

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente.... Excmo. é Ilmo. Sr. D. Leonardo de Tejada, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
 D. Antonio Sonier, Profesor de la Escuela de Caminos.
 D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

NOTA

sobre la ordenación de la conservación de las carreteras nacionales por recargos cilindrados y sobre los resultados obtenidos en el distrito Sur del departamento de Ardenes (Francia), por Mr. Perrin, Sub-Ingeniero de puentes y calzadas ⁽¹⁾.

Disposiciones adoptadas para la ordenación de las carreteras.
 La ordenación de la conservación del firme debe satisfacer á una distribución racional de los recursos ó créditos destinados para el acopio de los materiales. Para determinarla es preciso tener en cuenta, para cada trozo ó sección de la carretera, el desgaste (considerado como proporcional á la circulación; el precio depende de la calidad de los materiales, debiendo emplearse otros en recargos sucesivos, de modo que después de un período de años previsto de antemano toda la sección esté recargada.

Los créditos para la conservación difieren poco de un año para otro, por lo cual es fácil deducir, determinadas las medidas de los años precedentes, la suma que será necesario invertir para el acopio de materiales. Pues restando del crédito total medio de los últimos años los jornales para peones-camineros y el gasto medio ordinario por administración para cilindrado, acopio de recebo, reparación de obras de fábrica, etc., reduciendo este gasto al estrictamente necesario, porque hay un verdadero interés de disponer del mayor número de materiales así como de la mayor parte de los créditos.

En el cuadro adjunto se indican con todo detalle los diferentes datos necesarios.

Las dos primeras columnas sirven para designar las carreteras y sus lotes correspondientes.

La 3.^a y 4.^a comprenden las secciones de ordenación y sus longitudes, debiendo corresponder los más posible con las secciones de cuenta de la circulación. Si por excepción las secciones de cuenta tuvieran una longitud demasiado pequeña para una sección de ordenación, se reúnen varias para formar la sección de ordenación, pero teniendo en cuenta la verdadera circulación en cada parte para obtener el número de colleras kilométricas y para la repartición de los recargos. Desde luego se debe hacer coincidir los términos de las secciones de ordenación con los de los lotes contratados y los límites de subdivisiones del ayudante (*conducteur*), si una carretera pertenece á varias subdivisiones. Al tratar del gráfico, más adelante ya se indicarán ejemplos.

La 5.^a columna contiene los datos de la frecuentación correspondiente á cada sección.

La 6.^a columna el número de colleras kilométricas.

La 7.^a columna los precios de los materiales, rebaja deducida.

La 8.^a columna contiene los coeficientes proporcionales para el reparto del crédito destinado al acopio de los materias entre todas las secciones de ordenación del distrito.

La 9.^a columna indica el gasto en acopios referente á cada

sección de ordenación. Este gasto se obtiene multiplicando el crédito total C por cada número de la columna 8.^a, y dividiendo este producto por su suma.

La 10 columna señala la cantidad de materiales que hay que acopiar en cada sección.

La 11 columna, una pequeña proporción ($\frac{1}{20}$) á reservar y á acopiar en medios metros cúbicos para reparaciones eventuales ó para emplearlos en bacheos. La mayor parte de estos materiales no suelen emplearse y se toman más adelante para recargos.

La 12 columna señala el volumen de materiales que hay que emplear en los recargos de cada sección de ordenación.

La columna 13 indica la longitud de los recargos señalados en el gráfico del firme. Esta longitud depende de la longitud de la sección y de la duración ó ciclo de la ordenación que se tomó según la situación del espesor del firme y de la circulación. Más adelante se insiste sobre este punto.

La columna 14 da el volumen de materiales que deben acopiarse por kilómetro y hectómetro de recargo, y sirve con la columna 11 para redactar los estados que deben entregarse al contratista.

