, el asfalto se desgasta muy poco. Una vez que la calzada ha alcanzado el grado conveniente de compresión, el espesor varía lentamente. No es raro que se tenga que desmontar y rehacer trozos que conserven los $\frac{3}{4}$, ó los $\frac{2}{3}$, de su espesor primitivo en la mayor parte de su extensión.

Las dos principales causas de ruina de los asfaltos son el laminado y la desagregación de la capa de asfalto.

El laminado de la capa de asfalto es muy peligrosa; aparece después de algunos años y cada vez con más frecuencia en París, bien porque el número y peso de vehículos sean excesivos, bien porque la calidad del asfalto y los cuidados de ejecución de la obra hayan disminuído. Este laminado produce el efecto de disminuir progresivamente el espesor de la capa central de la calzada y hacer refluir la materia en los regueros donde forma burletes y se disloca. Si no se tiene cuidado de rehacer con urgencia estos regueros, el agua penetra bajo la calzada y la destruye rápidamente.

La desagregación del asfalto se manifiesta por la formación de castañas; en las partes de la calzada en que se halla así, parece que el betún se ha volatilizado; el asfalto se hien- de y toma el aspecto de un macadán frágil. Este fenómeno

puede ser provocado, bien por la inestabilidad de la fundación, bien por la introducción de la humedad entre el asfalto y el hormigón, otras veces también por la mala calidad de la materia primera.

Se separan los asfaltados por piezas aisladas y preferentemente en grandes superficies.

Las principales precauciones que hay que observar en semejantes casos se refieren á la demolición del asfalto viejo; es necesario cortar el contorno de las piezas con el hacha y levantar después el revestimiento.

El empleo del polvo asfáltico se hace siempre como los trabajos nuevos.

Está prohibido emplear en la fabricación del polvo los bloques de asfalto comprimido provenientes de las calzadas desmontadas; estos bloques se utilizarán solamente para la fabricación de mastic del betún líquido empleado en la construcción de aceras.

Examen crítico de las calzadas de asfalto comprimido.

Se hacen deslizantes después de una lluvia ligera; pero los caballos se caen fácilmente también en tiempo seco, cuyo inconveniente es bastante grave, si bien se evitaría en gran parte, uniformando la naturaleza de los revestimientos, por que los caballos se acomodarían al asfalto.

No se empleará en pendientes de más del 2 por 100.

Si no tuviera más que estos inconvenientes estarían compensados por bastante número de ventajas, como son la insonoridad, la suavidad de la circulación, la ausencia de barro y polvo, la facilidad de la limpieza.

Desgraciadamente, el asfalto comprimido no resiste á las circulaciones activas y pesadas. En las calles de tráfico exclusivamente industrial, así como existe actualmente en ciertas calles del centro de París, en las que el número de vehículos de todas clases ha aumentado mucho en estos últimos años, el asfalto comprimido exige reparaciones y refecciones incesantes. Los gastos de conservación son tales en muchos casos, que es indispensable renunciar á esta clase de revestimientos. Es probable que la situación acerca de este punto se agrave en adelante.

Por otra parte, el asfalto comprimido es un revestimiento frágil. Su preparación y aplicación exigen una mano de obra de la que no se conocen bien todas las condiciones, y, por otra parte, las calzadas de asfalto no pueden resistir la menor oscilación ó movimiento. Si la fundación está mal asentada sobre el suelo inferior, si se agrieta ó sufre grandes vibraciones, el asfalto se desgrega. Se debe considerar como imposible restablecer, antes de un año ó dos, una calzada asfaltada bajo la que se ha construido una gran alcantarilla ó un camino de hierro subterráneo.

Aún se conduce peor á lo largo de las vías de los tranvías. Del mismo modo que el pavimento de madera no se acomoda á la inestabilidad de los rieles que tolera el pavimento de piedra, el asfalto comprimido, á su vez, no soporta la menor de las vibraciones que dejan inmune al pavimento de madera. Para que un revestimiento de asfalto pueda adosarse á un riel, es necesario que éste permanezca rigurosamente inmóvil en todos los sentidos y bajo los diversos esfuerzos que sobre él obren. Por este resultado no puede alcanzarse actualmente; todas las vías férreas se flexionan ó al menos vibran, y por tal motivo arruinan en muy pocos días el asfalto puesto en contacto con ellas. No hay duda de

que existen paliativos; se pueden encuadrar los rieles con filas de adoquines, pero se destruye así la unidad del revestimiento y se compromete sensiblemente la unonoridad de la calzada.

En consecuencia, vale mucho más renunciar por completo á revestir de asfalto la zona de las vías de los tranvías.

Precio de las calzadas de asfalto comprimido.

