

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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.

CARRETERAS

**Medios para evitar la formación de polvo
y de barro en los firmes de piedra partida.**

Ensayos verificados en los
Estados Unidos en 1907 (1)

ENSAYO NÚM. 13.—*Alquitrán especial.*

La sección de carretera sobre que se hizo este ensayo, aunque de firme algo áspero, carecía de baches y roderas; después de bien barrida recibió el alquitrán á 85° C y se cubrió con una capa de gravilla menuda que se cilindró, obteniéndose una superficie compacta y sin polvo parecida á la del pavimento de asfalto é impermeable, aunque algo blanda en ciertos sitios durante las épocas de calor, efecto debido, sin duda alguna, á que se empleó más alquitrán que el estrictamente necesario. Á los tres meses conservaba el firme sus condiciones de uniformidad y compacidad y continuaba sin polvo.

La sección alquitranada tenía 149,50 metros de longitud por 4,60 metros de latitud y recibió 3,60 litros de alquitrán por metro cuadrado. Los gastos por metro cuadrado fueron los siguientes:

	Francos.
Mano de obra	0,38
Alquitrán.....	0,26
Gravilla.....	0,12
Extracción del polvo y detritus.....	0,07
Total.....	0,83

Se extrajeron 5,70 metros cúbicos de polvo y detritus, se alquitranaron 682,0 metros cuadrados de firme y se emplearon 13,80 metros cúbicos de gravilla.

RESUMEN DE LOS ENSAYOS CON ALQUITRANES

Se observa en primer lugar que el coste de la mano de obra correspondiente al metro cuadrado es, por regla general, muy elevado, lo cual es debido á la pequeña longitud de

los trozos en que se han hecho los ensayos, circunstancia que impedía manejar grandes cantidades de materiales y que los obreros adquirieran la práctica que tanto facilita toda clase de trabajos; también tiene gran influencia en aquel coste la importancia de las reparaciones que fueron necesarias, dado el estado de conservación de los firmes.

Cuando se reconocieron en el mes de Noviembre las secciones de firme alquitranadas, casi todas ellas se encontraron en buen estado. Respecto al valor relativo de los diferentes materiales con que se cubrían las superficies alquitranadas nada puede decirse en el momento de redactarse el presente trabajo (Marzo de 1908), es preciso conocer los efectos producidos por las heladas y lluvias del invierno y de la primavera, que son elementos que ejercen una influencia preponderante en el estado de conservación de los firmes. Sin embargo, se han comprobado algunos hechos interesantes; el alquitrán del gas de agua es un excelente aglomerante del polvo y constituye un medio para prevenir la formación de éste cuando se emplea con moderación en firmes bien conservados; puede aplicarse con los carros de riego ordinarios y sin preparación alguna del firme, cuya superficie adquiere tersura, aglomerando el polvo durante bastante tiempo con un gasto muy razonable; este alquitrán, debido á su fluidez, ha de aplicarse con más frecuencia que los pesados y tiene el inconveniente de producir mal olor durante los primeros días. Cuando el firme se encuentra en tal estado que necesita trabajos de reparación en gran escala antes de aplicar el alquitrán, el del gas de agua produce malos resultados, porque no consolida las piedras de tamaño algo grande que puede haber sueltas, siendo cuestión que ha de estudiarse si este inconveniente puede remediarse con el empleo de grandes cantidades de alquitrán.

De los ensayos hechos hasta ahora se desprende que los resultados obtenidos con el alquitrán del carbón mineral son mucho más satisfactorios que los correspondientes á las mezclas de alquitranes entre sí y de éstos con otras sustancias; pero para sentar una conclusión definitiva es preciso continuar haciendo ensayos en gran escala. Por lo que se refiere á su empleo, tienen las segundas sobre el primero la ventaja de que no son tan inflamables ni ofrecen tanta exposición á producir explosiones en las paredes de la caldera cuando el fuego es demasiado vivo y el inconveniente de que son más caras. Según opinión de los que circulan por la carretera,

(1) Véase el número anterior.

