



Las calzadas en las calles i en los caminos

POR

DOMINGO V. SANTA MARIA

(Conclusion)

§ VI.—ESTABLECIMIENTO DE LAS VÍAS FÉRREAS EN LOS CAMINOS

Ventajas e inconvenientes del establecimiento de las vías férreas en las carreteras

35). Siempre se ha discutido sobre la conveniencia de quitar las vías férreas de las carreteras, por cuanto, a no dudarlo trae consigo grandes inconvenientes para el servicio de los vehículos de tracción animal; efectivamente, es bien difícil encontrar motores mecánicos que por su ruido, etc., no provoquen siempre mas o ménos el espanto de los caballos de los coches i carretones i por otra parte, si se llega al establecimiento de vías especiales con rieles salientes, las dificultades se aumentan por cuanto de esa manera, la calzada *queda dividida en fajas*, por la intercalación de esas vías, si ellas se

colocan en la parte central, se hace mui difícil el paso de un lado a otro de la calzada, i si quedan a un lado angostan el ancho disponible para el cruce i circulacion de los vehículos corrientes. Luego, en tales casos, se hace forzosó la colocacion de las vías con rieles al nivel de las calzadas, ocasionando así gastos forzades en el establecimiento de las vías, i gastos extraordinarios en la conservacion de las mismas. Por otra parte, los rieles *de garganta* que hai que colocar para no dejar salientes en las calzadas, ocasionan un fuerte aumento en el coeficiente de rodado i por lo tanto, dificultan la explotacion por cuanto le aumentan sus gastos de traccion.

Basta ver que si disponemos de un motor de 10 HP. de fuerza para utilizarlo en un tranvía con riel saliente i en horizontal, como las resistencias al rodado son ese caso, 5 kilogramos por tonelada como término medio, ese motor podrá arrastrar un vehículo que con su carga pese

$$10 = \frac{P \times 0,005 \times 20}{270} \text{ de donde } P = 27,000 \text{ k.}$$

27 toneladas i marchará con una velocidad máxima de 20 kilómetros por hora, que es mas que suficiente para los servicios de tranvías. Si en lugar del riel saliente, por establecer la vía en las calzadas se colocan *rieles garganta*, las resistencias al rodado *se duplican* i pasan a ser por lo ménos 10 kilos por tonelada i por lo tanto el mismo motor, a la velocidad de 20 kilómetros por hora no podría llevar mas de 13.5 toneladas. Por otra parte, como si la vía está un tanto sucia, esa resistencia aumenta sensiblemente, las empresas en estos casos, se ven obligadas, como se ve constantemente en las calles de Santiago, a tener un personal especial de conservacion dedicado esclusivamente a la limpia de las gargantas de los rieles. Se ve entónces que el riel garganta además de disminuir a la mitad el rendimiento del motor, aumenta los gastos de explotacion con un personal especial de limpia. Luego, es una solucion costosa, i por eso tratan siempre de evitarla los ingenieros que van a establecer vías férreas sub-urbanas, pi-

diendo a las autoridades que les permitan angostar las calzadas para dejar las vías independientes i colocarlas con rieles salientes, en detrimento del servicio jeneral de los vehículos de traccion animal.

Pero, como justamente a las orillas de las carreteras donde se han establecido constantemente, no sólo las viviendas sino los establecimientos industriales, la mejor manera de servirlos es justamente colocando las vías en las mismas carreteras; porque, al no hacerlo así, seria necesario hacer fuertes gastos de espropiacion, los que serian incompatibles con las sumas que se pueden invertir en ellas, para que el tráfico remunere los intereses del capital invertido. Ademas, si se considera que el establecimiento de esas vías, va de hecho a hacer disminuir el tráfico de tiro animal, se ve que, a pesar del inconveniente apuntado, los Municipios pueden acceder a las exigencias de las vías salientes, siempre que, con el establecimiento de esas lineas, queden servidos los mas de los interesados i *ese servicio sea realmente industrial i no simplemente de lujo.*

Basta contemplar la instalacion de la vía férrea de servicio vecinal entre Santiago i San Bernardo, para darse cuenta de las ventajas que ha aportado al vecindario, a pesar del inconveniente de haber dificultado el rodado de los vehículos corrientes, por cuanto esa vía férrea, facilita los acarreos i la movilizacion de los mas, quedando por lo tanto los ménos para el uso directo de la carretera. Pero, cuando no existe esta circunstancia, evidentemente que hai que contemplar el tráfico jeneral.

Establecimiento de las vías férreas en las carreteras

36). En Europa, cuando hai que colocar vías férreas en las carreteras, hai la tendencia de colocarlas en las veredas, o bien, sobre una faja especial, que toma jeneralmente una parte de una de las veredas i que se deja inaccesible a los vehículos corrientes. Nuestros caminos no tienen veredas, por

eso, hai que colocar las vías, como está la de Santiago a San Bernardo, sobre una faja especial para que los rieles salientes no sean pisados por los vehículos de tracción animal. Por lo demás, esas vías se colocan sobre soportes transversales i se establecen en condiciones análogas a las de los ferrocarriles de gran tráfico. Al salir del radio sub-urbano i entrar propiamente en las ciudades, la mayoría de los ingenieros prefiere ahora, no colocar las vías sobre traviesas, sino sobre soportes longitudinales, de madera, metal u hormigon, segun los casos, i excepcionalmente, simplemente sobre la arena. Hai mucha variedad de modelos de rieles gargantas, llegándose en muchos casos a no poner rieles especiales, sino los Vignoles corrientes pero dobles, de modo que uno de ellos forme un constante contra-riel. Sin embargo, parece a la fecha que es mas económico el uso de rieles especiales de tres piezas, para no tener que desarmar toda la vía cuando es necesario hacer el cambio de las callampas de rodado.

