

diarlo en los sistemas modernos. La señal avanzada y la señal principal pueden distinguirse claramente una de otra, salvo el caso de extinción fortuita de las linternas. La significación de los colores se establece sobre bases lógicas: la doble luz amarilla indica, sobre las dos señales, la disminución de velocidad; la luz verde, sobre las mismas, es la indicación de vía libre, la cual está precisada por el número y agrupación de las linternas. Pero lo que es sensible, es el mantenimiento del disco para la señal avanzada, y como se ha adoptado un disco amarillo con borde negro, perderá aún más en su visibilidad; es un ejemplo de la dificultad que se experimenta en separarse de las tradiciones. Una vez que se haya suprimido la señal avanzada baja de disco, difícil de ver en su posición de parada y tan poco visible en su posición de vía libre, que el maquinista apercibe generalmente la señal principal antes que la señal avanzada, se habrá realizado un gran progreso en la seguridad del servicio.

Puede afirmarse que los dos sistemas de que se han hecho mención en este artículo, representan un progreso afortunado, puesto que se ha conseguido dar, con señales sencillas, tres indicaciones importantes para la entrada de los trenes. Con tal que la teoría de las señales se mantenga en el terreno de la sencillez se llegará fácilmente á remediar todos los inconvenientes notorios de los sistemas actuales por la introducción de un nuevo régimen que aun cuando presentando tipos nuevos responderá perfectamente á la práctica del servicio moderno de los ferrocarriles, especialmente en lo que se refiere á la circulación de trenes con velocidades grandes.—H.

## EL PRIMER CONGRESO DE CARRETERAS

La aparición de los vehículos automotores en las carreteras, el desarrollo considerable que han tomado ya y el mayor que han de tomar en lo futuro, han dado al arte del Ingeniero de carreteras una importancia y popularidad que de ningún modo pudo preverse hace doce años, siendo actualmente la conservación de carreteras la que ocupa entre los diversos ramos de su estudio el lugar preeminente; y es esto exacto en tal escala, que los Directores de Compañías de caminos de hierro se han ocupado del particular al dar cuenta de su gestión, lamentando que los viajeros de lujo prefieran la carretera al ferrocarril; y los Presidentes de las Comisiones de Hacienda, de Estados, Provincias y Municipios encuentran dificultades para compensar el crecimiento anormal de gastos que la conservación y la reparación exigen; crecimiento que en general ha llegado á ser desde unos ocho años á esta parte de un 30 por 100, si bien en algunos casos hasta ha duplicado el coste de la conservación.

La cuestión que á mi juicio más interesaba á este Congreso era la relativa á la lucha contra el desgaste y el polvo, y tal problema ha quedado sin resolver, porque económicamente y en general no se pueden aceptar las soluciones favorables á la supresión del polvo, aparte de que éstas, aunque eficaces, no lo son totalmente.

Sin embargo, se han establecido diversos acuerdos y proposiciones respecto á construcción y conservación, y sucesivamente me propongo tratar de algunos de ellos, por si pudiera servir en algo á los intereses públicos y á mis compañeros, si bien no intento decir nada completamente nuevo

respecto á esto, porque sería una quimera, pues en libros, revistas, folletos, etc., se han estudiado y discutido con varios criterios las cuestiones más esenciales de esta parte de la ingeniería.

No ha de olvidarse que los acuerdos del Congreso se refieren á todo el mundo, y por tanto, al Ingeniero corresponde aplicar el criterio que á su zona deba de aplicarse en armonía con el clima, suelo, topografía, calidad de los materiales, etcétera, etc. Sin salir de España estas condiciones son sumamente variables.

Una carretera bien conservada gasta, entre ciertos límites y á igualdad de tráfico, menos que si se conserva mal, lo cual es muy comprensible, pues si se supone que dos carreteras en igualdad de condiciones se conservan una bien y la otra mal, y que al cabo de cierto número de años antes de consumirse totalmente el afirmado se restableciera la perfección á la mal conservada, el gasto total de esta última sería, sin duda, mayor que el de la primera, como ocurriría respecto á una casa en la que en lugar de retejar oportunamente aguardáramos á la destrucción total del tejado para repararlo.

