

Las tres operaciones sucesivas no son iguales entre sí, como podría suponerse, por variar en cada una la posición del punto principal; para su ajuste hemos seguido el procedimiento de fijar la deformación del rectángulo de la fotografía primitiva, para ángulos de $1/3$, $2/3$ y $3/3$ del de oblicuidad, encontrando las dimensiones del cuadro siguiente:

	Altura	Base mayor	Base menor	Distancia principal	Descentramiento
Fotografía primitiva....	150	100	100	167	0
Primera operación.....	150	107	90	165	25
Segunda operación.....	150	111	78	148	60
Tercera y última.....	150	111	63	119	85

Como se ve, hemos conservado la altura de la fotografía, disminuyendo su distancia, porque en caso contrario la fotografía hubiera sido cada vez más alta, a medida que disminuía la oblicuidad. El punto principal va descendiendo en cada operación hasta quedar, en la última, fuera de la imagen.

Otra aplicación del procedimiento es la colocación

de frente de una fachada oblicua, problema que sólo difiere del anterior en que el giro se hace sobre un eje vertical en vez de horizontal.

Cabe también hacer ambas cosas a la vez, haciendo el giro sobre un eje cualquiera, para lo cual necesitamos conocer la traza, sobre la fotografía, del plano paralelo al que ha de quedar de frente, trazado por el punto de vista. Si en la figura 6.^a pretendemos que quede de frente el plano lateral izquierda del sólido representado, la traza en cuestión será la *MS*, traza del plano proyectado en *SPM*; el eje de la fotografía es entonces el *TX*, y la oblicuidad

$\text{long } \omega = \frac{d}{PX}$. La operación exigirá el encuadre

de la fotografía dentro de un rectángulo de lados paralelos a las direcciones *TX* y *MS*.

Como el descentramiento se produce, en este caso, en dirección oblicua a la posición natural de la fotografía primitiva, la alteración de la perspectiva será más sensible; pero si el objeto es utilizar la proyección de una fachada, se podrá evitar el defecto suprimiendo en la fotografía todo lo que no sea la fachada misma. Claro está que cuanto más plana sea la fachada más aceptable será el resultado.

Antonio PRIETO
Ingeniero de Caminos

T a r m a c a d a m

En los riegos superficiales y entre ellos en el alquitranado, usado principalmente en esta provincia de Vizcaya, cuando desaparece en algún punto o trozo la capa protectora queda al descubierto piedra suelta, por habersele limpiado al alquitranar el recebo, por cuya circunstancia los baches iniciados se profundizan rápidamente. Estos baches son más incómodos que los ordinarios de macadam porque éstos se desvanecen en los bordes que son del mismo material, y en aquéllos los bordes, defendidos aún por el alquitran superficial, son duros e incómodos.

Se evita el primer defecto, y en consecuencia el segundo, ligando entre sí todo el firme o la capa de revestimiento superior, y si se ha podido llegar a alquitranar superficialmente las carreteras es natural pensar en dar un paso más y hacer tarmacadam.

Mas al intentar hacer este afirmado se observa que las instrucciones de ejecución son muy precisas; se considera indispensable calentar la piedra y muy conveniente el empleo de mecanismos costosos, y si a esto se añade que algunos ensayos han resultado deficientes, no es de extrañar el retraimiento en ejecutar tales firmes, pues en la mayor parte de los casos no se dispone de consignación suficiente para tales perfeccionamientos.

Se advierte, sin embargo, que si el alquitran superficial se adhiere perfectamente a piedra usada y barrida y, por tanto, algo empolvada, mejor se adherirá a piedra recién machacada y limpia.

Por todo lo expuesto, hice en esta provincia, en septiembre de 1925, un ensayo de tarmacadam con los elementos sencillos usados en el alquitranado superficial: calderas corrientes y amasaderas de hierro, y a causa del buen resultado de este ensayo se han hecho hasta hoy unos catorce kilómetros de

este revestimiento en carreteras de mucho tránsito, unas veces sobre afirmado ordinario y otras en sustitución de adoquinado antiguo sobre arena. Se describirán las labores y características en tres trozos diferentes.

Ensayo.—*Carretera de Bilbao a Portugalete.*—Trozo de 200 metros, entre los kilómetros 8 y 9; ancho del firme, 6 metros, con una línea de tranvía y una acera de 1,20 metros; distancia del cordón al carril próximo, 4 metros; afirmado anterior, escoria de Alto Horno, con espesor de 40 centímetros; trozo sombrío.

