

Tambien, si bien se examinan las relaciones sobre los adelantos de las diferentes colonias, se ven en las de Holanda y en las que se hallan bajo el gobierno ó la intervencion de Inglaterra, un desarrollo en las comunicaciones y en las obras públicas mayor que en nuestras posesiones de Ultramar; y aquellas colonias, que son precisamente las que han adquirido mayor renombre é importancia, ningun sacrificio han omitido para el fomento de estos tan evidentes elementos de prosperidad, y no han perdonado en los últimos treinta años esfuerzo de ninguna clase para mejorar sus caminos, construir sus ferro-carriles, mejorar sus puertos, edificar toda clase de construcciones en beneficio de la Administracion y del bienestar de sus habitantes; consiguiendo de este modo, no solamente poner en actividad los gérmenes de riqueza que el país encierra, sino estimular el trabajo de los indígenas atrayendo sus simpatías, é interesándoles en las ventajas que proporcionan todos estos elementos de la moderna civilizacion.

Estos ejemplos y los resultados obtenidos, son una enseñanza que no debe olvidarse al procurar fomentar la riqueza de nuestras posesiones ultramarinas, con la seguridad de que nada es más provechoso y reproductivo que los gastos y sacrificios que se hacen para el desarrollo y construccion de las obras de pública utilidad, con las cuales se fomenta la agricultura, se desarrolla el tráfico, la industria nace y crece y se consolidan los lazos de union con la metrópoli; haciendo además el Gobierno y la Administracion, más fácil, más eficaz y más económica su gestion.

(Se concluirá.)

M. GARRÁN.

FERRO-CARRILES RURALES.

(Continuacion)

IV.

Veamos ahora de analizar si es posible adoptar sobre los caminos de hierro rurales una velocidad efectiva de 18 kilómetros por hora con una tarifa de 0,12 pesetas por tonelada y kilómetro para las mercancías y 0,06 para los viajeros, todo lo cual constituye la tercera de las cuestiones propuestas.

Creciendo considerablemente la resistencia de los trenes con la velocidad, y creciendo más todavía, á medida que aumenta ésta, el deterioro del

material, así fijo como móvil, la velocidad de marcha no debe exceder, en nuestro concepto, de 20 á 22 kilómetros, á condicion aún de disminuirla mucho sobre las pendientes máximas y curvas de pequeño rádio para obtener una velocidad media de 18 kilómetros por hora.

Para poder fijar algun tanto las ideas, ocupémonos, siquiera sea á grandes rasgos, de la composicion de los trenes y condiciones de los vehículos, y admitamos, por vía de ejemplo, que se trata de un trayecto de 50 kilómetros de longitud, que habrá un movimiento diario de 40 viajeros en cada sentido y 60 toneladas de mercancías, la mitad ascendentes y la otra descendentes. Aceptemos además, para completar la hipótesis, que el recorrido medio de los viajeros y mercancías será de 20 kilómetros.

Es indudable que uno de los inconvenientes más graves con que hay que luchar para obtener una explotacion económica, es el peso muerto de los vehículos. La conveniencia de hacerlos marchar á gran velocidad, por una parte, y la necesidad de procurar grandes comodidades á los viajeros, por otra, conducen al aumento del peso muerto hasta límites por demás onerosos. En los ferro-carriles rurales no mediará ninguna de estas dos circunstancias, y será posible, bajo este punto de vista, explotar con gran economía.

Al igual de lo que pasa en algunos tipos de coches y wagones usados en el ferro-carril ya citado de Festiniog, el peso muerto de los carruajes para viajeros no debe exceder de 100 kilogramos por plaza, y el de los wagones para mercancías no debe exceder de 250 kilogramos por tonelada de peso útil, pesando los primeros, disponiéndolos para recibir 24 viajeros, 2.400 kilogramos, y los segundos 1.000 kilogramos para una carga útil de cuatro toneladas.

Con estos elementos, la composicion y peso de los trenes podría fijarse aproximadamente como sigue:

Un coche de viajeros.	2.400 kilogramos.
20 viajeros á 70 kilogramos	1.400 »
4 wagones de mercancías á 1.000	4.000 »
Carga de los mismos á 4 toneladas.	16.000 »
1 furgon de cola.	3.000 »
Peso aproximado de la máquina	14.000 »

TOTAL : 40.800 kilogramos.

