

FERRO-CARRILES ECONÓMICOS.

(Continuacion.)

Tercera serie de experimentos con la máquina segunda.

—La máquina estuvo dispuesta en el mes de Julio, y la comisión procedió al cumplimiento de su cometido, procurando obtener una marcha que pudiera considerarse como normal, es decir, que pudiera conservarse sin interrupción durante una decena de kilómetros a lo menos. Para esto era preciso: 1.º Que la presión en la caldera permaneciese sensiblemente constante en toda la duración de un viaje de subida. 2.º Que se mantuviese durante el mismo tiempo al mismo nivel el agua de la caldera, con una alimentación suficientemente activa. 3.º Que no hubiera

ninguna perturbación en el paso de las mayores rampas y de las curvas de menor radio.

Además, con el fin de variar las condiciones del experimento y de acercarse en lo posible a las del programa de Mr. Fell, organizó la comisión sucesivamente dos trenes; uno con un peso de 25,1354 (12,1054 de peso útil) (1), y otro con 17,1856 (9,1856 de peso útil) (2). El primero de estos trenes debía marchar a la velocidad de 6 kilómetros por hora, y el segundo a 10 ó 12 kilómetros; velocidades mínimas asignadas en el programa a estos dos trenes en las partes de línea donde la inclinación llegara a su máximo.

El tren núm. 1.º hizo tres ascensiones, y el tren núm. 2.º hizo después dos. Los resultados obtenidos, en lo que se refiere a las velocidades, aparecen en el cuadro siguiente:

Viajes de subida.	Velocidad.			OBSERVACIONES.
	Mínima.	Máxima.	Media.	
Tren de 25 toneladas.	1.º . . .	"	10, k 8	Pérdida de una clavija de la biela hacia el hectómetro 10. Parada para volverla a colocar. Patinado al emprender de nuevo la marcha. Marcha regular.
	2.º . . .	8, k 45	9, k 1	
	3.º . . .	9, k 70	14, k 10	
Tren de 17 toneladas.	4.º . . .	10, k 70	17, k 50	Id. id.
	5.º . . .	12, k 60	18, k 90	Id. id.

Estos números demuestran la posibilidad de remolcar el tren de 25 toneladas con una velocidad media de 10 kilómetros por hora, y el de 17 toneladas a 15 kilómetros próximamente.

En cuanto a la presión del vapor en la caldera, observóse que en los cinco viajes creció esta de un modo casi regular desde el principio hasta el fin del viaje.

Viajes.	Presión inicial.	Presión final.	Diferencias.
1.º	6 atms.	7 $\frac{2}{3}$	1 $\frac{2}{3}$
2.º	6 $\frac{2}{3}$	7 $\frac{1}{3}$	" $\frac{2}{3}$
3.º	6	8 $\frac{1}{3}$	2 $\frac{1}{3}$
4.º	5 $\frac{2}{3}$	8 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{2}{3}$
5.º	6 $\frac{2}{3}$	8	1 $\frac{1}{3}$

lo que prueba que la máquina era capaz de producir por unidad de tiempo mayor cantidad de vapor que la necesaria para efectuar el trabajo que se la asignaba.

La alimentación por medio del inyector y de la bomba se hizo con regularidad, observándose sin embargo un descenso del nivel del agua de la caldera al terminar el viaje. Este descenso fué de 16 centímetros, medidos en el tubo indicador en los viajes 1.º y 2.º En el 3.º el descenso fué de 13 centímetros. En los 4.º y 5.º se redujo a 10 y 8 centímetros respectivamente. Tal vez, según la comisión, si la alimentación hubiera podido hacerse de modo que se conservase constante el nivel de la caldera, no se hubiera obtenido un aumento de presión tan considerable como los que figuran en el cuadro antes co-

piado, principalmente en los dos últimos viajes.

La expansión se conservó a $\frac{1}{3}$ en toda la duración de los experimentos, salvo en el viaje 1.º, en que se marchó al principio a todo vapor y después con expansión de $\frac{1}{3}$, y al fin de los viajes 4.º y 5.º en que se empleó la expansión a $\frac{2}{3}$.