Por otra parte, es evidente que, no siendo uniformes los sistemas de pavimentacion que existen en las ciudades, es evidente que es bien difícil encontrar un sistema de vía que calce con todos ellos, i por eso, el problema de las instalaciones de las vías férreas en los recintos urbanos será siempre un problema local, i los ingenieros deberán buscar las disposiciones que mas se amolden con las fundaciones, etc., de las pavimentaciones dominantes en la ciudad donde penetran dichas vías.

Conclusiones del Congreso del Camino de 1910

37). A pesar de las ventajas que se encuentran a la instalacion de las vías férreas locales en las carreteras, como hemos citado la de San Bernardo, cuando la mayoría usa el ferrocarril, al tratarse este punto en el Congreso del Camino del año 1910, *sólo un ingeniero les dió su voto*; todos los demás manifestaron que la colocacion de las vías férreas, aun en las veredas de las carreteras, *tiene en jeneral mas inconvenientes que ventajas*. Puesto que la única ventaja real es

la relativa a la disminucion de los gastos de instalacion, porque se tienen los terrenos gratuitamente, ventaja que, en jeneral, se encuentra anulada completamente, con el aumento de los gastos de conservacion de la vía, que es mucho mas costosa que si la vía se encontrase establecida en un rasgo especial. Ademas, instalando las vías en las carreteras, se hace forzoso disminuir las velocidades de marcha de los tranvías, en detrimento de la explotacion.

Todos dejaron constancia del hecho siguiente: que la instalacion de una vía férrea en un camino, *sólo tiene ventajas para los vecinos* i para los usos del camino como vía de comunicacion; por lo tanto, que es sólo la vía férrea la que ganaria si esa ganancia no se perdiese constantemente por el aumento forzado de los gastos de conservacion i dificultades de explotacion, por las velocidades impuestas para no provocar accidentes, etc., i por eso se llegó a las conclusiones siguientes:

I. Para el estudio de los caminos nuevos en las vecindades de las grandes ciudades i aun en pleno campo, puede ser útil ver si corresponde o nó al interes jeneral *preveer una plataforma especial* suficientemente ancha, para establecer despues una línea secundaria, que quede fuera de la calzada i paralela con ella.

El trazado de las pendientes i las disposiciones del perfil i planta de la carretera deben, en ese caso, hacerse teniendo presente que deben quedar aptas para satisfacer un trazado de línea férrea. Naturalmente, en tales casos es lógico i de desear que los constructores o concesionarios de esas líneas férreas contribuyán para hacer los gastos de las plataformas especiales de las vías.

II. La colocacion de las líneas férreas en las mismas calzadas empedradas o adoquinadas, es siempre molesto para la viabilidad de dichas calzadas, i de ello resulta siempre un aumento en los gastos de la conservacion de dichas calzadas. Por consiguiente, es de desear que se renuncie a ello en cuanto sea posible.

El establecimiento de vías férreas en las calzadas pavimentadas i adoquinadas hace que las conservaciones de dichos pavimentos sea difícil a lo largo de los rieles, i conviene atenuar en cuanto sea posible esta molestia por medio de disposiciones especiales i apropiadas.

III. Cuando una línea férrea se establece sobre las veredas de una carretera, es preferible, si el ancho de la calzada lo permite, colocarla sobre una pista especial e inaccesible al tráfico jeneral de la carretera, jeneralmente solevando la pista ferroviaria para asegurarle mejor estabilidad. Pero, en todo caso, es necesario asegurar la libre circulacion i escurrimiento de las aguas colocando disposiciones adecuadas.

Si se trata de una carretera empedrada, el concesionario de la línea férrea debe quedar obligado a establecer las soleiras especiales que se necesitan para separar la vía para que quede libre; i las mismas obligaciones hai que poner para los adoquinados.

IV. La supresion de las plantaciones que orillean los caminos no debe ser tolerada, salvo casos especiales: si el ancho de la carretera, entre las líneas de árboles es insuficiente para permitir el establecimiento de las líneas férreas, manteniendo para la libre circulacion el ancho mínimo compatible con el tráfico, la vía férrea debe sacarse fuera del espacio de las plantaciones.

V. Es de desear que la esplotacion de los ferrocarriles de interes local aseguren la conservacion de parte de las calzadas del camino que han ocupado ellas i sus dependencias, i corran con esos gastos.

Como se ve, las conclusiones del Congreso son todas ellas tendentes a que no debe sacrificarse el tráfico jeneral por el establecimiento de una línea férrea local, en lo que no pueden ménos que estar de acuerdo todos los ingenieros i autoridades administrativas que tienen que intervenir en las calzadas, i es de desear que ese sea tambien el criterio que tenga entre nosotros para hacer dichas concesiones.

§ 7.—CONSERVACION DE LOS CAMINOS

Métodos de conservacion

38). En jeneral, dos han sido los métodos que se han usado constantemente para atender a la conservacion de los caminos; a) el llamado *por piezas* i b) el de *revisiones jenerales*, i cada uno de ellos tiene sus ventajas e inconvenientes cuando las calzadas se encuentran bien establecidas, siendo casi imposible el segundo procedimiento, en las calzadas i carreteras que no tienen pavimentacion o la tienen mui deficiente.

a) *Sistema de conservacion por piezas*.—El sistema de conservacion *por piezas*, consiste en trabajos aislados que se emprenden en los puntos de la calzada donde aparecen baches mas o ménos profundos o desnivelaciones que se han formado con el tráfico: este sistema, que es el mas primitivo, es el mas usado entre nosotros dado el estado tan deficiente de nuestras carreteras, i aun así, no se consigue que se mantengan en buen estado i se necesita siempre hacer constantes trabajos extraordinarios cada dos a tres años, si realmente queremos que uno de nuestros caminos que de transitable en condiciones normales todo el año.