La columna 15 señala la duración del ciclo de ordenación de cada sección. Esta duración está en razón inversa de la circulación. Cuando la circulación es grande, los recargos deben ser más consistentes y más frecuentes porque el firme se deteriora más rápidamente. Sin embargo, hay un límite conveniente que debe determinarse. Es ventajoso y económico hacer los recargos muy consistentes, si el firme tiene bastante espesor en todas las partes de la sección, lo que tiende á aumentar la duración del ciclo. Si, por el contrario, el firme tiene poco espesor, es mejor hacer recargos de mediana consistencia y más largos, de modo á disminuir la duración del ciclo y á recargar todas las partes antes que ninguna de ellas esté completamente desgastada.

En las secciones muy poco frecuentadas, los materiales son pocos, y se está obligado á hacer pequeños recargos de 12 á 15 metros por hectómetro, á los cuales se les da únicamente de 3 á 3,50 metros de ancho, y en este caso la duración del ciclo alcanza aún de diez á doce años, mientras que la media general es de seis á siete años.

Las columnas 16 y 17 dan el volumen y gasto de los acopios contratados por lote, y sirven para redactar los proyectos de sub-repartición de créditos.

Gráfico del firme.—El gráfico del firme desempeña un papel importante en la ordenación. Sirve de itinerario, reuniendo todas las circunstancias que motiven para dividir en secciones las carreteras y fijar el ciclo de ordenación para cada sección.

A la presente nota se acompaña un croquis de gráfico que es el adoptado por el autor. Representa las tres primeras secciones de la carretera nacional núm. 46, en el departamento de los Ardenes, y la núm. 47; dos carreteras situadas en condiciones muy diferentes, la una de media y gran circulación, y la otra de pequeña circulación, salvo en su primera sección.

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*.—Primer trimestre de 1900.

ciclo es de *nueve* años, por consiguiente, la longitud de cada recarga será de $\frac{12,840}{9} = 1,426$, y la cantidad de materiales que

hay necesidad de acopiar por hectómetro, será de $\frac{231}{14,26} = 16^m,2$.

Con esta cantidad se recargará el firme únicamente en un ancho de $3^m,30$, de modo á restablecer su bombeo normal. Es de notar que en las carreteras poco frecuentadas la circulación varía poco; los vehículos, teniendo pocos cruzamientos, tienden á permanecer en el centro del firme, y el desgaste se hace en una zona de unos $3^m,30$ reservada para el recargo. Este tendrá un espesor medio de $\frac{16,2}{100 \times 3,3} 0^m,05$ (1), ó sea $0^m,07$ en el centro, y $0^m,03$ en los bordes ó mordientes.

El primer recargo se hará naturalmente en la parte en que el firme tenga menos espesor, y así sucesivamente, tomando siempre la parte de menos firme, cualquiera que sea la posición kilométrica en la carretera hasta que se llegue á la de mayor espesor actualmente.

Se admitió hasta ahora que el desgaste de materiales de la mejor calidad, que tuviera por coeficiente 20, era de 15 metros cúbicos por kilómetro y por 100 colleras. Este gasto, que podría ser exacto con el antiguo método de conservación del firme, es demasiado grande ahora para servir de base en el método de ordenación.

En efecto, según el último censo de la circulación hecho en 1894, el número total de colleras kilométricas es de 50.977 en el distrito Sur de los Ardennes. Los materiales empleados uniformemente desde hace quince años son las cuarcitas de Monthermée de primera elección que tienen un coeficiente de calidad 17; el

gasto por 100 colleras debería ser $\frac{15 \times 20}{17} = 17^m,60$; y el gasto total sin pérdida ni ganancia debería alcanzar

$$509,77 \times 17,6 = 8.972 \text{ metros cúbicos.}$$

Pero el gasto no ha sido más que de 6.500 metros cúbicos por año, y las calzadas han ganado en volumen, como se verá.