Circulación el 4 de noviembre de 1929, desde las siete de la mañana a las siete de la tarde: Tranvías, 200, de 9 a 13 toneladas de tara; camiones y autobuses, 80; camionetas y automóviles de turismo, 177; otros vehículos, 121. Total, 578 vehículos.

Las obras se hicieron sin interrumpir el tránsito.

El tarmacadam se extendió solamente en la zona sin tranvía, por ser los carriles ligeros y de poca fijeza.

Se escarificó el firme para obtener la profundidad necesaria de 10 cm; se extendieron tres capas de escoria de Alto Horno impregnadas de alquitran de 6, 4 y 2 cm, las que se apisonaron sucesivamente con rodillo ordinario de 12 toneladas, y se extendió por último arena gruesa sin impregnar. Los dos primeros tamaños de escoria estaban preparados desde unos tres meses antes y acopiados en montón al aire libre en la proximidad de la obra; el guijo de la tercera capa se impregnó momentos antes de su empleo.

Al apisonar después de extender esta última capa se formaba delante de las ruedas un burlete de piedra de unos 15 cm de altura, con apariencia de hallarse

los cantos totalmente desligados entre sí, por lo que se apisonó con velocidad insignificante para igualar la superficie y terminar, y se extendió encima arena de mar en pequeña cantidad. A la semana estaba este afirmado bien y con buen aspecto, por lo que al mes se barrió, se alquitranó superficialmente y se extendió arena gruesa de escoria sin grandes cuidados; hoy sigue bien este trozo.

Se trató de hacer este ensayo con la mayor perfección posible, y al efecto se eligió y clasificó la piedra cuidadosamente en tres tamaños y se la mezcló con el alquitrán cuando aún estaba caliente, por haberse machacado las tortas en estas condiciones. Se hicieron todas las operaciones por administración.

El buen resultado de este ensayo, a pesar de su apariencia imperfecta al terminar la incorporación, me animó, como ya se ha indicado, para continuar en otros trozos, pero con más economía, pues no se ha clasificado la piedra por tamaños y se han subastado casi todas las operaciones.

La escoria se machaca por subasta al precio de cuatro pesetas y en el machaqueo se exige solamente que los siete octavos pasen por parrilla de 5 cm de lado; se mezcla la piedra al alquitrán por el mismo destajista al precio de ocho pesetas, proporcionando la administración los elementos de caldera y amasadora, alquitrán y leña para calentarlo. Ultimamente se han suprimido las calderas y se impregna la piedra de alquitrán en amasaderas metálicas de 2 m x 1 m x 0,30 m de alto, colocadas sobre zócalo hueco de ladrillo, oquedad donde se coloca el combustible. El espesor de la chapa de la amasadora es de 3 mm. El alquitrán cuesta en fábrica 205 pesetas tonelada y sus características son las señaladas para estos afirmados por el «Road Board», resumidas por P. Le Gavrian en su libro *Les chaussées modernes*. Sobre el recargo de piedra en masa se extiende guijo de ofita impregnado un mes antes del empleo, guijo cuyo acopio cuesta 23 pesetas al pie de obra. Ultimamente se ha perfeccionado la mezcla de todos estos materiales poniendo dos amasaderas, y mientras se hace la mezcla en una en la otra se calienta la piedra. El material impregnado ha estado amontonado unas veces a la intemperie, otras a cubierto, sin que se haya observado perjuicio apreciable, pues la superficie forma capa impermeable que impide el paso del agua, y la piedra en el interior conserva el alquitrán pastoso por mucho tiempo.

Cuando ha sido necesario emplear la piedra o guijo antes del mes de impregnación, se ha añadido al impregnarla de 5 a 10 kg de brea, según se haga la mezcla, en verano o invierno.

Tarmacadam sobre afirmado ordinario.—Se han hecho 10 km en trozos sombríos, en general; gran parte en horizontal y parte con pendientes variables hasta el 5 por 100.

Circulación variable, desde 800 vehículos hasta 1 400, de los que la quinta parte son tranvías.

Se reseñarán las labores en un trozo.

Carretera de Bilbao a Santander.—Kilómetros 3,5 al 5; ancho del firme, 7 m, con una línea de tranvías y 1/5 de doble vía en apartaderos; afirmado anterior, caliza, escoria y ofita, en este orden, con espesor de 40 cm; trozo sombrío.