Entre nosotros, el personal que atiende los caminos, cuando se forman los baches, reparte mas o ménos prolijamente los ripios sobre calzadas para emparejar los baches, sobre todo lo mas profundos, i se da con ello por terminada la tarea de la conservacion, *dejando que el tráfico público* haga el resto. Se comprende que semejante sistema de conservacion a mas de ser malo, es anti-económico, por cuanto, una gran parte de los materiales son triturados, arrastrados i dispersados por las ruedas de los diversos vehículos que los pisan estando enteramente sueltos. Por otra parte, esos ripios gruesos sueltos, maltratan las cabalgaduras i sus arneses.

Para que el procedimiento de conservacion llamado *por piezas*, dé resultados, hai que proceder metódicamente:

una vez marcados los baches despues de la lluvia, hai que limitarlos por líneas paralelas i perpendiculares al eje de la calzada; picar sus contornos i formar así un rectángulo de una hondura mas o ménos profunda, los que se llenan con ripios bien apretados unos contra otros por medio de pizones. Hai que pisonear mui bien para conseguir la adherencia de los nuevos ripios con el resto de la calzada, sin tener que agregar materias conglomerantes: por eso, se recomienda reiterar el pisoneo, hasta que se consiga este resultado, i despues se retiran todos los ripios sobrantes para que no queden de estorbo al tráfico. Lo anterior demuestra que, la conservacion *por piezas*, si se hace, como se debe, exige mucha obra de mano. Así por ejemplo, en un rectángulo de un metro cuadrado, que son jeneralmente mas largo que anchos, no se pueden colocar mas de 0,10 m. c.c. de ripios por ahora, o sea un metro cúbico por dia: i ademas, es necesario trabajar en épocas oportunas para tener éxito, porque si las calzadas están *mui secas*, no se conseguirá que los nuevos ripios formen cuerpo con la antigua calzada i se desagregaran completamente. Esta circunstancia, hará siempre que el procedimiento de conservacion por piezas, sea deficiente en nuestras carreteras del norte i centro, que permanecen enteramente secas durante mas de seis meses del año.

La única ventaja que tiene el procedimiento por piezas, es que, *usado constantemente en condiciones regulares* permite mantener la calzada con su perfil mas o ménos constante, restituyéndose, cada año, el espesor que ha permitido por el desgaste del rodado; pero, cuando la circulacion es un poco intensa, es bien difícil hacerlo sin procurar interrupciones en el tráfico.

b) El *sistema de renovaciones jenerales*, es el mas usado a la fecha por ser mas económico i mas seguro. Para ello, se deje que se desgaste la calzada hasta que la capa de rodado *tenga el espesor mínimo compatible con la resistencia* i se procede entónces a la renovacion del perfil primitivo poniendo capas de ripios que se comprimen fuertemente i se cilindrean.

El intervalo de tiempo que se trascurre entre dos renovaciones, que es lo que llaman *período de desgaste de la calzada*, depende, con la misma clase de materiales, del tráfico i varia de tres a diez años.

Durante el *período de desgaste* las calzadas quedan abandonadas a sí misma i se llena un tanto de baches i de huella; pero, si estas toman alguna proporción serian enteramente perjudiciales para el tráfico, i de ahí las variantes en el método, por que, algunas administraciones, atienden esos baches i huellas haciéndolas desaparecer por el método de piezas, mientras se procede, a la renovación jeneral: i otras, acortan los períodos de desgastes, para evitar los entorpecimientos que provocan las huellas, etc. Pero, es claro, que no sería lójico, que si por un accidente se forma un bache que tiende a deteriorar violentamente un pedazo de calzada, se abandone i se deje crecer hasta que venga la renovación jeneral, i de ahí la debida conservación de la carreteras.

Ejecucion de las renovaciones en los macadan

36). La buena ejecución de los trabajos por renovaciones jenerales es casi tan delicada como la atención por piezas: hai muchas precauciones que tomar para que la capa de ripios con que se hace la renovación forme cuerpo con la antigua calzada.

a) *Espesor de la capa*. Mucho se ha debatido para fijar cuál debe ser el espesor de la capa de las renovaciones, i se ha visto que es imposible fijarlo de una manera exacta, por que, en materia de conservación de las calzadas, como en casi todas las cuestiones prácticas, *lo absoluto no existe*, i todo es relativo. Señalaremos por lo tanto un solo hecho, i es que se pueden obtener muy buenas calzadas, haciendo las renovaciones con espesores de 0.15 a 0.20 m. en los enripiados del eje. De ahí, que no se crea inútil enterrar en el suelo capitales que se pueden emplear en otras cosas, colocando capas de renovación mas gruesas. Cuando hai buenas funda-

ciones, es casi seguro que se puede mantener en buen servicio una calzada haciendo la capa de renovacion de 0.20 m. de espesor de sus enripiados, no se comprenderia que, en esos casos, se empleasen mas ripios; de ahí, que los ingenieros residentes *deben ser bastante atentos* para fijarlos i ver cuando realmente principia a necesitar la renovacion i cual es el espesor de renovacion que exige. Las calzadas con el desgaste, pierden sus bombeos progresivamente, i su superficie se aplana, i aun concluye por ahuecarse al centro. Es por lo tanto, sobre el eje donde se necesita poner la mayor atencion i el mayor espesor de la capa de renovacion, para hacer volver a las superficies de rodado sus bombeos de $1/40$ o $1/50$ que se usan en estos casos.