Es verdad que las carreteras mal conservadas son causa de la disminución y hasta de la anulación del tráfico; pero la Administración debe evitar que esto suceda, y procurar que las carreteras estén al menos tan bien conservadas como aquellas que las circundan para no ser causa de tal disminución, que siempre ha de redundar en perjuicio y en desdoro de la entidad que no remediara tal estado de cosas.

La circulación por carretera, principalmente de automóviles, aumenta con gran intensidad á medida que se conservan con más perfección; mas si se pudiera admitir una circulación constante, se rebajaría en muchos casos, como he dicho anteriormente, el coste de la conservación, perfeccionándola, porque las aguas correrían á las cunetas en lugar de detenerse en baches y rodadas reblandeciendo el afirmado y siendo causa de mayores perjuicios; los vehículos y automóviles se deslizarían suavemente sobre el firme sin producir fuertes choques que se traducen en desgaste del afirmado, y, por otra parte, estos últimos no necesitarían tan grandes masas para vencer las dificultades que la mala conservación presenta y, en definitiva, serían más ligeros y menos perjudiciales para el firme.

He aquí las condiciones técnicas, higiénicas y económicas que debiera cumplir un buen afirmado: 1.ª Igualdad de la superficie, la que deberá ser apta para que los motores de sangre hagan hincapié, pero sin perjuicio para ellos. 2.ª Superficie dura y áspera para ofrecer resistencia á los pies del animal, evitando el deslizamiento del mismo y del vehículo. 3.ª Gran resistencia al desgaste y á la influencia de la frecuentación. 4.ª Facilidad de construcción y de reparación. 5.ª Compacidad de la superficie, tan grande como sea posible, á fin de evitar que el agua y las materias putrescibles se alojen en el afirmado ó subsuelo. 6.ª Supresión del polvo. 7.ª Insonoridad. 8.ª Gastos relativamente pequeños de construcción y sobre todo de conservación. 9.ª Facilidad para el establecimiento de toda clase de cañerías. 10.ª Facilidad para la marcha rápida y transporte de cargas pesadas, sin impedimento para ninguna clase de circulación.

El estado de una carretera depende de su construcción y de su conservación, y la parte más esencial de la misma es el afirmado y al que el Ingeniero debe dedicar sus preferentes cuidados.

Entre los diversos sistemas de afirmado, el de piedra partida es el que más interés tiene para nosotros, pues seguramente que de tal calidad son al menos el 95 por 100 de las vías ordinarias.

Este sistema de afirmado es el que mejor responde al adagio paradójico de «máximo de utilidad y de agrado y mínimo de sacrificios», por su poco coste de construcción y de conservación, por ser insonoro, por servir para toda clase de pendientes y porque debajo del mismo se puede colocar sin grandes gastos toda clase de tuberías, cables, etc., lo que influye sin duda en que más del 40 por 100 de las calles de poblaciones importantes sean de macadán. Á pesar de esto, este afirmado debe considerarse como el menos apto para las villas por el polvo y barro que produce, por la destrucción rápida para una circulación activa y por el transporte del barro é inmundicias á las calles pavimentadas.

### Construcción de afirmados de piedra partida.

*Cimiento.*—Grande importancia se daba antiguamente al cimiento de piedras gruesas, el que tenía considerable espesor en atención principalmente á que la conservación era discontinua y bastante descuidada. Trésaguet establecía también cimiento, pero limitándose á una fila de piedras puestas de canto; posteriormente y con los firmes macadán se suprimió casi en general el cimiento, en atención á que si se conservaba perfectamente el firme, el cimiento no era necesario y, por el contrario, si se conservaba mal, las ruedas llegarían al cimiento y lo desarreglarían. Más tarde, Telford recomendó nuevamente el cimiento y aconsejaba se estableciera con completa independencia del firme para cuyo efecto lo ripiaba y lo apisonaba.

La rigidez del firme es condición muy esencial para el tránsito de automóviles y no hay duda de que el cimiento se la proporciona á las carreteras, y en este sentido su establecimiento es conveniente en las carreteras generales. No deja de ser conveniente, sin embargo, en los casos en que no haya tránsito de automóviles, porque en toda carretera, aunque la conservación del afirmado se haga con bastante esmero, el agua de lluvia llega hasta la plataforma y la reblandece, siendo ésta en muchos casos causa de baches en la superficie, habiéndose observado, según algunos Ingenieros, que superficies de explanación que se establecieron convexas, se transformaron más tarde en cóncavas por falta de cimentación.