Sin tener en cuenta del aumento ó ganancia, el gasto por 100 colleras y kilómetro no es más que de $\frac{6.500}{509,77} = 12^m,7$; y el de los materiales de calidad 20 no debería ser más que de $\frac{17 \times 12,7}{20} = 10^m,8$.

Estos resultados confirman lo que se dijo anteriormente, que el empleo de los materiales por recargos cilindrados da, sobre el método antiguo, una economía de más de $\frac{1}{3}$ de su volumen.

Según lo que antecede, el primer recargo sería, pues, simplemente usado al fin del ciclo, si el afirmado no ganase en volumen. En efecto, el espesor que se desgasta anualmente para una circulación media de 158 colleras, sería de

$$\frac{12,7 \times 158}{100 \times 1.000 \times 3,30} = 0^m,006$$

y, después de nueve años, de 0,054. (Este espesor es el del volumen no comprimido, y $0,054 \times \frac{4}{5} = 0^m,043$ después de la compresión.) Pero, de hecho, el desgaste es aún menor que el de los cálculos, puesto que las calzadas han ganado en volumen de firme.

Aumento del volumen del firme de las carreteras.—Los resultados de las calicatas hechas en 1891 y en 1898, son los siguientes:

NÚMERO DE LAS CARRETERAS	ESPESOR		VOLUMEN		Relación del volumen del firme al volumen				VOLÚMENES				Aumento del volumen de 1891 á 1898.	
	en	en	en	en	de los detritus.		de la piedra.		de los detritus.		de la piedra.		de firme.	de piedra.
	1891.	1898.	1891.	1898.	1891.	1898.	1891.	1898.	1891.	1898.	1891.	1898.		
	Metros.	Metros.	m. ³						m. ³	m. ³	m. ³	m. ³	m. ³	m. ³
41.....	0,162	0,184	77.373	84.497	0,742	0,734	0,671	0,722	67.411	62.021	51.987	61.007	7.124	9.080
47.....	0,069	0,075	9.870	11.183	0,715	0,691	0,581	0,709	7.057	7.724	5.734	7.929	1.312	2.195
51.....	0,136	0,141	25.560	26.250	0,794	0,810	0,597	0,710	20.294	21.282	12.259	18.638	690	3.379
77.....	0,078	0,109	18.638	17.267	0,581	0,660	0,600	0,650	7.924	11.396	8.183	11.224	3.629	3.041
Todas las carreteras..	0,128	0,146	126.441	139.197	0,733	0,735	0,641	0,710	92.686	102.406	81.103	98.798	12.756	17.695

De este cuadro se deduce que el espesor medio del firme de las carreteras del distrito ha aumentado de $0^m,018$ desde 1891.

El volumen del afirmado se aumentó en 12.756 metros cúbicos, ó sea el 10 por 100. El de la piedra, después de la clasificación de los detritus, aumentó en 17.695 metros cúbicos, ó sea el 22 por 100. Lo que señala que las calzadas ganan, no sólo en volumen, sino en solidez, puesto que la proporción de piedra, después de clarificar los detritus, es mayor. Estos resultados no pueden atribuirse más que á la aplicación del método de ordenación.

Vialidad.—Además de estas ventajas hay otra de la cual no se ha dicho nada, y que importa indicar. Si las carreteras han ganado en volumen y solidez, han ganado, sobre todo, en vialidad. Se han aumentado los trozos á los camineros y capataces, suprimiéndose 9 peones camineros y 3 capataces; éstos, que antes se ocupaban en hacer bacheos y á cuidarlos, pueden ahora

dedicar todo ese tiempo en la limpieza de la carretera. Por medio de los útiles perfeccionados de que se les ha provisto (escobas de piassava, escobas de lámina de caucho, quitallodos continuos), pueden mantener la carretera en un estado permanente de limpieza. Durante la época de lluvias puede cada peón caminero, con el quitallodo continuo, recorrer rápidamente su trozo después de cada aguacero. En las travesías y sus proximidades se emplean barrederas mecánicas con regaderas. En todo tiempo se barre frecuentemente la calzada, y además se procura que no quede lodo, y en cuanto se presentan rodadas se las borra inmediatamente. Se llega de este modo á obtener uniformidad en el desgaste y á conservar la tersura del firme hasta que se reponga por un nuevo recargo.