En Europa, si se considera una calzada de 5 m. de ancho, i se coloca una capa de ripios de 0.18 m. al centro, es decir, sobre el eje de la calzada, que tiene un bombeo de $1/40$, se necesita una capa de ripios con un espesor medio de 0.13 m. Por eso, en la mayor parte de los casos debe atenderse a la renovacion jeneral, ántes de llegar a lo que allá se considera como un extremo, es decir, la capa de 0.18 m. al eje: i de ahí, que se preconicen las renovaciones jenerales, con espesores medios de 0.10 m. I hai administraciones que las ordenan cuando es necesario colocar la renovacion jeneral sólo con un espesor de 7 centímetros, es decir, de un tercio de metro cúbico de ripios por metro corrido de calzada de 4 m. de ancho, como son las vecinales europeas.

b) *Picado de la calzada para la renovacion del ripio.*—Para hacer ménos costosas las reparaciones, se limita muchas veces el ancho de las calzadas por ranuras longitudinales que se oponen a que los ripios se repartan más allá de ellas; pero no hai que olvidar que todas estas medidas son defectuosas i con ellas las reparaciones quedan deficientes resultando con ello que la economía que se quiso obtener sale mas cara al final.

Otra mala medida es la que ordenan algunos residentes de picar el piso de la calzada, ántes de desparramar los ripios

de la renovacion. Esta medida, *a mas de ser mala*, recarga la obra de mano de la conservacion i por eso es enteramente anti-económica. No hai para qué destruir una parte de la capa resistente que existe, i disminuir, con no poco costo, el espesor de lo que ya tiene bueno la calzada. Lo único que hai que hacer, es *barrer a lo vivo i aun raspar la superficie antigua*.

Existe siempre sobre las calzadas un espesor mas o ménos grueso de barro o de polvos adherentes, i si no se quitasen por completo al poner los ripios de las recargas, ellos formarían, despues de la compresion, entre la capa de ripios antiguos i los nuevos, una especie de capa de arcilla o lecho de cantera, análogo al que separa dos mantos sucesivos de una formacion sedimentaria. Para impedir la formacion de estas capas aisladoras i asegurar *la soldadura* entre los ripios antiguos i los del relleno de la recarga, como lo hemos dicho *hai que barrer a lo vivo i aun raspar la capa antigua* ántes de colocar las recargas.

c) *Cuidados que hai que tener al poner las recargas*.—Las nuevas capas de ripios van a ser cilindradas para que sus elementos se penetren unos con otros i formen una masa; ahora bien, esos cilindrados si se hacen mal, triturarán los ángulos i las aristas de las piedrecillas de los ripios, i los detritus que resulten pasan a rellenar los huecos. Sólo debe admitirse el cilindrado que procura la penetracion de los elementos sin deteriorarlos, la segunda, es decir, la que los tritura en sus aristas, no debe admitirse porque tiende a debilitar la calzada. El cilindrado debe sólo procurar la penetracion de los elementos unos con otros de tal manera que no queden vacíos, i para realizar en cuanto se puede este ideal, deben usarse materiales arneados o piedras chancadas de un grosor mas o ménos uniforme ayudando el cilindrado con buenos riegos, i lo que es mejor, pisoneándolos. Ahora, los riegos sólo se pueden usar en abundancia cuando las calzadas tienen buenas fundaciones, i mediante ellos se conseguirá que la penetracion de los materiales en los intersti-

cios sea mas rápida; cuando no hai buenas fundaciones se puede temer que la abundancia de agua en los riegos debilita los subsuelos i con ello se deforme a la calzada.

Ya vimos ántes, que sólo deben admitirse como conglomerantes, los alquitranes, breas, etc., i no los detritus de los ripios, i por eso, hai que tener precauciones con los pesos de los rodillos del cilindrado i buscar buenas disposiciones de sus aparatos de enganches, etc., para facilitar las maniobras sin tener que dar vuelta los cilindros. Por otra parte, como es difícil procurarse un buen servicio si los cilindros exigen para su movilizacion mas de 6 a 7 caballos, se ve que no es fácil pasar de cilindros que pesen mas de 4,500 a 5,000 kilos vacíos i de 7 a 8 mil cargados.

d) *Gastos del cilindrado.*—Los gastos de traccion para el cilindrado son casi proporcionales con los arriendos o talajes de los caballos que los arrastran, si el cilindrado se hace con rodillos de 4,500 klg. de peso vacíos, los que exigen 7 caballos corrientes para su servicio, si no se les quiere fatigar con exceso, i los caballos cuestan, como arriendo, 2 a 4 pesos diarios cada uno o sean 14 a 28 pesos diarios los del servicio, i como por otra parte, *no podemos exajerar las velocidades de marcha de los rodillos* para que ellos hagan todo su efecto, debe calcularse el tiempo de modo que se tenga la mejor utilizacion de ellos.

Si consideramos una seccion de 200 metros, i estimamos en un minuto i medio el tiempo que se demoran las operaciones necesarias para hacer cambiar el sentido de la marcha de los cilindros, ya que no se les da vuelta i se recorren once veces los 200 metros o sean 2,200 metros por hora, tendremos un recorrido de 22 kilómetros en las 10 horas de trabajo en un dia.

Para apreciar los gastos, se hace necesario estimar por otra parte, cuál es el minimum de pasadas que debe dar el cilindro para asegurar la penetracion de los materiales, los riegos que se deben hacer segun las fundaciones etc., i estado de humedad de las calzadas, i solo cilindrar capas de 7 a 9

centímetros de espesor de ripios, puesto que los cilindros no son de mucho peso. Por lo jeneral se tiene *que el número mínimo de pasadas de los cilindros*, no debe ser menor de 60, i que corrientemente es de 100, i por eso tomamos esta cifra para hacer los cálculos.

Así tenemos que, colocando una recarga de 9 centímetros de espesor medio, en 200 metros de largo, sobre una calzada de 5 metros de ancho, necesitamos 90 metros cúbicos de ripio, i como el ancho de las llantas de los cilindros es de m. 1.20, el cilindro recorrerá $(100 \times 200 \times \frac{5}{12}) = 84$ kilómetros.