tanto uno como los otros productos tienen el defecto de que aumentan la resistencia á la tracción de los carros muy cargados y el de producir un pavimento muy resbaladizo en tiempo de nieblas; sin embargo, aunque las mezclas de alquitrán del carbón mineral con el del gas de agua dan buenos resultados por lo que se refiere á estos particulares cuando se cubren con una ligera capa de detritus, no puede afirmarse de una manera concluyente que á la larga su aplicación sea económica y de resultados satisfactorios. Toda sustancia que puede emplearse en frío es más fácil de manejar que la que ha de aplicarse en caliente; pero á su vez la segunda tiene más poder aglomerante que la primera. En los casos que es necesario cubrir la superficie alquitranada con algún otro material se preferirá á la gravilla los detritus de 12 milímetros de diámetro máximo, porque con éstos no hace falta cilindrarse tanto como con aquélla y el desgaste del firme es menor.

El tratamiento superficial del firme con alquitrán constituye más bien un paliativo que un medio preventivo para la formación del polvo; para evitar esto último el tratamiento ha de ser permanente. La Dirección de Carreteras tiene en proyecto la realización de ensayos, cuya base estará constituida por el empleo de arena impregnada en alquitrán como sustancia aglomerante; el procedimiento que se ha de seguir consiste en colocar sobre el fondo de la caja del firme una capa de aquella arena y sobre ésta la primera capa de piedra, que se cilindrará perfectamente; se extenderá la segunda y se cilindrará también hasta que la arena del fondo llene todos los huecos de las dos capas de piedra; á continuación se aplicará el alquitrán, que se cubrirá con una capa de recebo, volviendo á cilindrarse hasta que la superficie del firme quede tersa y compacta.

ENSAYOS CON EMULSIONES DE ACEITE

La Dirección de Carreteras había resuelto ensayar sobre la misma carretera que los alquitranes, el cloruro de cal y ciertas emulsiones de aceite, pero tuvo que desistir de hacerlo con carácter de formalidad por la carencia de agua; sin embargo, como se disponía de las primeras materias se realizaron los ensayos con el objeto principal de que sirvieran de guía y norma para las que se habían de hacer cuando las circunstancias fueran favorables. Las emulsiones empleadas procedían de Tejas y podían mezclarse con agua en todas proporciones. La núm. 1 contenía una sustancia análoga al asfalto en la dosis de un 30 por 100, y la núm. 2 en la de un 57,5 por 100; tanto una como otra se mezclaron con agua y se aplicaron con un carro de regar sobre una carretera sin barrer en bastante buen estado de conservación.

La emulsión núm. 1 se mezcló con un 75 por 100 de agua, dando tres pases con el carro de regar, uno por cada costado del firme; y el tercero por el centro; ahora bien, como aquél cubría los dos tercios de la superficie afirmada, la parte central recibió tres veces más emulsión que las laterales; á los veinte días se repitió la operación. El líquido fué muy bien absorbido por el firme, el cual adquirió un color oscuro y tenía muy poco polvo á los tres meses, reteniendo la superficie de aquél una delgada capa de materia asfáltica que se endurecía al secarse y reducía el desgaste del mismo.

Se trató con esta emulsión una sección de firme de 213,50 metros de longitud por 4,70 metros de latitud que recibió 1,10 litros de emulsión por metro cuadrado. Los gastos por metro cuadrado fueron los siguientes:

	Francos.
Mano de obra	0,39
Emulsión	0,21
Total	0,60

La emulsión núm. 2 se aplicó en la misma forma que la número 1, mezclada con un 77,70 de agua, obteniéndose resultados completamente análogos, siendo algo más oscuro el color del firme; la diferencia más marcada entre una y otra consistía en que la núm. 2 no se mezclaba fácilmente con el agua y se manejaba peor que la núm. 1.

La sección tratada tenía 244 metros de longitud por 4,70 metros de latitud, y recibió 0,55 litros de emulsión por metro cuadrado. Los gastos por metro cuadrado son los siguientes.

	Francos.
Mano de obra	0,13
Material (litros)	0,10
Total	0,23

Los resultados obtenidos con estas emulsiones son comparables con los del alquitrán del gas de agua, cuando éste se emplea en pequeña cantidad. La núm. 2 tiene poco olor, siendo algo más fuerte el de la núm. 1, pero desaparece muy pronto. Así como el alquitrán del gas de agua tiene la ventaja de que no necesita que haya agua cerca de donde se va á emplear, las emulsiones tienen la de que su transporte puede hacerse á menos precio que el de aquél.