Bajo el punto de vista de la adherencia, el resultado no fué menos satisfactorio. La tensión de los resortes se mantuvo a 3 toneladas sobre cada una de las ruedas horizontales, y la presión utilizada para la adherencia fué por lo tanto de 29 toneladas (17 toneladas peso de la máquina y 12 toneladas presión de las ruedas horizontales). Esta presión de 29 toneladas fué insuficiente al principiar el 2.º viaje. Patinó también la máquina durante la ascensión a la entrada de la gran curva, observándose que en estos dos puntos los carriles estaban recubiertos de un barro graso, debido a la humedad y al polvo de la carretera. Evaluando aproximadamente el esfuerzo de tracción que debía desarrollar la locomotora en 3.431 kilogramos, la comisión deduce que el coeficiente de adherencia era en los casos citados igual a $\frac{1}{85}$.

Como la presión de las ruedas horizontales podía elevarse hasta 24 toneladas, se vé que la adherencia de que se disponía, aun en el supuesto de reducirse a $\frac{1}{12}$ del peso (41 toneladas), era suficiente para

(1) Segundo tipo de tren, pesando 48 toneladas, remolcado por 2 locomotoras.

(2) Primer tipo, peso 16 toneladas, remolcado por una sola locomotora.

desarrollar el esfuerzo de tracción correspondiente al tren más pesado (núm. 1.º). Pero no debe recurrirse á esta tensión máxima de los resortes en las circunstancias ordinarias, para no fatigar más de lo necesario el mecanismo interior y el carril central, y evitar el exceso de resistencias pasivas que resultaría por este concepto sin utilidad alguna.

La comisión quiso también conocer las cantidades de agua y de combustible consumidas por la máquina. El segundo dato no fué posible adquirirlo directamente por los viajes de descenso y el mucho tiempo perdido en las paradas, durante las cuales la máquina consumía combustible sin ejecutar trabajo alguno. En cuanto al agua, se midió después del tercer viaje la pérdida de altura, tanto en la caldera como en el depósito, calculándose así que durante la tercera ascension se habían consumido próximamente 513 litros de agua, ó sea 260 litros por kilómetro, y en las dos últimas ascensiones 792 litros, ó 200 por kilómetro. Este consumo está en una relación aceptable con el trabajo desarrollado por la máquina.

Aunque las cifras que preceden no puedan considerarse sino como una aproximación, bastan para hacer ver que la máquina Fell, tal como se hallaba dispuesta, apenas podía recorrer un trayecto de 10 kilómetros sin renovar sus provisiones. En efecto, en 10 kilómetros de marcha, la locomotora debía consumir 2500 litros de agua próximamente, y las cajas no contenían más que 2000. Pero este inconveniente tenía fácil remedio, sea sacrificando una parte del peso útil remolcado, para reemplazarlo con un peso equivalente de agua y combustible, sea haciendo paradas más próximas en la parte de camino donde estén las curvas de menor radio y las mayores inclinaciones.

En cuanto al coke, admitiendo que un kilogramo de este combustible reduzca á vapor de 8 á 9 kilogramos de agua, dedujo la comisión que el consumo debía ser de 20 á 25 kilogramos por kilómetro.

Hicieron, por último, los ingenieros franceses algunas observaciones sobre los frenos, reconociendo que ofrecían toda la seguridad apetecible para moderar y detener la marcha, y sobre el efecto producido por el paso de los trenes en los animales de tiro que circulaban por la carretera. Estos efectos fueron los mismos observados ya en casos análogos, y convencieron á la comisión de que no era de temer ningún accidente grave por este concepto, sobre todo si se separaba por medio de un cerramiento la zona de la carretera en que se verifica el tráfico ordinario de la destinada á la vía férrea.