Teniendo el recorrido, que es de 84 kilómetros, i los precios de los talajes o arriendo de los animales, el jornal de los operarios, se tiene inmediatamente los gastos para el cilindrado de los 200 metros i por consiguiente, los de la conservación debidos a las recargas.

En el caso que hemos puesto, tenemos un recorrido del cilindro de 2,200 metros por hora, luego, los 84 kilómetros serán recorridos en 38 horas, es decir, prácticamente en 4 días, i tendremos como gastos:

Por los caballos 14×4	\$ 56
Por 3 peones, a \$ 2 cada uno $3 \times 4 \times 2$	24
Por riego	20
	\$ 100

Lo cilindrado es $200 \times 5 = 1,000$ m. e. Luego tenemos un costo de \$ 0.10 por metro cuadrado, poniendo los sueldos i talajes menores. He puesto los cálculos anteriores para dejar constancia que, aun suponiéndose en casos favorables, i recargando los precios con lo correspondiente a las amortizaciones de los capitales de los cilindros, el costo del cilindrado es siempre bajo, no pasará de \$ 0.15 por metro cuadrado, i por consiguiente, no hai razón para que nosotros no usemos los cilindrados para mejorar eficazmente nuestras carreteras.

Conservacion de las calzadas ripiadas

37). En estas, como en la Macadanizada, se usan los métodos de la atencion por piezas o el de las renovaciones jenerales. Siendo este último procedimiento, el mas económico, será el que contemplaremos en detalle:

La idea de conseguir una penetracion mas o ménos enérgica de los ripios que se colocan en las calzadas, por medio del cilindrado, viene desde el año 1786, i siempre se ha conseguido con ella buenos resultados, aunque, de ninguna manera, tan eficaces como los que se consiguen con los Macadan. Desde 1876, hasta 1835, los cilindros, en la calzada ripiada, se usaban casi esclusivamente para la formacion de la capa *de las fundaciones*; pero, desde esa época para adelante, se han usado constantemente para completar i mejorar la capa de rodado consiguiéndose siempre el mejoramiento de la traccion con esa medida, i de ahí, que a la fecha, todas las administraciones exigen el cilindrado para la ejecucion de las enripiaduras en las carreteras.

a) *Marcha de las operaciones.*—Antes de proceder a repartir los ripios por capas sucesivas, sobre las calzadas que se quieren reparar, se acumulan i se limpian a veces por lavados, para quitarles las arcillas i tierras que puedan tener; i cuando no hai buenos ripios de rio, se usan los de las canteras si ellos son abundantes i de buena calidad escojiéndose siempre los de las canteras que produzcan piedras de las mas resistentes, escluyendo en absoluto los de piedras blandas que no hacen mas que triturarse con el tráfico i trasformarse en barro. Los materiales se acumulan en las veredas de las calzadas i en cantidad suficiente para colocarlos por capas de 0.05 a 0.06 cada una, para así con dos capas tener el espesor de 0.10 a 0.12 que exige la renovacion; i el cilindrado se ejecuta de modo que quede en la calzada un bombeo de 1/40 a 1/50. Al calcular el volúmen de materiales por acumular debe tenerse cuidado de tomar en cuenta los hue-

cos de las piedras, que se trata de hacer desaparecer con el cilindro, i que son jeneralmente de $1/4$, es decir que el volúmen que debe acumularse es de $1/4$ mayor que el estimado para el reparto en cada una de las capas.

b) *Epocas de las recargas.*—Si bien es cierto que estas reparaciones de las capas de ripiaduras pueden ejecutarse en cualquier época, hai sólo que advertir que son mas costosas en jeneral en verano que en invierno; por cuanto, en el verano exigen ser regadas constantemente para que los ripios se penetren bien, lo que no siempre se consigue de una manera económica i eficaz en verano; los europeos, las aconsejan en otoño i en primavera, porque tienen la humedad, sin que ella sea excesiva, i ademas en esos climas, en las estaciones intermedias se evitan las nevazones.

a) Las carreteras que se quieren rpiar, deben prepararse limpiándolas todo lo que se pueda, i dándoles el bombeo correspondiente; pero sin picar ni remover las partes duras de la antigua calzada. Despues de limpiar i barrer la superficie se reparten los ripios con la pala de manera que quede la capa lo mas uniforme posible, i arreglando la superficie *para impedir que los materiales se encuentren comprimidos mas en una parte que en otra*; porque si no se procede así, el cilindrado provocará mas centamientos en unos puntos que en otros i *faltará la homojeneidad al afirmado.*

A veces, para hacer las recargas sin interrumpir el tráfico se le ejecuta primero en la mitad de la calzada i despues en la mitad i despues en la otra mitad. Cuando no se toma esta precaucion, los vehículos del servicio público se ven obligados a pasar por la capa de preparacion, i la dislocan i ensucian sus ripios, i aun modifican las condiciones de los ripios con los arrastres. I para que el uso de los cilindros no sea mui molesto, estas reparaciones se hacen por fajas de 200 a 500 m. de largo, no usándose fajas mas cortas de 100 metros porque las pérdidas de tiempo, en los cambios de marcha de los rodillos, se hacen mui sensibles.

d) *Cilindrado.*—El cilindrado se principia por las veredas

hacia el centro de las fajas que se van a ejecutar. Los primeros viajes del cilindro se hacen con sus cajas vacías las que se van cargando mas i mas hasta llegar al peso máximo i dando un número suficiente de pasadas con cada peso de detalle hasta que no se tengan huellas en el piso: de esa manera se estará seguro que los materiales se habrán penetrado bien unos con otros i dejan de ser sensibles a la compresion, que es lo que demuestra la falta de huella.