ENSAYOS EN WASHINGTON, D. C.

Cloruro de cal.

El valor del cloruro de cal, por lo que se refiere á su facultad para evitar la formación de polvo en los firmes de piedra partida, se estudió en un paseo para coches situado en terrenos del Ministerio de Agricultura en Washington D. C., que enlaza las calles 12 y 14.

El firme de este paseo está constituido con piedra de origen volcánico mezclada con caliza que hace el efecto de aglomerante, la cual se pulveriza con mucha rapidez produciendo bastante polvo hasta que desaparece completamente del firme.

Para hacer los ensayos se empezó por limpiar perfectamente el firme extrayendo todo el barro ó polvo que pudiera contener, y después se regó lentamente varias veces con un carro de regar ordinario, en el cual se había colocado una disolución de cloruro de cal comercial (granular con 25 por 100 de agua) al 1 por 100. Cada vez se vertían 2.725 litros sobre una superficie de 1.323 metros cuadrados, esto es, poco más de 2 litros por metro cuadrado.

El trozo de firme ensayado se regó en la forma descrita dos veces, una el 13 de Julio de 1907 y otra á las cuarenta y ocho horas, con un efecto muy apreciable, porque en mucho tiempo no hubo necesidad de volver á regar, proporcionando las lluvias frecuentes que hubo en aquella época la humedad necesaria. Los paseos inmediatos al tratado con el cloruro de cal, á pesar de regarse todos los días y de tener menos tráfico que éste, siempre estaban cubiertos de polvo.

El color del firme se modificó después de regado con la

disolución de cloruro de cal, variando del gris claro cuando secó al oscuro si había humedad, apareciendo principalmente este último color en las huellas de las ruedas; también variaron de una manera muy sensible las condiciones del firme, cuya superficie mejoró mucho en suavidad, compacidad y elasticidad.

El 3 de Agosto del mismo año se volvió á regar el firme ensayado en la misma forma que las otras dos veces, por haberse observado que de nuevo se formaban roderas, repitiéndose los riegos siempre que éstas aparecían; cada metro cuadrado recibía poco más de un litro de la disolución de cloruro de cal.

En el Cuadro II se consignan los gastos de los ensayos. El cloruro de cal le regaló una fábrica de productos químicos de Baltimore, Md.; sin embargo de esto, se le ha asignado precio, 86 francos sobre vagón en Baltimore y 14 francos por el transporte al pie de obra; en total, 100 francos por tonelada.

CUADRO II

	Francos.
272 kilogramos de cloruro de cal, á 100 francos tonelada.....	27,20
3 obreros, hora y media, á 0,80 francos hora.....	3,60
Un carro para regar, hora y media, á 1,90 ídem hora.....	2,85
Superficie regada = 1.323 m².	
Total	33,65
Costo por m²	0,025

El peso específico de las soluciones empleadas varió desde 1,053 hasta 1,060. Como el cloruro de cal contenido en los barriles absorbía la humedad del aire en cantidad variable, hubo que modificar la dosis de las soluciones de acuerdo con la importancia de dicha absorción.

El cloruro de cal sobrante se dividió en dos partes iguales que se emplearon en formar soluciones para regar dos paseos inmediatos al ensayado; uno de ellos recibió 1,5 litros por metro cuadrado de una solución cuyo peso específico era 1,145, y el otro la misma dosis de otra solución en que aquel peso era 1,121. En el resto del rezano no hubo necesidad de volver á regar dichos paseos.

ENSAYOS EN BOWLING GREEN, K. Y.

La Dirección de Carreteras verificó otros ensayos en Bowling Green, K. Y., con objeto de estudiar la roca asfáltica de Kentucky como aglomerante en los firmes de piedra partida, así como el grado en que evitan la formación del polvo el aceite bruto de Kentucky y una preparación especial formada con varios aceites. Los trabajos se hicieron con la cooperación de las autoridades del Municipio de Warren.

I.—Roca asfáltica.

