

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.

EL USO DE ENSAYOS MECANICOS

para determinar el valor relativo de las diversas clases de piedras empleadas en los firmes de las carreteras.

Los recursos de las regiones de España conocidas del que suscribe estos renglones, en relación con el suministro de piedra para las carreteras son abundantes, y buenas clases de ese material son utilizables en la mayoría de aquéllas con el referido objeto.

Determinar con seguridad en el caso de los firmes de macadam las cualidades de las piedras empleadas hoy día, es operación extremadamente difícil, por no decir imposible, debido, aparte otras circunstancias, á las distintas condiciones de la infra-estructura, saneamiento, tráfico y pendientes de las vías, así como también al clima y estaciones de las regiones cruzadas por éstas.

Las condiciones que deben reunir las piedras para el objeto que nos ocupa, son las siguientes: ser duras, no absorbentes, uniformes y poseer determinado peso específico.

Numerosos intentos y ensayos se han hecho en el extranjero para investigar las propiedades relativas de las piedras que se emplean en las carreteras en relación con la condición primera que acabamos de citar.

En Francia, Inglaterra y los Estados Unidos, principalmente, se han proyectado máquinas de diversas formas para estudiar por medios mecánicos las condiciones de desgaste y aplastamiento en que se encuentran las piedras en los caminos ordinarios.

Hace años se dió importancia extraordinaria á los ensayos de resistencia de la piedra á la compresión, pero las observaciones de datos tomados del extranjero, pues en España poco ó nada se ha hecho acerca de este asunto, demuestran que dichos ensayos son de escaso valor para el Ingeniero de Caminos, siendo la causa de ello el que aquéllos no dan idea satisfactoria de las condiciones de las piedras que han de utilizarse en las carreteras, aunque sirven para objetos distintos del que nos ocupa.

A fin de suplir la deficiencia apuntada y colocar el material en condiciones semejantes á las que ha de tener durante su empleo, pudiera utilizarse un cilindro perforado con palas interiores y á cuyo cilindro se imprimirá un mo-

vimiento de rotación, obteniéndose por medio de un registrador el número de revoluciones de aquél durante el ensayo.

La piedra partida al tamaño conveniente sería pesada cuidadosamente y colocada en el interior del cilindro una vez realizado el ensayo, se pesaría nuevamente la que hubiera quedado dentro de aquél, con lo que se podría determinar el tanto por 100 de pérdida sufrido por el material.

Como fácilmente se comprende, el objeto del ensayo citado es colocar el material en condiciones semejantes á las que se encuentran las piedras en los firmes de las carreteras; el rozamiento de la piedra en el interior del cilindro en su giro corresponde al desgaste producido por el paso de las ruedas de los vehículos, mientras que el choque que aquella reciba de las palas corresponderá á los golpes producidos por las herraduras del tiro al discurrir sobre las vías.

Una vez estudiado el aparato indicado, podrían hacerse pruebas disponiendo, en un trozo de carretera en el que el tráfico fuera uniforme, piedra de diferentes condiciones á fin de observar los resultados obtenidos.

Las mismas piedras se ensayarían mecánicamente y los resultados de estos ensayos se compararían con los primeros.

En el extranjero se han hecho frecuentes investigaciones como la que nos ocupa, deduciéndose de ellas consecuencias interesantes é instructivas, que han confirmado el valor del ensayo al choque-rozamiento como medio de determinar el valor relativo de los materiales pétreos.

Indudablemente, para obtener resultados de los que se puedan deducir consecuencias de valor práctico es esencial una uniformidad absoluta, primero en la preparación de la piedra, y segundo en el modo de realizar el ensayo.

Una vez estudiada esta cuestión, en los pliegos de condiciones de recepción de la piedra se especificaría las condiciones exigibles al choque-rozamiento del mismo modo que en la actualidad se señalan otros requisitos que aquélla debe llenar.

Pasando á tratar de la segunda condición antes citada, diremos que las piedras no deben ser absorbentes, si bien dada la facilidad de efectuar ensayos de absorción nada hemos de observar, como no sea el que esta clase de ensayo debe llevarse á cabo después del anterior, pues pudiera ocurrir muy bien que piedras que acusan un mínimum de

agua absorbida dieran un resultado inaceptable al choque-rozamiento, en cuyo caso deben rechazarse para el afirmado, resultando, por consiguiente, la necesidad de efectuar previamente el ensayo de que antes nos hemos ocupado.

La densidad de la piedra en los firmes debe estar comprendida entre 2,5 y 3, no deteniéndonos en la determinación de la misma, dada la sencillez de la operación.

Finalmente, y previos los ensayos antes indicados para el material utilizado en la construcción y conservación de carreteras, precisa no olvidarse de la uniformidad que se ha de exigir á los materiales.

Deben los Ingenieros procurar que la piedra que se eche en cada trozo ó sección sea lo más uniforme posible.