Despues de dar las últimas pasadas de compresion *con carga completa*, es cuando se reparten los materiales del relleno para formar *el mosaico superficial* que por pequeñas porciones les hace penetrar mediante los riegos, en los intersticios que han quedado entre los ripios, i se terminan las operaciones cuando la calzada está perfectamente sólida.

El número de pasadas de los cilindros compresores en cada uno de los puntos de la recarga, es mui variable, i por eso, jeneralmente, en las especificaciones que se dan se fijan los minimum, debiendo los contratistas ejecutar los que pida el ingeniero residente, mediante un precio convencional para el uso.

e) *Riegos*.—En verano, se necesita tener a la mano varios toneles de regadío para mantener húmedas las superficies de las calzadas desde el principio hasta el fin de los cilindrados. Porque se ha visto que el agua, no solo es necesaria para ablandar la superficie de las costras antiguas del piso, sino tambien para facilitar las penetraciones de los ripios i que desaparezcan sus huecos, porque sirve como lubricante.

La cantidad de agua es mui variable, sobretodo segun el estado de sequía de la atmósfera en los momentos en que se opera, pero todos están de acuerdo en que los riegos deben ser abundantes. Por otra parte, se necesita tanto ménos agua, cuanto el cilindrado se hace mas lijero i que se escurre ménos tiempo entre el reparto de los materiales i la penetracion completa que se consigue de ellos con el cilindrado i los riegos, por cuanto hai ménos evaporizaciones. I por eso, algunos ingenieros, prefieren operar por fajas cortas.

f) *Centamientos*.—Con la penetracion que sufren los elementos de los ripios con los riegos i el cilindrado, se producen *centamientos* que corrientemente se estiman en $1/5$ a $1/4$ por la mayor parte de los ingenieros; pero, segun los materiales, el grueso de los granos de arena de los ripios, la proporcion de las arenas con respecto a las piedrecillas, etc., esos centamientos pueden llegar sólo a $1/6$ i a un $1/8$. Por otra parte, segun el estado i condiciones en que han quedado los materiales antiguos, los materiales nuevos de la recarga penetrarán mas o ménos en los antiguos, i de ahí un elemento mui variable que hace aumentar los hundimientos.

g) *Ventajas de las reparaciones jenerales*.—Actualmente, ya no se pueden poner en duda las ventajas de las reparaciones jenerales de las calzadas ripiadas, cuando ellas se ejecutan con un cilindrado conveniente, puesto que así quedan mui suaves i mui resistentes i exigen un menor esfuerzo de traccion a las cabalgaduras. Como los perfiles trasversales quedan mui regulares, se conservan mucho mejor.

La principal objecion que se hace en este caso a este método de conservacion, es que es peligroso dejar gastarse las calzadas en exceso. Pero en realidad, esa objecion sólo tien valor cuando hai descuido, por cuanto es evidente, que nunca habrá buena conservacion, no sólo para las calzadas, sino para todas las obras de arte, si se les *abandona con exceso*, es decir, si no se ejecutan sus reparaciones en épocas oportunas segun sus desgastes o deterioros. No deben por eso esperarse esos casos extremos para hacer las reparaciones de las ripiaduras. Se estima que una calzada se puede mantener bien aun despues de haber perdido por desgastes de sus ripios 0.05 m. i sus materiales son mui duros i el sub-suelo arenoso miéntras que si se tienen materiales blandos i suelos arcillosos, es forzoso mantener entre el sub-suelo i el rodado un espesor de ripio que no sea menor de 0.10, luego es evidente que no se puede esperar que la superficie de rodado se haya desgastado de 0.06 para proceder a su renovacion i relleno.

Es por lo tanto la práctica la que determinará en cada caso, los desgastes máximos que deben admitirse en cada carretera, para que las operaciones de las recargas, no sean infructuosas, por llegar atrasadas, por decirlo así, cuando ya los deterioros son tales, que no es recarga la que se hace necesaria, sino reconstrucción entera de la calzada, como si se trabajase de nuevo.

Conclusiones del Congreso del Camino de 1910

38). El congreso ocupándose de la conservación de los caminos llegó a las conclusiones siguientes:

I). Es de desear que se quiten de las calzadas, las canalizaciones de distribución de agua i gas, dejando exclusivamente las de los saneamientos, que exigen poca conservación.

II). Siempre que se pueda deben sacarse las cañerías de distribución de gas i agua, etc., para pasarse a la vereda al lado de las cunetas, aunque esta medida signifique un mayor gasto para las canalizaciones. Este desdoblamiento es esencialmente recomendable en las calles de gran circulación que tienen fundaciones rígidas para sus pavimentos.

III). Se verá si no será mas ventajoso colocar las canalizaciones en galerías especiales en las veredas, que tengan dimensiones suficientes i sean visitables: en estos casos, deben tomarse precauciones especiales para evitar las filtraciones, i las galerías deben ser costeadas a prorrata por las empresas que las usan.

En las calles que actualmente tienen canalizaciones, el Congreso estima que prudencialmente deben irse desdoblando, aprovechando las temporadas de las gruesas reparaciones.

V). Debe haber la armonía mas completa entre los diversos servicios para hacer las reparaciones, etc., removiendo lo ménos posible el pavimento, i estorbando lo ménos que se pueda al tráfico.

Reglamentacion del tráfico

39). Ya hemos hecho notar, que son inútiles todos los empeños que se pongan por mantener las calzadas en buen estado, si el tráfico se hace con vehículos cuyas ruedas trituren los materiales de la pavimentacion. De ahí la necesidad de reglamentar el tráfico, i a ese respecto, el Congreso del año 1910 llegó a las conclusiones siguientes:

Velocidad.—Es inútil referirse a las de los vehículos de traccion animal que de hecho, no pueden tener velocidades excesivas, i por consiguiente, toda la reglamentacion en estos casos, se refiere esclusivamente a *mandar el paso*, en las travesías de las superestructuras de los puentes metálicos, para evitar que las oscilaciones provocadas por la marcha de los vehículos *se pongan al unísono* con las de las deformaciones elásticas del metal, i llegen a sumarse i hacerse peligrosas para la construccion.