ó sean 41 toneladas.

Veamos, para arrastrar estos trenes, qué peso deberá tener la locomotora.

tora que se adopte. Calculemos la resistencia del tren en alineacion recta y á una velocidad de 16 kilómetros por hora, que suponemos es la máxima que deberá emplearse sobre las fuertes rampas, aplicando la fórmula de Harding, que dá resultados muy exagerados, en particular para las pequeñas velocidades,

$$t = 2,72 + 0,094 v + 0,00484 \frac{Sv^2}{P}$$

en que t representa la resistencia por tonelada en kilogramos, v la velocidad en kilómetros por hora, S la superficie trasversal máxima del tren, y P el peso bruto del tren en toneladas; y haciendo en ella

$$v = 16 \text{ kilómetros}$$

$$S = 3,50 \text{ metros cuadrados}$$

$$P = 41 \text{ toneladas}$$

tendremos $v = 4,32$ kilogramos por tonelada.

Si aplicamos la fórmula de Vuillemin

$$t = 2,30 + 0,05 v$$

obtendremos para el valor de t 3,10 kilogramos. La resistencia debida á las curvas la fijaremos mediante la sencilla fórmula empírica que está en uso entre los Ingenieros alemanes

$$t = \frac{770}{v}$$

v representando el radio de la curva que se considera y que supondremos igual á 140 metros, equivalente en la vía normal de 1,44 metros á 50 metros con una vía de 0,60 metros, y obtendremos por resultado 5,50 kilogramos por tonelada, independientemente de la velocidad que se emplee, que tiene muy poca, ó ninguna influencia, sobre el valor de la resistencia propia de las curvas.

La resistencia total opuesta por un tren de 41 toneladas sobre una rampa de 40 m/m á la velocidad de 16 kilómetros, será:

Resistencia debida á la gravedad $41 \times 40 = 1640,00$ kilogramos.

Resistencia propia del tren en recta, segun las fórmulas de Harding . . $41 \times 4,32 = 177,12$

Resistencia ocasionada por las curvas de radio mínimo (50 metros).. . $41 \times 5,50 = 225,50$

TOTAL. 2042,62 kilogramos.

En este cálculo de la resistencia se incluye la que corresponde á la máquina como vehículo, ó sea suponiendo las bielas motrices y las de acoplamiento desmontadas.

Para vencer esta resistencia se necesita una máquina capaz de desarrollar igual esfuerzo de tracción sobre su eje motor, sin contar con las resistencias pasivas ocasionadas por los mecanismos, dotada de un peso adherente de $2042 \times 7 = 14294$ kilogramos adoptado $\frac{1}{4}$, como coeficiente de adherencia, que puede aceptarse con seguridad en la mayor parte de los casos.

Una máquina que con la caldera llena pese $14 \frac{1}{4}$ toneladas, podrá bajo el punto de vista de la adherencia, remolcar un tren de 41 toneladas sobre las pendientes y con la velocidad indicadas, y como por otra parte, dentro de las condiciones con que actualmente se construyen las máquinas, es muy posible, con el peso de $14 \frac{1}{4}$ toneladas, sin necesidad de recurrir á una presión excesiva en la caldera, dotar á ésta de la superficie de calefacción necesaria para producir un trabajo en los cilindros que corresponda á la velocidad adoptada, á un esfuerzo de tracción sobre el eje motor de 2042 kilogramos y aún mayor, como lo atestigua fácilmente la comparación del peso de muchas máquinas con su efecto útil (1), resulta que con una locomotora tender de 14 á 15 toneladas en estado de marcha, habría bastante para los trenes de que se trata, con tal que todo su peso fuese adherente, repartido convenientemente sobre dos ejes acoplados.

Para poder seguir el movimiento de viajeros y mercancías que hemos supuesto, será suficiente un tren de lanzadera que haga dos viajes en cada sentido en 12 horas, pues desde luego hay que admitir que no correrán los trenes durante la noche. Se podrá desempeñar el servicio, organizado de este modo, con tres locomotoras, una en movimiento y las dos restantes para hacer posibles las reparaciones y poder atender á los servicios extraordinarios, cuatro coches de viajeros y cuarenta wagones de mercancías.