Pero cuando más servicios presta la cimentación, es durante los primeros años de conservación. Si se hacen catas en los terraplenes de una carretera recién construída, se observará que el espesor del firme es bastante mayor que en el resto, porque el contratista no puede evitar, á pesar de la consolidación ocasionada por el tránsito de los carros durante la construcción, que las piedras se claven y se mezclen con la tierra. Más tarde, cuando la carretera se abre al tránsito, en los terraplenes y en los desmontes en tierra, y en gradación decreciente con la mayor resistencia de los mismos hasta llegar á la roca, los baches y rodadas son muy abundantes, refluye el barro que proviene, no sólo de la caja, sino también de la plataforma, y al año de transitar por la nueva carretera se impone un recargo de bastante importancia, si se la quiere tener en condiciones aceptables. Es verdad que en esta primera época el tránsito es algo exagerado, pues los propietarios de montes, las entidades que tratan de construir ó reparar iglesias, escuelas, edificios,

etcétera, esperan á la apertura de la carretera para efectuar los transportes necesarios. Todo esto influye notablemente en la exigencia del recargo, pero no deja de conocerse, sin embargo, el mejor estado y las menores exigencias de la carretera en los sitios en que el fondo es de roca y cuyos efectos son análogos, si bien con mayor intensidad que los que proporcionaría el cimiento.

En este primer año, generalmente en España se encarga el contratista de la conservación de la carretera, á mi juicio con perjuicio para todos por lo que respecto al afirmado, por cuyo motivo en esta provincia se suprimió tal obligación, excepto para las obras de fábrica que realmente exigen el año de garantía por si alguna pudiera estar mal construída. El contratista, sin conocimientos para conservar carreteras, con tendencia á gastar lo menos posible en la conservación y sin elementos suficientes para efectuarla con perfección, cuidará poco y conservará mal el afirmado, por lo que es conveniente no exigir tal obligación, lo que le permitirá poderse dedicar inmediatamente á la construcción de nuevas obras, y, por tanto, hacer una mayor rebaja en la subasta.

Y volviendo al cimiento, no es extraordinario se verifique en carreteras de gran circulación, aun con espesores bastantes grandes de firme, que á causa del reblandecimiento de la tierra del fondo, el afirmado no haga clavo en algunos sitios, lo que obliga á levantar la piedra para retirar la tierra movediza con el fin de colocar cimiento y extender nuevamente el firme.

Por todo lo expuesto debe de recomendarse, en general, establecer cimiento en los terraplenes y desmontes en tierra, por la rigidez que proporciona á la carretera, por la economía que representa en piedra martillada durante la conservación y por evitar en gran parte que la tierra de la plataforma refluya en forma de barro á la superficie á través del firme.

Bilbao 9 de Enero de 1909.

VÍCTOR O. DE ALLENDE.

(Se continuará.)

## Cálculo de los cambios de vía

(CONCLUSIÓN) (1)

Fórmulas en las que se puede hacer aproximadamente:

$$\frac{1}{2 \operatorname{tang} \frac{\alpha}{2}} = \frac{2 + \frac{1}{2} \operatorname{tang}^2 \alpha}{2 \operatorname{tang} \alpha} = \frac{1 + \frac{1}{4} \operatorname{tang}^2 \alpha}{\operatorname{tang} \alpha}$$

Del mismo modo, si en un cambio curvo (figuras 4.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>) trazamos los ejes de las tres vías que á él concurren, encontraremos, proyectando las líneas *MPVG* y *MNTG*:

$$X = MP + PV \cos \omega - VG \operatorname{sen} \omega$$

$$\frac{l}{2} + \gamma = PV \operatorname{sen} \omega + VG \cos \omega$$

$$X = MN + MT \cos (\alpha + \omega) + TG \operatorname{sen} (\alpha + \omega)$$

$$\frac{l}{2} + \gamma = NT \operatorname{sen} (\alpha + \omega) - TG \cos (\alpha + \omega)$$

(1) Memoria presentada al Congreso Científico de Zaragoza.