La roca asfáltica empleada en los ensayos es un producto natural que se encuentra en el grupo Chester de las rocas subcarboníferas en la zona de terreno limitada por Breckin-

vidge, Grayson, Edmonson, Logan y Warren en el país de Kentucky, y limitando el terreno carbonífero de este Estado. Dicha roca es una arenisca de grano fino impregnada en tiempos pasados con brea mineral ó betún, en dosis cuyo valor medio varía del 6 al 8 por 100, siendo el máximo 12 por 100. La sustancia bituminosa no se halla distribuída con uniformidad en la masa de la roca, sino que forma manchas, de las cuales unas están saturadas y en otras se observan tan sólo indicios de aquella sustancia.

La roca asfáltica se machaca en trozos de 5 centímetros en la misma forma que cualquier otra piedra; después de esta operación se lleva á las machacadoras mecánicas, cuyo mecanismo principal está constituido por dos cilindros de acero paralelos, á través de los cuales pasa la roca partida con facilidad por efecto de la adherencia del betún.

El producto que se obtiene de las machacadoras está constituido por una serie de granos de arena recubiertos individualmente con una capa muy delgada de betún que permite la adherencia de unos granos con otros y la formación con ellos de una masa compacta si se comprimen bastante; una vez fría adquiere dureza y flexibilidad; pero si se calienta, aunque sólo sea con el calor de la mano, el betún se hace tan fluido que los granos de arena se desprenden y caen por la acción de su propio peso. Recién partida, la roca asfáltica tiene un color pardo muy oscuro con un ligero brillo, que desaparece lentamente á medida que el betún se endurece y se seca.

Los ensayos se hicieron sobre la carretera que enlaza Warren County con Bowling Green, la cual tiene un tráfico muy activo que se hace con carros cuyas ruedas tienen las llantas muy estrechas; se construyó con arreglo al sistema Telford con 6 metros de ancho. Cuando el firme se había desgastado mucho, se le reparaba, cubriéndole después de bien limpio con una capa de piedra partida mezclada con un 20 por 100 de arena y arcilla, cuyo espesor era 20 centímetros después de la consolidación. Antes de hacer los ensayos se picó el firme hasta 10 centímetros de profundidad con un cilindro de vapor armado con púas y con un fuerte rastrillo, sacando los escombros con palas manejadas por obreros; hecho esto, se perfiló la superficie, paralelamente á la que había de tener el firme, con un bombeo de 12 centímetros en 2,75 metros. La piedra extraída se empleó posteriormente en reparaciones.

Después de cilindrar hasta la consolidación completa, lo que había de constituir el cimiento del firme, se extendió una capa de piedra caliza partida en trozos cuya dimensión máxima variaba de 25 á 35 milímetros, dando á aquélla 10 centímetros de espesor y cilindrándola convenientemente para igualar su superficie, pero sin pretender que desaparecieran los huecos en absoluto, porque éstos se habían de llenar con los fragmentos de la roca asfáltica; éstos se extendieron sobre la pieza caliza con palas, formando una capa de 35 milímetros de espesor, teniendo cuidado de deshacer los terrones é introduciendo los trozos de aquella roca en los intersticios del firme sin destruir su compacidad.

Á medida que los trabajos anteriores progresaban, un cilindro de vapor recorría la zona terminada, marchando de los mordientes hacia el centro, conforme se hace en el cilindrado de los firmes ordinarios; al principio, y con objeto de evitar que las ruedas del cilindro se adhirieran á la roca asfáltica, se espolvoreaban con cemento natural, precaución que la experiencia demostró que no era necesaria si el ci-

lindro recorría al final de cada pasada una pequeña longitud de carretera de condiciones ordinarias, por ser suficiente para conseguir aquel resultado el polvo que se adhería á las ruedas. Como la capa de piedra caliza no estaba completamente consolidada al echar los fragmentos de la roca asfáltica, cuando se cilindraban las dos precedía á las ruedas del cilindro una onda, agrietándose aquélla hasta la cuarta y aun la quinta pasada, en cuyo momento las calicatas hechas en el firme demostraron que todos los huecos de la capa de piedra caliza se habían llenado con los fragmentos de la roca asfáltica, observándose, además, que el espesor de aquél no disminuía más. En la forma descrita se construyó una sección de 117,40 metros de longitud por 5,60 metros de ancho.