Estos resultados los aprecian las Sociedades velocipédicas, cuyo desarrollo aumenta en la comarca.

Conclusiones.—La superioridad económica y técnica del método de ordenación sobre el método antiguo por empleos parciales y la de rodillos de vapor sobre los de tracción animal no admite debate; según lo que antecede, queda para terminar esta

(1) Después de la compresión el espesor podrá reducirse en $\frac{1}{3}$ próximamente. Pero esta reducción no influye en los cálculos de duración que se hacen después.

nota, dar algunas cifras, á título de indicación, de las economías posibles en los servicios que no hacen uso todavía de este nuevo método.

La supresión de 9 peones camineros, con un sueldo medio de segunda clase, da una economía anual de $9 \times 828 \dots \dots \dots = 7.452$ francos.
La de 3 peones capataces: $3 \times 1.116 \dots \dots \dots = 3.348$ »
Total..... 10.800 francos.

De 1891 á 1898, con créditos para la conservación próximamente semejantes á los que había anteriormente, los 184km,2 de carreteras afirmadas del distrito, han ganado en volumen 12.750 metros cúbicos.

Admitiendo que un metro cúbico de piedra partida no dé más que 0m³,80 de firme después de la compresión, este volumen correspondería á un cubo de piedra de

$$\frac{12.750}{0,80} = 15.937m^3,50$$

ó sea por año:

$$\frac{15.937,50}{7} = 2.276,78.$$

A razón de 16fr.,20 término medio por metro cúbico, equivale á una economía anual de: $2.276,78 \times 16,20 \dots \dots \dots = 36.883,84$ francos.
Añadiendo la economía de los camineros. 10.800,00 »
Total..... 47.683,84 francos.

Se obtiene un beneficio por kilómetro de carretera de $\frac{47.683,84}{184,2} \dots \dots \dots = 258fr.,87$

y por kilómetro y 100 colleras $\frac{47.683,84}{50.977} \dots \dots \dots = 93fr.,54$

y además, carreteras más hermosas, más tersas y más fáciles para la circulación, beneficio directo que aún obtiene el público.

P.

EL VIDRIO ARMADO

En estos tiempos en que se manifiestan tantos adelantos en cada ramo de la industria, muchos se esfuerzan en descubrir nuevas materias con cualidades desconocidas que puedan satisfacer á las necesidades continuamente originadas por estos progresos; pero el descubrir cuerpos nuevos resulta ahora casi imposible, atendido el actual desarrollo de la química; de modo que no queda otro recurso sino el de las combinaciones de distintos materiales, para unir en uno solo las ventajas que separadamente ofrecen.

El arte de la construcción moderna, por ejemplo, dió un gran paso con la aplicación del hormigón armado: los lectores de esta REVISTA recuerdan sin duda el artículo que bajo este título salió en el núm. 1.299, del 16 de Agosto. En éste se daba cuenta de una comunicación muy interesante que hizo el Sr. Flament sobre las construcciones de hormigón armado, en la sesión de Junio de este año, celebrada por la Sociedad de Ingenieros civiles de Francia. Lo mismo como el hormigón armado existe también y desde mucho tiempo otra semejante combinación entre el vidrio y el hierro, llamada «Vidrio armado» ó «con alambre interior», pero anteriormente de aplicación muy limitada, hasta que aparezca un nuevo método privilegiado de fabricación, con el que se obtenga por fin una aleación perfecta é íntima entre los dos cuerpos, y resulte de la combinación el material deseado, resumiendo las calidades del vidrio y del hierro aislados, es decir, pareciendo al vidrio por su claridad y al hierro por su resistencia y su fortaleza.