Procurando la comisión, después de los experimentos, darse cuenta del trabajo desarrollado en los mismos por la máquina, calcula (suponiendo que la resistencia del tren fuese igual á 4 kilogramos por tonelada y la de la máquina á 10 kilogramos, y evaluando en $\frac{1}{10}$ del total el esfuerzo adicional exigido por el paso de las curvas), que el primero de los dos trenes ensayados realizó el trabajo de 144 caballos de vapor, y el segundo de 178. Por

otra parte, partiendo de la superficie de vaporización, y suponiendo que cada metro cuadrado produzca 30 kilogramos de vapor por hora, halló la comisión que el trabajo total de que es capaz la máquina, con una expansión de $\frac{1}{6}$, corresponde á 158 caballos de vapor, trabajo bastante inferior al realizado por el segundo tren, lo cual explica la misma comisión recordando que la alimentación fué insuficiente durante el trayecto, habiendo disminuido el contenido de la caldera en 122 litros. Esta circunstancia pudo activar momentáneamente la vaporización y permitir que el trabajo desarrollado fuese, durante un corto período, más considerable que el trabajo normal calculado.

El esfuerzo máximo de tracción de que es capaz la máquina, suponiendo una presión efectiva de $4\frac{1}{2}$ atmósferas sobre los émbolos, es de 3900 kilogramos. Como la presión útil para la adherencia puede elevarse á 40 toneladas, se ve que el esfuerzo máximo puede aprovecharse en su totalidad, aunque el coeficiente de adherencia se reduzca á $\frac{1}{10}$, lo cual solo puede acontecer en circunstancias sumamente desfavorables.

En resumen, según la comisión francesa, la máquina segunda de Mr. Fell es capaz de desarrollar en las rampas del Monte Ceniso un esfuerzo de tracción de 4.000 kilogramos á la velocidad de 2,80 por segundo, ó sea de 10 kilómetros por hora, y por lo tanto de remolcar además de su peso, á dicha velocidad, un tren de 29 toneladas. Si se quisiese obtener una velocidad doble, habría que reducir el peso del tren á 6 toneladas, lo que prueba que esta máquina es apropiada para un servicio en que haya que remolcar cargas relativamente considerables, á velocidades muy reducidas.

La comisión, en vista de todo, formuló las conclusiones de su dictámen del modo siguiente:

«1.º El sistema de tracción de Mr. Fell es aplicable al tipo de máquina que ha funcionado en los últimos ensayos. (Máquina segunda.)

«2.º Este sistema no ofrece ningún peligro, bajo el punto de vista de la seguridad, en las grandes inclinaciones y curvas de pequeño radio. Por el contrario, la existencia de un carril central proporciona, á la vez que una garantía contra los descarrilamientos, un poderoso medio de parada.

«3.º Salvo en algunos puntos de detalle, cuyo estudio no se ha hecho todavía, pero que no presenta ninguna dificultad seria, el sistema puede desde luego considerarse como aplicable á la travesía del Monte Ceniso; bastando las cubiertas propuestas por Mr. Fell para asegurar la regularidad del servicio en tiempo de nieves.

«4.º y última. No hay ninguna incompatibilidad absoluta entre el servicio de la vía férrea y el de la carretera, con tal de que se separen las dos zonas de modo que los carruajes ordinarios no puedan en ningún caso separarse de la que se les asigne.»

Experimentos practicados por el capitán Tyler, comisionado del Board of trade. (Junio de 1865.)—Traducimos á continuación la parte de su informe en

que refiere los ensayos hechos y sus resultados.

»En el espacio de dos días he recorrido seis veces en los dos sentidos con esta máquina (la primera descrita) toda la longitud de la vía experimental. »El tren remolcado se componía de tres vagones, y su peso bruto era de 16 toneladas. Las circunstancias medias de estos seis viajes han sido las siguientes: Tiempo empleado, 8 $\frac{1}{2}$ minutos; pérdida de presión, 0,atms.93; descenso del nivel del agua de la caldera, medida en el tubo, 0,™133; por último, la presión media del vapor varió entre 6,atms.20 y 8 atmósferas.

»La velocidad en cada uno de estos ensayos fue superior á la que se quiere obtener en el servicio de la línea, con la misma carga, para los trenes exprés. La velocidad media resultante de las cifras que preceden representa 13.300 metros por hora, en vez de 12.000 metros, máximo previsto para esta parte del camino en el programa sometido al gobierno francés. El tiempo era bueno y los carriles exteriores se hallaban en buen estado, pero el central, así como las ruedas horizontales, estaba untuoso y presentaba condiciones de adherencia muy desfavorables.