La roca asfáltica se presentaba de distinta manera según la temperatura. Durante las primeras horas de la mañana, cuando estaba la roca fría, formaba terrones duros y redondos que se deshacían con dificultad con rastras y cuya situación se distinguía con toda claridad después de repetidos pases del cilindro, desapareciendo por completo cuando el calor del sol hacía sentir sus efectos. Á medida que avanzaba el día los terrones se deshacían, la roca asfáltica se extendía con facilidad y consolidaba con igualdad y uniformidad. Una lluvia ligera, pero fresca, 18° C, impedía todo trabajo durante algunas horas, hasta que la temperatura ascendía á 21° C ó 24° C, en cuyo momento se podía reanudar aquél con resultados excelentes é inmediatos. Durante los días que duró la construcción del firme asfáltico las variaciones de temperatura fueron muy pequeñas, no pasando la máxima de 35° C.

Los inconvenientes de emplear material frío y húmedo quedaron plenamente demostrados en el trozo construido durante la lluvia antes citada, el cual tardó bastantes horas en consolidar y adquirir dureza, á pesar del cilindrado tan enérgico que se le aplicó.

La sección de carretera, cuyo firme se construyó en la forma que se acaba de describir, no podía cerrarse al tránsito en absoluto, por cuya razón se dividió en dos fajas iguales en sentido de la longitud que se construyeron sucesivamente, tomando la precaución de no cilindrar la parte correspondiente al eje hasta que estuviera terminada la segunda faja, con objeto de asegurar y hacer invisible la junta de las dos, efecto que se consiguió según se pudo comprobar á los tres días de permitir el tránsito, con motivo de una reparación que hubo que hacer, lo cual consistió en levantar el afirmado en una extensión de 0,40 metros cuadrados, colocar la piedra caliza apisonándola á mano, extender después la roca asfáltica y cilindrar por último; á los dos días no se distinguía la parte reparada.

Tan pronto como una de las fajas estaba terminada y cilindrada se permitía el tránsito por ella á fin de que la acción de las ruedas y de los cascos de las caballerías contribuyeran á que los fragmentos de la roca asfáltica llenaran los huecos de la piedra caliza. Al principio, la superficie del firme se cubrió con huellas de ruedas y herraduras, que disminuyeron lentamente en dos ó tres días, desapareciendo por completo al cabo de una semana, presentando entonces el firme un aspecto análogo al de un pavimento de asfalto que lleva prestando servicio algún tiempo. Un reconocimiento detenido demostró la existencia de un ligero exceso de betún que aglomeraba una capa muy delgada de polvo y de arena que se adhería al firme con la acción del tráfico; á los cuatro meses dicho exceso había disminuido notablemente y algún tiempo después había desaparecido.

Para que la roca asfáltica dé resultados satisfactorios cuando se la emplea como aglomerante de los firmes de piedra partida, es preciso:

- 1.° Que la piedra partida esté limpia y seca para facilitar la adherencia del betún.
- 2.° Que el tamaño de las piedras sea uniforme.
- 3.° Que su compresión sea moderada para que el volumen de los huecos sea suficientemente grande.
- 4.° Que la superficie de la capa de piedra partida se adapte perfectamente á la proyectada.
- 5.° Que la temperatura ambiente sea bastante elevada para reblandecer el betún y permitir el deslizamiento de los elementos pétreos con facilidad.
- 6.° Que la roca asfáltica, una vez extendida, se trabaje en forma tal que se introduzca en los huecos de la piedra partida sin desarreglar ésta.

El cilindrado se hizo de tal manera que el cilindro, después de recorrer en un sentido la longitud que permitía el estado de los trabajos, retrocedía con una desviación lateral muy pequeña, porque si fuera grande, el movimiento de giro del rodillo delantero podría producir el deslizamiento de la roca asfáltica sobre la piedra partida y su adherencia con aquél, efecto que también puede ocurrir con las paradas, arranques ó cambios de dirección muy bruscos, cuando la consolidación no es completa. Si la desviación lateral del cilindro es menor que la latitud de un rodillo motor, y se verifica en sentido de los mordientes al centro del firme, estos rodillos marchan siempre sobre zonas comprimidas parcialmente. Cilindrando en la forma descrita no son de temer los efectos de las lluvias ó de las temperaturas muy bajas, y aparecen muy claramente los defectos de la obra, los cuales pueden remediarse en tiempo oportuno.