Este vidrio, todavía poco conocido en España, lo está mucho más en su país de origen, la Bohemia, y goza de muy buena fama en toda Europa del oriente, y del centro donde cuenta numerosos empleos en muy grandes Administraciones y en casi todos los ferrocarriles, además de la industria particular. Atendiendo á tantos empleos, se puede considerar, pues, al vidrio armado como material de gran porvenir, luego que se haya extendido bastante su conocimiento, y, para eso, era conveniente darlo á conocer en esta REVISTA.

El vidrio armado se compone de chapas de vidrio en cuyo interior va incrustada una reja de hierro, pero incrustada de tal modo y con tanta fuerza y cohesión con el vidrio, por el nuevo procedimiento de fabricación, que ni un pedazo del vidrio quebrado puede apartarse de la armadura de hierro. Se ha hecho muchos ensayos sobre este particular, pues resulta de sumo interés desde el punto de vista de la indestructibilidad. También se ha procedido á otros experimentos respecto á la acción del fuego sobre el vidrio armado, entre los cuales se puede recordar los que se verificaron en Gante en Septiembre y Octubre de 1899. Una construcción enteramente hecha de hormigón armado y cuyas ventanas eran de vidrio armado, así como las puertas, estuvo incendiada por dos veces, y con una temperatura máxima adquirida de 11 ó 1200° centígrados, durante una hora la primera vez, y dos horas unos días después. Bajo el calor se resquebró el vidrio en toda la superficie, pero sin que se aparte un solo pedazo de ello, aunque se haya dirigido intencionalmente sobre este vidrio las mangueras alimentadas por una distribución de agua de cuatro atmósferas.

Una de las placas colocada en una puerta, y mediando casi dos metros cuadrados con 15 mm. de espesor, habiendo servido antes para ensayos de fuerza portativa, pudo soportar durante una hora un peso de 2.000 kg. Al alcanzar la carga 1.500 kg. el marco de madera habiendo cedido se quebró el vidrio con una flecha de 2 cm., pero sin destruirse, y la carga estuvo aumentada hasta 2.000 kg. y sostenida durante una hora sin otro accidente.

Este vidrio encuentra numerosos empleos en el arte de la construcción, para las vidrieras, lo mismo como en baldosas y losas, pero en particular las vidrieras en cubierta aprovechan mucho mejor su fortaleza para resistir al granizo; así en Madrid, por ejemplo, se recordarán los grandes huracanes del pasado año, durante los cuales muchas vidrieras se rompieron, mientras que unas partidas de vidrio armado, que empleaba una Compañía de tranvías eléctricos, no sufrieron perjuicio alguno.

Otra fábrica de hilados de algodón en la provincia de Barcelona tiene empleados cerca de 800 metros cuadrados de vidrio armado para la cubierta de sus talleres, y que le está dando excelentes resultados por su resistencia, sobre todo á los pedriscos.

Con este material se obtienen también locales muy bien enclarecidos, y, por lo tanto, completamente asegurados contra la propagación de los incendios, pues el vidrio armado no permite que extiendan las llamas sus estragos.

LAS VÍCTIMAS DE LA ELECTRICIDAD

(CONTINUACIÓN)

Mr. Walckender, Ingeniero de minas de París, ha presentado en Julio de 1899, en el Consejo de higiene del Sena, una Memoria en la que ha demostrado que el único medio de instalación de conductores á alta tensión, si se ha de procurar á la vía pública una seguridad absoluta, es el de una canalización subterránea convenientemente instalada; todo el mundo se ha encontrado evidentemente conforme con él, y sus conclusiones han sido votadas por unanimidad. En vista de esto, el Prefecto ha dictado una disposición en virtud de la cual las autorizaciones concedidas por los reglamentos serán, en adelante, nulas para todas las instalaciones aéreas en París y su distrito, para co-