El coste de este material puede apreciarse por término medio, del modo siguiente:

3 locomotoras, á 28.000 pesetas.	84.000 pesetas.
4 coches viajeros, á 4.000 id.	16.000 id.
40 wagones mercancías, á 1.250 id.. . . .	50.000 id.
TOTAL.	150.000 pesetas.

(1) Hoy día han llegado á construirse máquinas cuyo peso por metro cuadrado de superficie de calefacción es tan sólo de 203 kilogramos. Con arreglo á este resultado podría en una máquina de $14 \frac{1}{4}$ toneladas disponerse de una superficie de calefacción de 74 m.² lo que representa una potencia muy superior á la que se necesita para desarrollar un efecto útil sobre el eje motor de 2.042 kilogramos.

Si añadimos á esta suma 50.000 pesetas más para organizar un pequeño taller de reparaciones, y para diferentes gastos accesorios y piezas de recambio, resultará un capital á invertir para la explotacion del camino de 200.000 pesetas, equivalente á 4.000 pesetas por kilómetro.

Resulta, pues, que con 4.000 pesetas por kilómetro se encontrarían las compañías explotadoras en posesion *de un camino* de hierro que construido á sus espensas, les costaría cuando ménos 50 ó 60.000 pesetas. Siendo tan exiguo el capital cuyos intereses han de cubrirse con los productos de la explotacion, por poco que éstos excedan á los gastos de la misma explotacion, restará lo bastante para satisfacer dichos intereses.

Aplicando la tarifa de 0,06 pesetas á los 80 viajeros y 0,12 pesetas para las 60 toneladas de mercancías que suponemos habrá diariamente en el camino que hemos tomado por vía de ejemplo, con un recorrido medio de 20 kilómetros, nos resultará un producto bruto anual de 88.000 pesetas, equivalentes á 1.760 pesetas por kilómetro de camino, á los que podemos añadir 140 pesetas por ingresos suplementarios, procedentes de equipajes, encargos, ganados, derechos de almacenaje, etc., y tendremos un total de 1.900 pesetas para representar el producto total kilométrico.

Con este producto han de cubrirse tres atenciones principales: los gastos de explotacion, la amortizacion de la vía y del material móvil, y por último, la remuneracion del capital invertido en la adquisicion de dicho material móvil y accesorio, á un tipo de interés moderado.

Gastos de explotacion.

Los gastos de explotacion habrán de ser necesariamente muy variables de uno á otro camino, segun las circunstancias que concurren en cada uno de ellos; el precio del combustible, las condiciones climatológicas de la localidad, la distribucion de las pendientes, la mayor ó menor regularidad con que se presente el tráfico, la organizacion que se dé á los diferentes servicios, la mayor ó menor economía con que se monten, son otras tantas causas que influirán poderosamente sobre la marcha de la explotacion, y pueden dar resultados muy distintos en uno ú otro caso. Esto, sin embargo, no ha de ser imposible, en el terreno hipotético en que nos hemos colocado; y suponiendo la explotacion organizada con la mayor modestia y economía posibles, en armonía con la índole de los caminos de que se trata, formar una idea aproximada de dichos gastos.

En los ferro-carriles de Mallorca los gastos de explotacion por cada kilómetro recorrido por los trenes ascendieron en 1881 á 1,05 pesetas, y en 1882 á 1,20 pesetas, comprendiéndose en esta cifra todos los gastos, incluso los de administracion, sin comprender empero cantidad alguna para amortizacion del material, ni por contribuciones é impuestos.

¿Sería mucho suponer el reducir para los ferro-carriles rurales esta cifra á 1,00 pesetas, contando con que el peso medio de los trenes será de 40 toneladas, cuando en los ferro-carriles de Mallorca la mayoría de los trenes de la línea principal pasan de 100 toneladas, y algunos llegan hasta 200?