El uso indiferente en un mismo trozo de dos ó más piedras, aun de buenas cualidades, da malos resultados:

En los firmes de piedra partida, el tráfico inmediatamente evidenciará donde el material más blando se ha colocado, por el desgaste sufrido por la carretera, mientras que el material más duro recogerá el agua en los baches, lo que da por resultado el reblandecimiento de aquélla y que menor cantidad de material duro sufra los efectos destructores del tiempo que en el resto de la vía; combinándose esa acción con la producida por el tráfico, el desgaste irá en aumento y la carretera presentará una serie de rodadas que deben evitarse.

El objeto de estas mal hilvanadas líneas no es otro que señalar la importancia que tiene el conocer las cualidades de los materiales que se utilizan en los firmes, hoy que debe dedicarse atención preferente á estas vías, por todos en general, y los Ingenieros de Caminos en particular, máxime si se tiene en cuenta lo sencillo y económico que resultaría la investigación de las condiciones mencionadas, pues, tanto el ensayo de absorción con el de determinación del peso específico, son operaciones sencillísimas, y para la prueba al choque-rozamiento, no se requiere sino aparatos de costo reducido en los que por otro lado no es difícil la experimentación.

FERNANDO ALONSO URQUIJO,

Ing. niero de Caminos.

TRACCIÓN FERROVIARIA

CON LOCOMOTORA INDEPENDIENTE DEL TREN

Puesto que el sistema actual de tracción eléctrica implicaría para adoptarlo en las grandes líneas ferroviarias la necesidad de distribuir la corriente á distancias enormes, impracticables, ó la construcción de un crecido número de centrales funcionando en tan malas condiciones comerciales que salta á la vista la imposibilidad de la empresa, he pensado si sería viable, si tendría ó no más ventajas que inconvenientes el construir una central para cada tren, especie de locomotora que en lugar de remolcarlo le suministrara la corriente necesaria para su propulsión; pudiendo ser al efecto todos, ó la mayor parte de sus coches, automotrices. Cuanto más lo he estudiado, más me he ido formando la convicción de que las ventajas serían muy superiores á los inconvenientes (por no decir

al solo inconveniente del costo), especialmente en el caso de separar á la central locomotora del tren, haciéndola marchar á cierta distancia de éste y suministrándole la corriente por un hilo paralelo á la vía, ó por tercer riel.

La primera que surge, es la de que, siendo todos los coches automotrices, todo el peso del tren sería utilizado como adherente para la tracción. Ya no habría entonces para qué agotar el ingenio de todos los ingenieros y todos los recursos de la industria, á fin de dar á las locomotoras, cada día más grandes que el tráfico exige, la mayor adherencia posible, cargando para ello inevitablemente con exceso el forzosamente limitado número de sus ejes motrices, con detrimento de la solidez, buena conservación y seguridad de la vía, terraplenes, puentes y viaductos; y unida esta ventaja á la preciosa virtud de los motores eléctricos de permitir por el acoplamiento en serie-paralela la variación de los factores de la potencia—fuerza y velocidad—, nos darían entre las dos la mayor aún, de hacer posible la subida de fortísimas rampas, incomparablemente más inclinadas de lo que permite el sistema actual; ello mediante la obtención y la práctica utilización de un esfuerzo de tracción tan considerable como quisiéramos, independientemente (hasta cierto punto) del poder de la locomotora, con tal de conformarnos en esos trechos con la reducida velocidad resultante.

Expongo á continuación las ventajas que, á mi modo de ver, reportaría el sistema de tracción que propongo.

Veremos en seguida como esto de verse reducido, en las fuertes rampas, á una pequeña velocidad, no será un inconveniente de importancia; ó mejor dicho, será un inconveniente que, de todos modos inevitable con cualquier sistema, quedará en éste compensado con ventaja.

Antes trataré de la posibilidad de subirlas, y hasta de qué grado de inclinación.

Sabemos que el esfuerzo de tracción, aunque variable, puede fijarse para los trechos á nivel, en cálculos aproximados, en 5 por 1.000 como máximo; y que en las rampas aumenta en tanto como milímetros de inclinación tengan por metro lineal. Sabemos también que la adherencia varía entre $1/4$ y $1/11$, según el estado de la vía, pudiendo contarse con que muy generalmente no baja de $1/7$ con la tracción á vapor, y que con la eléctrica, haciendo pasar la corriente á los rieles por un reducido número de ruedas, como los seca perfectamente, puede confiarse en una cifra algo más alta, $1/5$ á $1/6$. Mas como debemos prever que en nuestro tren convendría que no fueran indispensablemente todos los coches automotrices, con lo que una parte del peso no sería utilizado para la adherencia útil, tomemos como base $1/7$; $1/7$ significa poder llegar á un esfuerzo de tracción de 140 kilogramos por tonelada, el que se necesita para subir una rampa de 135 milímetros por metro.

Rampa semejante es algo tan poco común, que serán muy contados los casos en que no pueda evitarse, aun con el propósito de la mayor economía en los desmontes, terraplenes, túneles, etc. La sola practicabilidad de pendientes de 10 por 100 daría una enorme economía en países medianamente ondulados.

Pues bien; admitiendo, para simplificar, sin alejarnos de la verdad, que pendientes de 10 por 100 exigen un esfuerzo de tracción igual á veintiuna veces el necesario á nivel, y las de 135 milímetros (digamos 14 por 100), 28 veces la misma cantidad, tendremos que, con una potencia