»El cálculo siguiente establece el trabajo medio desarrollado por la máquina núm. 1, en el curso de los experimentos; dejando á un lado, por el momento, la resistencia debida á las curvas, y despreciando la del aire:

»Resistencia debida á la

»gravedad. = $32' \times 77 = 2.464$ kilgs.

»Id. del mecanismo ex-

»terior. = $16' \times 10 = 160$

»Id. del interior. = $16' \times 10 = 160$

»Id. del tren. = $16' \times 5 = 80$

»Total del esfuerzo de tracción. . . . 2.864

»Ahora bien, $\frac{1800^m (1)}{8, \frac{1}{2}} = 3,™69$ por segundo pró-

»ximamente

»y $\frac{2864,1 \times 3,™69}{75 \text{ kilogramos}} = 139$ caballos.

»Este mismo esfuerzo de tracción á la velocidad de 12 kilómetros por hora representa un trabajo de 125 caballos.

»Añadiendo en los dos casos 10 por 100 por la resistencia adicional de las curvas, se obtiene en el primero un trabajo de 153 caballos para 1800 metros en 8 $\frac{1}{2}$ minutos, y en el segundo 137,5 caballos para 1.800 metros en 9 minutos, ó sea 15,5 caballos de exceso sobre la cantidad de trabajo necesaria.

(1) El capitán Tyler fija la longitud de la línea recorrida en 1.800 metros. La longitud total de dicha línea era 1.907,10 metros.

»No hemos tratado de calcular el gasto de combustible efectuado durante los experimentos porque ha sido imposible distinguir la parte consumida durante las paradas de la que se ha empleado en la producción del trabajo. Sin embargo, habiendo estado encendida la máquina tres horas el primer día y tres horas y media el segundo, ha gastado respectivamente, según he podido comprobar, 262 y 293 kilogramos de carbon y coke. La parte del tiempo indicado, empleado en el recorrido total de 20 kilómetros próximamente, durante los dos días, ha sido de 97 á 98 minutos.

»Debo añadir que esta máquina ha recorrido ya más de 160 kilómetros con trenes de balasto y de material en la línea de ensayo, remolcando de 16 á 20 toneladas, sin dificultad ni accidentes.

»La máquina núm. 2, estudiada especialmente para la travesía de Monte Ceniso, está en parte construida de acero. (Sigue en el informe una sucinta descripción de esta máquina, que ya hemos descrito detalladamente en lo que precede, y en la cual se supone que á la presión máxima de 8 atmósferas en la caldera corresponde una presión efectiva de 5 atmósferas en los cilindros, y continúa):

»Todo el sistema de las ruedas horizontales parece funcionar perfectamente. Por desgracia, algunas de las piezas correspondientes á las ruedas verticales necesitaban mayores dimensiones, y para evitar reparaciones que habrían producido nuevos retrasos, no se podía hacer marchar esta máquina durante mucho tiempo, ó con una carga considerable en el momento de mi visita. Era preciso aguardar la llegada de las piezas de recambio que se estaban entonces fabricando en Inglaterra.

»He podido, sin embargo, subir con esta máquina los 1.800 metros de la línea de ensayo, remolcando la misma carga que en los experimentos hechos con la primera (ó sea 16 toneladas en 3 vagones), en 6 minutos y $\frac{1}{2}$, lo que corresponde á una velocidad de 17 kilómetros por hora. (El programa para los trenes exprés fija 12 kilómetros por hora.) La presión del vapor bajó de 6,atms.8 á 6,atms.5 y el nivel del agua en el tubo 3 pulgadas (0,™076), no habiendo sido alimentada la caldera mas que en la última parte del viaje. La máquina núm. 2 (cuya resistencia es 120 libras (54,5 kilogramos) menor que la de la máquina núm. 1, cuando solo se emplea una presión de 20 toneladas en las ruedas horizontales), ha desarrollado en este experimento, sin contar con la resistencia de las curvas, un trabajo de 177 caballos; aumentando 10 por 100 por esta resistencia, se llega á 195 caballos, ó sea más de 12 por tonelada de peso de la máquina, y en total, cerca de 60 caballos más de los necesarios para efectuar la tracción de la misma carga en la línea de ensayo, á la velocidad de 12 kilómetros, asignada en el programa.