Los obreros, las caballerías, la piedra y el cilindro fueron facilitados por las autoridades locales; el jornal de los primeros era 6,60 francos por día de diez horas, el de las segundas 16,25 francos, el del maquinista 13,50 francos, á cuyos gastos había que agregar el del carbón; el agua para la caldera se tomaba de la red de distribución de la ciudad gratuitamente, cargando el gasto de su transporte, que se hizo con el mismo carro que el del carbón, así como el de éste al cilindrado. Se extrajeron 49,70 metros cúbicos de piedra para formar la caja del nuevo afirmado, los cuales se emplearon en reparar otros trozos de la carretera; el coste de la carga y transporte de este material se aplicó á los gastos del firme asfáltico, mientras que el correspondiente á su extensión, riego y cilindrado se cargó á los trabajos de reparación inherentes á la preparación del firme que se había de tratar con aceites. El coste del cilindrado resultó bastante elevado por la pequeña longitud del trozo sometido á ensayo, que obligaba á tener el cilindro en presión y sin trabajar durante bastante tiempo.

El coste del empleo de la roca asfáltica fué de importancia por dos razones principales: por la falta de práctica de los obreros y por el transporte tan largo que aquélla tenía; la primera, claro es que hubiera desaparecido en pocos días, no así el segundo, que daba lugar, además, á que los trozos de dicha roca se apelmazaran, y por lo tanto, á gastar tiempo y dinero para deshacerlos al pie de obra antes de extenderlos sobre la piedra partida. Ésta se obtenía á 8,55 francos el metro cúbico, y como el espesor de la capa sin comprimir era 10 centímetros, representaba un gasto de 0,86 francos por metro cuadrado. La roca asfáltica, si bien no costaba su adquisición, se le asignó un valor de 2.700 francos

tonelada sobre vagón en Bowling Green, á cuya cantidad se agregó el coste de la carga y transporte al pie de obra; se extendió á razón de una tonelada por cada 20 metros cuadrados.

En el Cuadro III se consigna un resumen de los gastos relativo á la construcción del firme asfáltico.

CUADRO III

	Coste por metro cuadrado. — Francos.	Coste total. — Francos.	Coste proporcional.
Construcción de la caja.	0,37	235,88	11,8 por 100
Piedra partida al pie de obra.....	0,89	571,30	28,8 »
Extensión de la piedra..	0,51	32,30	1,7 »
Cilindrado	0,06	3,62	0,3 »
Roca asfáltica al pie de obra.....	1,55	990,57	50 »
Extensión de la misma..	0,09	59,86	3,1 »
Cilindrado	0,14	90,81	4,3 »
Total.....	3,61	1.984,34	100,8 por 100

(Se continuará.)

Ω.

BIBLIOGRAFIA

ANUARIO DE FERROCARRILES Y TRANVÍAS, 1903.

Tenemos á la vista el libro que con el anterior título viene publicando hace diez y seis años D. Enrique de la Torre, y aparece éste con grandes ampliaciones que le hacen cada vez más útil.

La enumeración de las materias que comprende ocuparía mucho espacio, y todas ellas son muy interesantes y de necesaria consulta para cuantas personas se relacionan con los caminos de hierro bajo su punto de vista financiero, comercial y de interés profesional, por lo que tenemos que contraernos á citar algunas de las informaciones que contiene: *Primera parte.* Datos generales sobre invenciones, bibliografía, ferrocarriles del mundo, producción, comercio, accidentes, velocidades, material y estadística, correos, telégrafos y carreteras. Personal de obras públicas en el Ministerio de Fomento, Divisiones de ferrocarriles y escalafón del Cuerpo de Interventores del Estado.—*Segunda parte.* Razón y domicilio social, capital, Consejos de Administración y personal de cada Compañía de ferrocarriles hasta Jefes de estación; productos y gastos de cada línea por conceptos, material móvil. Ferrocarriles en construcción. Plan de ferrocarriles secundarios.—*Tranvías;* capital, productos, personal y material; ferrocarriles de Francia y Portugal.—*Tercera parte.* Legislación: Extracto de cuantas leyes, decretos, Reales órdenes y Reglamentos se han publicado relacionados con ferrocarriles el año 1907. Ley y Reglamento de ferrocarriles secundarios y estratégicos. Aranceles de Aduana para el material de ferrocarriles. Índice general de nombres que contiene el tomo para saber la Compañía y cargo que ocupa una persona determinada.