Circulación el 4 de noviembre de 1929, desde las siete de la mañana a las siete de la tarde: Tranvías, 195; autobuses y camiones, 165; camionetas y

automóviles de turismo, 626; otros vehículos, 229. Total, 1 215. En verano se aumenta este tráfico al menos en un 30 por 100. El tarmacadam se hizo por mitades y sin interrumpir el tránsito. El tranvía sustituía, al hacerse la obra, los carriles antiguos de 42 kg de peso por otros de 53, empalmados con soldadura Termit. Lo mismo se ha hecho en la mayor parte de estos afirmados. Se escarificó como en el ensayo; se preparó el bombeo del perfil, para lo que se rellenó la parte exterior con macadam apisonado y sin recebo y se extendió una capa de tarmacadam de escoria de Alto Horno, empleando un metro cúbico por cada 7 m²; se apisonó primero con rodillo de 12 toneladas y luego con uno de 25, principalmente las vías y entrevías, en las que era necesario apisonar a la vez el macadam de 20 cm de espesor que se echaba en ellas y proximidad debajo del tarmacadam. Apisonado alrededor de 1/2 de lo exigido en firme ordinario, se extendió guijo de ofita de 1 a 2 cm impregnado en cantidad de 1/4 de metro cúbico para 7 m². Se apisonaba de nuevo, menos que antes, y se echaba encima arena de ofita y se apisonaba ligeramente. El espesor resultante para el tarmacadam después de transitar dos meses es de 10 cm, y el coste medio 10 pesetas metro cuadrado.

Se trabajó en todo tiempo, lo mismo con los calores del verano que con los fríos y lluvias de invierno, sin que estos accidentes entorpecieran el trabajo más que en un macadam ordinario. A las cuatro semanas de tránsito queda el tarmacadam limpio de arena, y con un ligero barrido, totalmente limpio. Se alquitrana la superficie con «auto» de alquitranar y se extiende inmediatamente arena gruesa y se da por terminado el trabajo.

Se terminó el trozo descrito el 4 de julio de 1928, y desde entonces se ha alquitranado una vez en la misma forma. Su aspecto es inmejorable, excepto en la proximidad de las vías, por descenso de éstas; así es que hay que recalzarlas y colocar de nuevo tarmacadam; mas la unión del firme antiguo al nuevo es sencilla y perfecta.

Aunque se han hecho otros trozos de tarmacadam en otras carreteras de distintas condiciones, no se describe su elaboración por ser semejante a la ya consignada; solamente se dirá que en un trozo de 300 m de largo y 6 de ancho, con 1 000 vehículos de circulación diaria, se trabajó de día y noche, haciendo las labores más incómodas de noche, lo que facilitó mucho el trabajo. Se hizo en agosto último.

Tarmacadam en sustitución de adoquín ordinario sobre arena.—*Carretera de Bilbao a Santander.*—Kilómetros 1,5 al 3,5 y 5 al 6; ancho del firme, 8 m; hay trozos con pendiente variable del 3 al 5, y algunos trozos son horizontales; los primeros dos kilómetros tienen dos vías de tranvía y dos aceras de dos metros cada una.

Circulación en un trozo de los dos primeros kilómetros el 17 de enero de 1928, en que se terminó la obra: Tranvías, 500; camiones y autobuses, 300; camionetas y automóviles de turismo, 600; otros vehículos, 400. Total, 1 800 vehículos al día. Hay en este recorrido un pequeño trozo con la misma circulación anterior, aumentada en unos 500 camiones y camionetas.

Las obras se hicieron de manera análoga a las del trozo anterior, con las variaciones necesarias al antiguo afirmado y condiciones del trozo, pues ahora el firme antiguo es de adoquín sobre arena y el trozo

tiene dos vías de tranvía, lo que dificulta grandemente la sustitución del firme tanto para el tránsito como para extensión y apisonado. Al hacer la obra se desvió en gran parte el tráfico ordinario, no el de tranvías.

En estos revestimientos se hicieron por administración las labores de apisonado, pues las demás labores, incluso las de extraer el adoquín y la arena, machacar el adoquín, devolverlo a la obra, extenderlo, así como extender el tarmacadam, se hacían por subasta, si bien por distintos contratistas.

El apisonado se hizo con dos rodillos, uno de 12 toneladas, de ruedas iguales y que cabía justamente entre los carriles, y otro ordinario, de 25 toneladas. Se apisonaba primero el nuevo macadam de 22 cm con el rodillo pequeño; después se extendía el tarmacadam y se apisonaba nuevamente con el rodillo pequeño y después con el grande, recreciendo el tarmacadam, recrecimiento que más tarde se suprimió porque se calculó con más exactitud el tarmacadam necesario.

Terminada esta operación, se extendía guijo de ofita impregnado de alquitrán con un mes o dos de antelación y se continuaban todas las operaciones descritas en el tarmacadam sobre macadam antiguo.