»Contando 0,™369 de superficie de vaporización por fuerza de caballo, esta máquina podría desarrollar de un modo continuo un trabajo de 150 ca-

»ballos; 45 ménos que el trabajo obtenido en el experimento para un corto trayecto, pero muy superior al que exigen las condiciones del programa. »En efecto, un tren ligero con el correo y 50 viajeros, »remolcado por una sola máquina, efectuaría fácilmente el viaje de San Miguel á Susa en 4 horas en vez de 4 1/2.

»Al día siguiente reconocí que con una presión de 2, atms. 60, ó un tercio de la presión máxima, la máquina podría moverse sola en una rampa de 80 milésimas. Siendo la resistencia de los coches y vagones proporcionalmente mucho menor que la de la locomotora, esta máquina podría *á fortiori*, remolcar un peso bruto igual á tres veces su peso, ó sea 48 toneladas, en la misma rampa, cuando la presión alcanzase su valor máximo de 8 atmósferas (1).»

Del resultado de estos experimentos deduce el capitán Tyler por conclusion de su informe, que el proyecto de la travesía del Monte Cenisio, aplicando el sistema Fell, es practicable, así bajo el punto de vista mecánico, como bajo el comercial, con todas las condiciones apetecibles de seguridad, gracias al empleo del carril central, que deberá aplicarse á los trozos de línea donde la inclinación pase de 40 milé-

simas, y que serán los ménos peligrosos de todo el trayecto. La única duda que tiene el capitán Tyler se refiere á si debería también extenderse la aplicación del carril central á las partes de línea donde la inclinación es menor de 40 milésimas, no solamente para aumentar la adherencia sin aumentar el peso en la misma proporción, sino para obtener una seguridad completa, principalmente en las curvas.

(Se continuará.)

MEMORIA
DEL
CONSEJO DE ADMINISTRACION
del
FERRO-CARRIL DE TUDELA Á BILBAO.

(Continuación.)

EXPLOTACION COMERCIAL.

Abraza este servicio los de movimiento y tráfico, y en el siguiente cuadro aparece el resultado comparativo de gastos en los dos años últimos.

PERSONAL.	AÑO 1866.	AÑO 1867.	PRESUPUESTO PARA 1867.	ECONOMÍAS.	
				Sobre 1866.	Sobre el presupuesto.
De oficinas. Rvn.	180.704 56	156.089 22	157.400	24.615 34	1.310 78
» trenes.	145.565 89	127.090 56	145.200	16.275 35	18.109 44
» estaciones.	861.191 51	859.655 66	855.280	21.555 65	15.624 54
» guardas.	355.598 02	350.202 04	342.644	5.595 98	12.441 96
Suplementario.	25.598 91	24.454 41	26.476	— 855 50	2.021 59
Sumas por personal. Rvn.	1.542.456 69	1.477.491 89	1.525.000	64.964 80	47.508 11
Material de oficinas y diversos.	228.752 40	184.265 82	195.000	44.466 58	10.734 18
TOTALES. . . Rvn.	1.771.189 09	1.661.757 71	1.720.000	109.451 38	58.212 29

En él se vé que también se han obtenido economías de consideración.

GRAN VELOCIDAD.

En los cuadros estadísticos que forman la última parte de la *Memoria*, aparecen todos los detalles relativos al movimiento y tráfico. Aquí se indicarán tan solo los resultados de más bulto que se desprenden de su examen.

(1) El informe del capitán Tyler ha sido impreso por orden de la Cámara de los Comunes en 1865. El Ingeniero francés Mr. Desbriere ha publicado una traducción de este informe en sus *Estudios sobre la locomoción por medio del carril central*.

Se observa en el número de viajeros un aumento de 7.704 que se explica, en gran parte, por los trenes de recreo en verano, ya exclusivos para el servicio de la línea, ya en combinación con otras Compañías.

En los viajeros ha aumentado considerablemente la tercera clase y disminuido la primera y segunda. Además del estado general económico del país, contribuyen á este resultado, en nuestra línea, algunos trenes de recreo en que solo se ponen coches de 3.^a y las buenas condiciones de abrigo y comodidad que prestan los que de esta clase tiene nuestra Compañía.

Ha habido por el contrario una baja en las mercan-