Pero, no pasa lo mismo tratándose de los autos, los que, sea por capricho; o por ostentacion de sus conductores, siempre tratan de circular con velocidades imprudentes i enteramente perjudiciales para las calzadas. Por eso, todos los ingenieros encargados de la conservacion de las carreteras i de las calles de las ciudades, han pedido siempre la reglamentacion de las marchas de los automóviles, así como los pesos que deben tolerarse sobre sus llantas.

A mas de eso, todos los ingenieros han manifestado, que es imposible dejar que la circulacion se efectue a las carreras que interesados se complacen en dar indebidamente a sus máquinas, *por cuanto no las soportarán los puentes de las carreteras*: es evidente que las fatigas de las superestructuras de los puentes carreteros, serán tanto mayores cuanto mayores sean las velocidades con que los atraviesan los automóviles, i de ahí, que si se quiere dejar libre que estos coches tomen cualquier velocidad, *se encarecerán todas las construccion de las obras de arte inútilmente*, por satisfacer un capricho.

Como todas las Administraciones, *fijan las condiciones del cálculo de sus obras de arte, de hecho quedan con ello fijadas las condiciones de velocidades máximas que deben ser toleradas en el tráfico de las carreteras.* I por lo tanto, los Municipios i autoridades del caso deben imponerlas en sus reglamentos de circulación por las carreteras i las calles de las ciudades.

Otro tanto debe naturalmente hacerse respecto del ancho de las llantas de los vehículos para que no se trituren los materiales de las calzadas, i así tenemos que, de las experiencias resulta:

a) Que los vehículos con llantas angostas muy cargadas causan deterioros anormales en las carreteras que tienen sus pavimentaciones adecuadas para las circulaciones corrientes;

b) Deben hacerse experiencias, para ver cual debe ser la relacion que, en cada caso, debe imponerse entre las cargas, los diámetros de las ruedas, i el ancho de sus llantas, para evitar todos los desgastes anormales.

Ahora bien, como en la mayoría de los casos, los mismos vehículos deben circular por las calles i las carreteras adyacentes que tienen pavimentaciones distintas, es lógico que se adopten las relaciones correspondientes a los afirmados mas débiles que se usan en las carreteras, i sólo se toleren las llantas mas delgadas, para los vehículos que solo circulan en las calles de las poblaciones que tienen por lo jeneral pavimentos mas duros que los de las carreteras.

Vehículos con tracción mecánica.—Los automóviles que se llaman coches de turistas, tal como marchan, pueden causar deterioros anormales en las carreteras, *siempre que sus velocidades sean exajeradas* como por desgracia, es la costumbre de los caballeros que los guian.

Los automóviles de carga, no causan desgastes anormales en las carreteras, siempre que limiten sus velocidades a menos de 25 kilómetros por hora, i no tengan mas de 4 toneladas en los ejes de adherencia i 150 kilogramos de carga por centimetro de ancho de llanta para ruedas de un metro de diámetro.

Los vehículos industriales automóviles, no causarán desgastes anormales en las calzadas bien ejecutadas, siempre que llenen las condiciones siguientes:

a) *Vehículos de primera categoría*.—Son aquellos en los cuales el peso de los ejes mas cargados, es inferior a cuatro toneladas i media; tomando velocidades máximas por hora de 20 kilómetros, con una carga por llanta de 150 kilóg. por centímetro corrido para ruedas de un metro de diámetro;

b) *Vehículos de segunda categoría*.—Son los automóviles en los cuales los pesos por eje *son superiores* a cuatro i media toneladas por eje e inferior a siete toneladas, con velocidades máximas de 12 km. por hora; con cargas sobre sus llantas de 150 klg. por centímetro corrido para ruedas de un metro de diámetro;

c) Provisoriamente, mientras se hacen mas esperiencias, en los casos de ruedas de diámetros superiores a un metro, las cargas por centímetro de ancho en las llantas de las dos categorías, conservando las velocidades apuntadas, serán dadas por la fórmula

$$c = 150\sqrt{d}$$

En la cual d es el diámetro de las ruedas espresado en metros, i c las cargas espresadas en kilogramos;

d) Las llantas de fierros estirados o de nervios, son la causa de los deterioros anormales en las calzadas cualesquiera que sean sus anchos i sus cargas por centímetro corrido; por lo tanto, no deben tolerarse (ha habido indicaciones para que se toleren pagando patente triple o cuádruple para que paguen sus deterioros).

e) Los vehículos con traccion mecánica no pueden ser causa de deterioros especiales en las curvas de las calzadas, con la condicion de que estas curvas se encuentren establecidas con inclinaciones superficiales suficientes i que sean recorridas con velocidades razonables;

f) Es de desear, bajo el punto de vista de la conservacion de las calzadas de las carreteras, que los constructores de los

automóviles se preocupen del establecimiento de frenos, sin procurar las caladuras de las ruedas, es decir, que eviten que ellas patinen i que equilibren lo mas que puedan los motores si se admite un levantamiento en sus centros de gravedad.