El precio medio de una calzada de asfalto comprimido es para el metro cuadrado en París el siguiente: preparación del terreno, 0,75 á 2,20 francos; cimiento de hormigón, 3,65; capa de asfalto comprimido con espesor de 5 centímetros, 12,45; vigilancia, 1; total, 17,85 á 19,30 francos.

Los gastos de conservación son extremadamente variables según la frecuentación de la calzada.

En ciertas calles no se puede conservar más de dos años un revestimiento de asfalto, mientras que en otras la duración puede alcanzar trece á catorce años.

En el primer caso, la conservación propiamente dicha cuesta alrededor de 5 francos por año y por metro cuadrado; en el segundo cuesta, á lo más, 0,70 francos.

Los gastos de limpieza están comprendidos entre 0,70 y 0,85 por metro cuadrado y por año.

En París, donde se evita asfaltar las calles más frecuentadas, el gasto medio anual por metro cuadrado del entretenimiento de todas ellas ha sido en estos últimos años aproximadamente 2 francos.

Calzadas diversas de asfalto.

Se han ensayado baldosas de asfalto, preparadas por compresión, habiendo dado mal resultado; se ha mezclado el asfalto con esencia de caucho en proporciones que han quedado en el secreto, también con mal resultado; se emplea en América asfaltos de las Antillas y de Venezuela, cuyos yacimientos de betún están mezclados con materias minerales y orgánicas aplicando dos capas superpuestas, la una de hormigón bituminoso y la otra de mastic asfáltico, teniendo la primera unos 3 centímetros de espesor y la segunda 4. Comprimen estas capas con rodillos de vapor. El deslizamiento sobre este asfalto es un poco menor, pero no tiene objeto dar más detalles de este particular por no emplearse en Europa.

Se ha empleado también el asfalto denominado «armado», que tiene alguna analogía con el anterior y del que sólo se cita el nombre porque actualmente está en ensayo.

Aplicaciones del asfalto comprimido.

El asfalto comprimido es un revestimiento perfectamente higiénico.

Desgraciadamente no se acomoda ni á las pendientes algo acentuadas ni á un tráfico intenso y pesado ni á las vías férreas de tranvías.

Es necesario entonces reservarlo para las calles tranquilas y poco accidentadas, porque en ellas es muy ventajoso, cuesta poco y las calzadas son irregulares y limpias.

El asfalto comprimido ha producido excelente servicio en París, en una época en que la circulación estaba lejos de su actividad actual; pero desde ahora no está ya en estado de desarrollarse sensiblemente.

Se puede aconsejar su empleo en las villas, pero no en las carreteras.

III.—Resumen.

Entre los pavimentos diversos, sólo son interesantes los pavimentos de madera y los pavimentos de asfalto.

Estas dos especies de calzadas convienen especialmente á las calles de las villas, se las puede considerar como calzadas de hormigón en las que se protege la superficie con revestimientos de madera y asfalto, á la vez insonoros y elásticos, pero de poca duración.

Pavimento de madera.

El pavimento de madera introducido en París en 1881 no ha cesado desde entonces en ser el preferido.

Antes de emprender un pavimento de madera se empieza por desembarazar el suelo de las conducciones de agua, de gas y de electricidad que lo ocupan; después se arregla la superficie según su perfil bombeado.

Se establece un cimientado de hormigón, cuyo espesor no debe ser muy considerable, y se le recubre con un enlucido.

La mejor madera para fabricar pavimentos es en Francia la madera sangrada de pino de Las Landas. Las maderas muy duras exóticas ó indígenas rompe el cimientado y dan malas calzadas.

Para fabricar los tarugos se sierran los maderos del comercio en trozos de débil longitud.

La fábrica municipal de tarugos de madera en París es la mayor fábrica de este género que existe en el mundo.

En París se impregnan los tarugos de madera con creosota.

En las calzadas se separa el pavimento de madera de las aceras por medio de anchas juntas longitudinales llenas de arena.

Las juntas que separan las filas de tarugos están llenas de morteros de cemento.

El sistema Kerr, que se emplea alguna vez, consiste en llenar la parte inferior de las juntas con mastic bituminoso y de mortero de cemento la superior.

La limpieza de una calzada entarugada exige numerosos lavados y la calzada no podrá durar sin cuidados continuos de limpieza.

La conservación, propiamente dicha, de un pavimento de madera, exige repicados, arreglos generales y levantamientos totales; es necesario reducir los repicados al mínimo indispensable.

En los repicados y arreglos generales se emplean los tarugos viejos después de haberlos desbarbillado; esta operación puede hacerse á máquina.

El pavimento de madera no tiene más que dos inconvenientes bastante importantes la pudrición y el empuje que provoca.

Se evita la pudrición en muchas calzadas de París gracias á los cuidados de limpieza y á la rapidez del desgaste.