Todos los ejemplares van acompañados de un gran mapa á cinco tintas, con todas las estaciones y líneas en explotación y construcción en 1.º de Julio último y líneas del plan de ferrocarriles secundarios.

Cada ejemplar en tela vale 4 pesetas y 3,50 en cartóné. Mapas sueltos á una peseta. Administración, San Vicente alta, 54, Principal. Madrid.

MAREÓMETROS Y MAREÓGRAFOS DE SIFÓN

POR

EDUARDO MIER Y MIURA

PRIMERA PARTE

TEORÍA DE LOS MAREÓMETROS Y MAREÓGRAFOS DE SIFÓN

(CONCLUSIÓN)

Por lo general, los mareógrafos quieren indicar el nivel que el agua tiene en pozos que comunican con el mar, por tubos más ó menos largos y anchos, y desde luego cabe preguntar si ese nivel es ó no el que las aguas tienen fuera.

Desde luego, las alturas que las aguas tengan sobre la boca exterior del mencionado tubo, como quiera que por dificultades técnicas y económicas el tal tubo no puede ser muy largo, serán las que el líquido toma precisamente en las orillas, las cuales, como es sabido, difieren de las que en el mar libre existen, influyendo en ello de poderoso modo la configuración de las costas.

Este defecto puede hacerse desaparecer por completo con los mareógrafos de sifón eléctricos, instalando la estación receptora en un pilote hincado en cualquier bajo y suficientemente alejado de la costa, y puede atenuarse mucho, aun instalando los mareómetros y mareógrafos en la misma orilla, usando el tubo de plomo suficientemente largo; ya que el escaso diámetro y precio de éste, y la pequeñísima cantidad de agua que por él ha de circular, así lo consienten.

Por el tubo de los mareógrafos ordinarios han de correr grandes cantidades de agua, que prontamente llenen y vacíen el pozo, si es que el nivel de éste ha de ser igual próximamente al de las aguas exteriores, y de aquí nace la necesidad de emplear grandes y costosos tubos de fundición, y la de mantener su interior constantemente limpio. Por el tubo de los mareómetros y mareógrafos de sifón han de pasar cantidades insignificantes de líquido, y aun suponiendo que el diámetro del tubo de plomo empleado fuera el mismo que el de cristal en que oscila el mercurio, para estar los mareógrafos ordinarios en iguales condiciones de sensibilidad, fuera necesario que los tubos de fundición tuviesen nada menos que una sección trece ó catorce veces mayor que la del pozo, aun en los casos más desfavorables.

En sí entraña esta ventaja otra no despreciable por ser de escasa influencia en los nuevos aparatos la obturación parcial de los tubos de conducción, mientras que la tiene grande en los ordinarios.

La facilidad con que los tubos de los mareógrafos ordinarios se obturan, que en general no consiente asignarles una vida, en medianas condiciones, superior á cuatro ó cinco años, implica crecidos y frecuentes gastos, que la reposición de esos grandes tubos exige (en el mareógrafo de Cádiz cuesta unas 7.000 pesetas esa renovación), al paso que cambiar un tubo delgado de plomo por otro nuevo, ni presenta dificultad alguna ni acarrea grandes gastos, ya que en unas horas y con unas cuantas pesetas puede hacerse la sustitución deseada.

Exige la igualdad de niveles entre las aguas de los pozos de los actuales mareógrafos y las del mar, que la densidad media de unas y otras sea exactamente la misma, y como la de estas últimas cambia con relativa frecuencia y el pozo y el mar no son más que dos vasos comunicantes por un tubo relativamente estrecho, ni inmediatamente se restablece el equilibrio de densidades ni deja de sumarse este error, aunque pequeño, con los anteriormente anunciados.

En los nuevos aparatos este error es casi nulo, gracias á la facilidad de comunicación que hay entre las aguas del exterior y las que contiene el tubo del aparato.