Máquinas para emparejar las calzadas naturales i las ripiadas

40). En los Estados Unidos de Norte América se tiene aun muchas carreteras en las cuales no hai pavimentacion o se encuentran simplemente ripiadas; i como es natural, con el tráfico i las lluvias, que reblandecen los terrenos superficiales, se forman huellas mas o ménos profundas, que hai que hacer desaparecer si no se quiere tener recargos indebidos en la traccion o bien la imposibilidad del tráfico mas o ménos pesado. Evidentemente, si esas huellas no se corrijen, las calzadas concluirán por inutilizarse de tal manera que ya sólo servirán para tráfico de herradura. Para corregir todos esos defectos, de una manera lójica i lijera, se están usando *aparatos mecánicos i niveladores* de las superficies de las carreteras, los que, ya sean movidos por caballos o bueyes, o mecánicamente, hacen un servicio verdaderamente útil i dejan habilitados los caminos inmediatamente i a poco costo.

Es evidente que nuestra Administracion de Carreteras debe adquirir un buen número de esos aparatos, de pesos i dimensiones adecuadas para nuestras carreteras, las que no dudo no sólo pagarán sus costos, sino que será la única manera como podamos pedir que se conserven medianamente nuestras carreteras, dadas las cifras tan escasas de que se disponen para sus conservaciones.

Entre esas máquinas citaremos espresamente, las que ya han llegado a Chile i cuyos resultados han sido enteramente satisfactorios en todas sus aplicaciones, como son la «Western Steel Geder», siendo en jeneral para nosotros de mas aplicacion la de «grada pequeña», que es bastante fuerte i

puede ser arrastrada por cuatro caballos i aun por dos bueyes en muchos casos, i que sólo importan 135 pesos oro americano, libre a bordo en New-York.

1. *Autorizacion de gastos para las mejoras de las carreteras*

Concluiremos la reseña de las carreteras en los Estados Unidos haciendo ver la importancia que a la fecha atribuye el Gobierno Federal a las mejoras de las vías de comunicaciones i para ello, nos bastará citar que el Congreso de WASHINGTON ha votado últimamente una lei que autoriza la inversion de 85.000,000 de dólares, i para completar, *dentro del plazo de cinco años*, la construccion de caminos permanentes, en cooperacion con los diferentes Estados, los que quedan obligados a aportar *igual suma* que la que el Gobierno Federal asigne a cada uno de ellos. Esta lei que el 15 de Setiembre de 1915, ya había sido firmada por el Presidente Wilson, pone de manifiesto que, en el periodo de 1915 a 1920, los Estados Unidos habrán invertido 170 millones de dollars, en las mejoras de sus carreteras. Si a esa enorme suma, se le agrega lo que van a gastar las diversas ciudades, de sus propios recursos, puesto que la lei, citada, es para el tráfico rural, se comprenderá, la trasformacion que tendrán los trasportes por traccion animal, o por autos en el territorio de los Estados Unidos de aquí a cinco años.

El proyecto mas desarrollado que se presentó, para el mejoramiento de las vías rurales, fué el que presentó el Estado de Illinois, en el condado de Vermillon, como a 130 millas al sur de Chicago, donde se está construyendo un sistema de carreteras pavimentadas que pondrán en comunicacion todas las poblaciones entre sí, alcanzando a las principales estancias del condado. El largo de las carreteras en curso de construccion i que se terminarán en 1917, es de 166 millas mas o ménos, con un costo de 1.500,000 dollars. Para construir estos caminos, tan necesarios en esa rejion, el condado contrajo una deuda de otros 1.500,000 dollars, al 4 % paga-

dero en 20 plazos iguales, puesto que tenia que contribuir con otro tanto de lo que daba el Gobierno Federal, segun la lei. El contrato de construccion quedó finiquitado en Marzo de 1916 dividiendo las carreteras en nueve secciones, debiendo ejecutarse no ménos de una milla por dia, 21 millas ya se han construido con calzadas con hormigon i enladrillado; i el ancho de la zona pavimentada es de 10' (3 m.) con salientes de soleras de 3" (9.2 cent.) a cada lado: la calzada permite así el paso estricto de dos vehículos del ancho que se usan en esa rejion de los Estados Unidos (eso nos está probando que nosotros para las necesidades agrícolas usamos vehículos excesivamente anchos, dificultando con ello el mejoramiento de nuestra red de caminos).

La realizacion del enorme proyecto a que se refiere la última lei de caminos en los Estados Unidos presenta dos faces igualmente importantes.

La primera consiste, en gran aplicacion que se está haciendo del ladrillo molido como puzolana para formar los hormigones resistentes e impermeables, *eliminando jeneralmente la capa de arena que se coloca sobre las fundaciones de hormigon*; i por consiguiente, los ladrillos son colocados directamente sobre el hormigon, mientras este se encuentra aun blando; de modo que, cuando hace fuerza el conjunto constituye una especie de bloque sólido compuesto de la capa inferior de hormigon i la superior de ladrillo.

El costo para la construccion de una carretera de esta clase, con zona pavimentada de 10' (3 m.) de ancho, es en Estados Unidos de 12,000 dollars por milla. Las que se están construyendo, *sólo con hormigon*, sin ladrillos, cuentan 8,100 dollars por milla como término medio.

La otra faz notable de estas construcciones, es el método empleado para trasportar los materiales para las obras. La ejecucion del programa entero que se ha elaborado, implica la movilizacion de 278,000 barriles de cemento Portland; 110 mil yardas cúbicas de piedras para los lomos de los caminos; 140,000 yardas cúbicas de piedrecillas para el hormigon; 80

mil yardas cúbicas de arena i 5 millones de ladrillos. En vista de esto, los contratistas han creído, despues de hacer sus cálculos, que les convenia siempre establecer líneas provisoria Decauvilles, partiendo de las estaciones, para repartir sus materiales i no hacer trasportes por carretones con traccion animal i estiman que con ese procedimiento ganan como un 30% en los trasportes comparándolos con los otros procedimientos i naturalmente, usando tambien toda clase de maquinaria moderna para la confeccion del hormigon, etc.