Para las calzadas menos frecuentadas convendrá hallar un sistema que dé á los tarugos una larga impudrición; hay varios sistemas en estudio.

El desplazamiento de los cordones de las aceras y el levantamiento del pavimento producido con frecuencia por el hinchamiento de los tarugos no producen impedimento sensible y son fáciles de reparar.

Los efectos que los empujes producen en las vías de los tranvías son mucho más perjudiciales.

Se preocuparon en otro tiempo, con exceso, de la diferencia de resistencia al desgaste de los carriles del tranvía y de los tarugos.

Importa ante todo que haya homogeneidad en la estabilidad de las calzadas mixtas.

Es necesario establecer en los pavimentos de madera vías férreas sólidas, bien ensambladas y solidarias con la fundación; se aconseja adoptar vías colocadas sobre largueros de madera empotrados en hormigón.

Sería conveniente hallar un medio eficaz de suprimir los empujes que el pavimento de madera ejerce sobre las vías de los tranvías; se está ensayando un sistema en París.

El metro cuadrado de pavimento de madera cuesta en París de 17 á 18,50 francos, según la naturaleza de la calzada persistente.

El entretenimiento, limpieza y entretenimiento propiamente dicho, debería costar, por metro cúbico y como término medio, 2,45 francos por año, si bien no se ha alcanzado esta cifra en París por falta de consignación.

El pavimento de madera es el revestimiento por excelencia de las vías urbanas.

Conviene muy bien á la circulación automóvil ordinaria.

Calzadas asfaltadas.

Las calzadas de asfalto comprimido que se empezaron á emplear en París en el año 1855, se han desarrollado poco en todo tiempo.

El perfil de estas calzadas es menos bombeado que el de los entarugados.

El cimientado de hormigón debe ser rugoso, y, por tanto, no debe estar enlucido.

La roca asfáltica es una caliza bituminosa que debe contener de 6 á 13 por 100 de betún.

Se transforma esta roca en polvo muy fino y se la calienta de 115° á 140° en máquinas especiales.

Se extiende el asfalto sobre el hormigón en capa regular de 6 á 7 centímetros de espesor y se la apisona hasta reducirlo á 4 ó 5 centímetros.

La confección de los regueros de estas calzadas exigen cuidados especiales.

La limpieza de asfaltados es fácil y poco costosa.

Las calzadas de asfalto comprimido parecen lo más frecuentemente, bien por el laminado, bien por la desagregación de la capa de asfalto, estando mal definidas las causas de estas dos especies de desagregación.

Se separa el asfalto comprimido bien por piezas aisladas y con preferencia por grandes superficies.

Las calzadas asfaltadas son deslizantes, sobre todo después de una lluvia ligera.

Estas calzadas no resisten circulaciones activas y pesadas. No duran á lo largo de las vías de los tranvías, debiendo renunciar completamente á establecerlas en la zona de estas vías.

Las calzadas de baldosas de asfalto comprimido se rompen con rapidez por la circulación, probablemente por haber sometido las baldosas á una grande compresión; de lo que se desprende, que el asfalto comprimido debe siempre conservar cierta maveabilidad.

El asfalto con caucho ha dado malos resultados en París. Las calzadas americanas de asfalto líquido han sido

imaginadas con el fin de utilizar los productos naturales del suelo de América.

Se constituyen con un cimientó de hormigón de cemento, una capa de hormigón bituminoso y una capa de mastic bituminoso, cuya composición está cuidadosamente dosificada. Se fabrican y aplican el hormigón y el mastic en caliente y se les comprime, después de aplicados, por medio de un rodillo de vapor.

El asfalto armado es una variedad del asfalto fundido y contiene pequeños bloques y gravilla de granito; se está ensayando en París.

El metro cuadrado de calzada de asfalto comprimido cuesta en París 17,85 á 19,30 francos, según la naturaleza de la calzada preexistente.

Como este revestimiento se emplea en general en París en calles de poca frecuentación, el gasto medio anual no pasa de 2 francos.

El asfalto comprimido es un revestimiento muy limpio pero frágil que conviene á las villas ó sitios de poco tránsito y poco accidentados.

VÍCTOR O. DE ALLENDE.

Bilbao 13 de Mayo de 1909.

PUERTO DEL MUSEL

(CONTINUACIÓN)

Á continuación del primer espigón de que nos hemos ocupado, proyectamos un segundo espigón en dirección paralela al anterior y á una distancia de 128 metros contados en sentido de la normal á aquéllos, formando con el muelle de costa paralelo á las alineaciones primera y tercera una segunda dársena de una extensión de 4,78 hectáreas.