El precio del metro cuadrado de tarmacadam en este trozo fué de 13 pesetas; esto es, 3 pesetas más

que el de sobre macadam ordinario, por las mayores labores exigidas por el adoquinado, que exige ser machacado y afirmado.

Por el gran tráfico de los trozos reseñados, procedería haberlos adoquinado con toda perfección, lo que no se ha hecho, probablemente, por la rapidez con que se desarregla el adoquinado donde hay tranvías y por la oposición sistemática de los automovilistas a los adoquinados. Sea por estos motivos, por economía o porque los primeros trozos de tarmacadam agradaron, la Diputación prefirió el tarmacadam al adoquinado.

Ultimamente, esta Corporación, con análogo criterio, ha acordado recargar con tarmacadam las carreteras más importantes, lo que exigirá adquirir mecanismos más perfeccionados de elaboración.

Se deduce de lo precedente, en resumen:

Que el tarmacadam, ejecutado aun sin los cuidados minuciosos que ordinariamente se recomiendan, da buenos resultados técnica y económicamente, presentando superficie unida sin ondulaciones, de aspecto y condiciones de rodadura semejantes al alquitranado superficial, pudiendo prepararse en toda época y siendo, probablemente, por su facilidad de reparación y su baratura, el único afirmado compatible con vías de tranvía poco rígidas, como ocurre en la generalidad de tranvías en España.

Víctor O. DE ALLENDE
Ingeniero de Caminos, director facultativo
de Caminos de Vizcaya.

Sobre la formación profesional¹

IV

En los artículos anteriores hemos estudiado el tema de la formación de los ingenieros; pero los ingenieros por sí solos no construyen las obras: las proyectan, las dirigen, se encuentran al frente de su conservación y explotación; forman, en una palabra, el personal directivo de las obras públicas; la ejecución material corresponde a los obreros. Entre el mando y la ejecución es preciso un personal intermedio que transmita las órdenes y que cuide de su cumplimiento, con arreglo a las instrucciones que reciba y siempre bajo la inmediata inspección y vigilancia del personal directivo.

La misma labor proyectiva exige con frecuencia la toma de una porción de datos, que pueden recogerse de una manera sistemática y casi mecánica; la ejecución de operaciones numéricas sencillas, pero numerosas; dibujo de perfiles; desarrollo de croquis; trabajos, en suma, que podrían absorber demasiado tiempo al ingeniero, cuya actividad y aptitudes podrán ser mejor aprovechadas descargándole de estos menesteres para concentrar su atención sobre las cuestiones fundamentales y ganar así en tiempo y en eficacia.

Consideraciones análogas podrían hacerse al tratar de la conservación, administración y explotación de las obras; en toda empresa de alguna importancia la dirección necesita auxiliares, y el problema de la formación de estos auxiliares es tan importante como

el de la formación del ingeniero; ambos se completan, y es preciso resolver los dos para que quede resuelto el problema verdaderamente fundamental e interesante que es, en definitiva, el de la eficacia del servicio: a discurrir ligeramente sobre este tema voy a dedicar este artículo.

Lo primero que habrá que definir es lo que hay que pedir al auxiliar; de otro modo este término quedaría un poco vago: auxiliar de un ingeniero puede serlo otro, si la naturaleza del auxilio así lo requiere; con nombre de auxiliares existen ingenieros en muchos servicios; auxiliares del jefe son los subalternos; los jefes, a su vez, son auxiliares del director general.

Pero sin precisar demasiado, una primera diferenciación de hecho nos la da ya la existencia de los Cuerpos auxiliares de Ayudantes y Sobrestantes, que marcan una separación radical de funciones entre éstos y los ingenieros.

Esta diferencia efectiva no siempre ha quedado clara en el concepto; para muchos no es más que cuantitativa, y así se explica que se propongan ciertas soluciones, algunas de las cuales hasta han llegado a vías de hecho. Tal fué, por ejemplo, no hace muchos años, la creación del Cuerpo de Ingenieros aspirantes, que se pretendía que hubiera de sustituir al de Ayudantes de Obras públicas.

La idea no podía prosperar: concebida bajo la presión de circunstancias transitorias, con motivo de la excesiva producción de ingenieros de Caminos ocasionada por la Politécnica, no se acomodaba a las exigencias permanentes del servicio, aunque en ciertos aspectos pudiera presentar algunas ventajas.

¹ Véanse los números de 1.º y 15 de octubre y 15 de noviembre últimos, páginas 368, 385 y 426.