Nosotros creemos que no, á pesar de que en los ferro-carriles rurales se encontrarán con frecuencia pendientes mucho más fuertes que en los ferro-carriles de Mallorca; fundándonos para opinar de este modo, en la gran diferencia que hay entre el peso de los trenes, requiriéndose un esfuerzo de traccion mucho mayor para remolcar un tren de 100 toneladas sobre pendientes de 14 ó 15 milímetros, que uno de 40 sobre pendientes de 35 ó 40 milímetros, además que en los caminos de hierro tomados como término de comparacion, se emplean velocidades de marcha de 40 kilómetros, hay muchos pasos á nivel guardados, y la explotacion, aunque muy económica, es todavía lujosa con relacion á lo que debe ser en los ferro-carriles rurales, en los cuales debe llegarse en este punto á limites que parecerían inconvenientes y aun peligrosos si se tratase de ferro-carriles ordinarios.

Para robustecer esta afirmacion, que es capital para nuestro objeto, podríamos citar varios ejemplos de explotaciones económicas en que los gastos totales por cada kilómetro recorrido por los trenes se aproximan mucho al tipo de 1,00 pesetas que hemos fijado. Bastará, sin embargo, hacer mencion de los ferro-carriles escoceses, que aunque citados como modelos entre los ferro-carriles económicos, tienen una importancia grande comparados con lo que habrían de ser los ferro-carriles rurales. En el de Peebles los gastos de explotacion no exceden de 1,50 pesetas por kilómetro de tren; en el de East-of-Fife estos mismos gastos ascienden á 1,31 pesetas; en el de Fife y Kiurross á 0,90 pesetas, y por último, en el de Bauff, Portsoy y Strathisia, cuyas pendientes llegan á 33 milésimas, á 0,88 pesetas (1).

Un ejemplo tambien notable digno de mencionarse nos ofrece el ferro-carril del país de Galles llamado de Festiniog y más aún sus pequeñas líneas tributarias.

En la de Festiniog y Blaenan los gastos de explotacion por cada kilómetro de tren, sin contar los impuestos, fueron en 1873 0,93 pesetas, y en 1874 1,11 pesetas; en 1875-1,09 pesetas y en 1870 1,12 pesetas. Término medio 1,07 pesetas. En la Ballinmkea aud larnie en 1877 fueron de 0,94 pesetas (2).

En 1873 en el Great Marlourailway, dichos gastos ascendieron á 0,93

(1) Datos obtenidos del informe de los ingenieros franceses Bergeron y Lau sobre los ferro-carriles escoceses.

(2) Vigues-Etude technique sur le chemins de fer de Festiniog.

pesetas, en el Bristol Port railway en el mismo año fueron de 1,07 pesetas y en el de Waterford aud Tramore 1,11 pesetas (1).

(Se continuará.)

E. ESTADA.



La série de artículos que hoy empezamos á insertar con el título *Los ferro-carriles cantábricos deben ser de vía estrecha*, debidos á nuestro amigo y compañero el Ingeniero jefe D. Adolfo de Ibarreta, son la reproducción de los que ha publicado en Marzo último el periódico bilbaino *El Norte*. Por la importancia del asunto creemos que serán leídos con gusto por los suscritores de esta REVISTA.

LOS FERRO-CARRILES CANTÁBRICOS

deben ser de vía estrecha.

I.

Cuando se suscitó, hace tres ó cuatro meses, en los periódicos de Bilbao, la polémica sobre la importancia relativa de los diversos ferro carriles en proyecto, y sobre el ancho de vía más ventajoso al movimiento y á los intereses públicos de nuestro país, dadas las condiciones en que nos encontramos, fué mi intencion terciar en el debate; pero mis continuas ausencias de Bilbao, que me interrumpían á cada momento en el trabajo emprendido; los muchos documentos y aún volúmenes que tuve que consultar y resumir, á fin de presentar en una forma sencilla y concreta los numerosos datos reunidos, me atrasaron de tal modo, que cuando quedaron terminados mis artículos, consideré que ya había pasado la oportunidad de su publicacion.

En la *Gaceta* del 20 de Febrero último he leído la escritura de constitucion de una sociedad denominada del «ferro-carril vascongado», que tiene por objeto la construccion y explotacion de un ferro-carril que, partiendo de Vitoria y salvando el puerto de Arlaban, descende por la cuenca del Deva y llega por la costa á San Sebastian; de un ramal á Durango, y otros á los puertos de la costa, que en lo sucesivo se juzguen necesarios.

En los documentos que figuran en la *Gaceta* no se indica el ancho de

(1). Railway Return for England published by the Board of trade.