La entrada de los buques en esta dársena debe verificarse de proa y la salida de popa ó viceversa, maniobra que favorecida en virtud de la orientación de aquélla por los vientos reinantes del NE. podría llevarse á cabo fácilmente sin tocar á los buques atracados á los muelles de uno y otro lado del eje, siendo para ello más que suficiente la anchura que le hemos asignado, pues ya vimos que en las condiciones indicadas podía reducirse al límite de 150 metros que como máximo se consideraba suficiente en el caso que la entrada no tuviera lugar en el sentido del eje mayor y los barcos tuvieran que rebatirse para ocupar su puesto en el muelle.

Un tercer espigón paralelo á los dos anteriores y á la misma distancia del segundo que éste guarda con el primero, limita con el muelle de costa, normal en este caso á los espigones por efecto de la configuración del fondo submarino, una tercera dársena, cuya extensión es de 5,04 hectáreas y constituyen con las anteriores la primera parte del plan general de la distribución interior del puerto.

La longitud de los espigones que hemos enumerado se limita por una línea trazada paralelamente á la alineación recta del dique N. y á una distancia de 170 metros del extremo del paramento interior del muelle adosado al mismo.

Las cabezas de dichos espigones forman en consecuencia con la segunda alineación del dique N. un canal de una anchura de 188,50 metros, que en nuestro concepto ofrece suficiente espacio para permitir á las embarcaciones entrar y salir en las dársenas y verificar todas sus evoluciones, sin interrumpir el tránsito ni entorpecerse mutuamente, ni to-

car á las que puedan permanecer atracadas al muelle adosado al dique.

No pasaremos adelante sin dejar de llamar la atención respecto de las dos ventajas que se deducen de la disposición proyectada, en armonía con las consideraciones al principio expuestas.

Es la primera, la facilidad que presenta de poder aumentar las líneas de atraque y zona para las operaciones de carga y descarga, á medida que las necesidades del tráfico lo requieran, elevando á un máximo el grado de utilización de las obras que se ejecuten y obteniendo en consecuencia el mayor partido posible de los recursos, no muy abundantes, que el Estado pueda invertir en estas importantes construcciones: es indudable que de construirse las obras del muelle de ribera tal y como habían sido proyectadas, cuando las necesidades del tráfico requieran un aumento de longitud en la línea de muelles, sería preciso recurrir al indicado sistema de espigones, bien sea en la forma y disposición que nosotros propusimos, bien en otra que se considere más acertada, resultando en definitiva un gasto mayor que el que se ocasiona, abordando resueltamente la reforma que más adelante los intereses creados al abrigo del puerto y las mil circunstancias que no es posible prever pudieran dificultar y hasta imposibilitar, viniendo en definitiva á constituir el puerto del Musel, del que tan fundadas esperanzas abrigamos para el desarrollo del comercio y de la industria, la segunda edición del puerto actual, con su escasez de calado, falta de espacios y trabas, que tantas demoras, gastos y perjuicios ocasiona á las operaciones que en el mismo se realizan, en vez de facilitarlas, abreviarlas y abaratarlas.

Es la segunda ventaja, que con la ejecución de las obras en la forma que proyectamos se consigue que por sí mismas se presten el indispensable abrigo que tan necesario es para poder efectuar cómodamente las faenas comerciales; en su consecuencia podría demorarse por algún tiempo la ejecución de las obras del dique S., cuya construcción consideramos por el contrario de inmediata necesidad de ejecutarse las obras con sujeción al proyecto aprobado, á causa del poco abrigo que á la mayor parte del muelle de ribera proporciona el dique N. según hemos expuesto anteriormente, por lo cual sería muy escasa la utilización de aquellas obras é improductivos los enormes gastos que su ejecución requiere.

Entre el tercero de los espigones proyectados y el dique S. media un extenso espacio, cuya distribución se compone de un espigón para transatlánticos que se proyecta arrancando del dique S. en dirección normal á él, sobre el bajo conocido por el Rendiello, y de dos espigones de 93 metros de anchura, formando con el dique S. los espigones antes citados y el muelle de costa, normal á su dirección, tres dársenas rectangulares de 120 metros de anchura y una longitud de 300 metros dos de ellas, y 150 metros la tercera que comunican con el antepuerto por la espaciosa abertura de 260 metros que queda entre el muelle S. del tercero de los espigones proyectados y la cabeza del reservado á transatlánticos.

El trazado de los muelles en esta última parte de la distribución interior del puerto tampoco se ajusta á las prescripciones que nos habíamos impuesto respecto del calado; pero téngase en cuenta que cuando llegue el momento de la ejecución de estas obras, el puerto habrá llegado á su completo desarrollo, y que en tales circunstancias, como el movimiento mercantil no se halla limitado al que se opera en barcos de alto bordo y gran tonelaje, será preciso reservar espacio á las pequeñas embarcaciones que constituyen una