

sino agua, evitando así que pudiera entorpecerse la marcha de la bomba.

En el tubo de aspiracion hay colocada una válvula que se abre de abajo á arriba, y mientras el aparato está funcionando se encuentra abierta á causa de la presion del agua, pero cuando no, se cierra por su propio peso, quedando el tubo de ascension y el espacio en que está encerrada la turbina lleno de agua; así, en el momento en que la máquina empieza á funcionar, el agua sube por el tubo de ascension, sin necesidad de cargarlo de agua más que la primera vez que se instala. Pudiera suceder que por un entorpecimiento en el tubo de aspiracion, porque la válvula no se abriese completamente, ó por otra causa cualquiera, la cantidad de agua que conduce el tubo de ascension fuese mayor que la que conduce el tubo de aspiracion, y llegase aire hasta el centro de la rueda, entorpeciendo su marcha. Para evitar esta causa de entorpecimiento se han practicado los pequeños orificios *s* que ponen en comunicacion el centro de aspiracion *a* con el espacio comprendido entre los bordes de los cascos M M, donde el agua se encuentra á la presion de la columna ascendente: si una cierta cantidad de aire llega al centro de la rueda, se escapa en parte, por su menor densidad, por los orificios *s*, saliendo al exterior por el tubo de ascension; el agua se introduce luego por los mismos orificios á llenar el vacío dejado por el aire, y la turbina arrastra lo demás, continuando el aparato con su marcha regular.

Se han establecido tres registros, dos para visitar la parte central, y uno para la circunferencia, haciéndose esto indispensable cuando la bomba ha de servir para la ascension de agua enturbiada por cualquier materia.

El aparato es sumamente sencillo, de muy poco precio, y un artesano puede montarlo fácilmente en un tiempo muy corto; no tiene piezas de movimiento alternativo que siempre ocasionan choques, y por lo tanto pérdidas de trabajo y deterioros en la máquina, y su pequeño volúmen hace muy fácil los cambios de lugar; debiendo observarse además que, por lo mismo que es continuo su movimiento, no exige las fundaciones necesarias en las bombas de movimiento alternativo por sus fuertes vibraciones. La arena y grava que deterioran fácilmente las piezas de las bombas de émbolo, no alteran su mecanismo, pudiendo dar paso á cuerpos de 4 á 5 centímetros de diámetro, circunstancia que la hace muy á propósito para los grandes agotamientos de las obras públicas.

Un experimento para determinar el efecto útil de estas bombas, se hizo con un modelo cuyas dimensiones eran las siguientes:

Diámetro interior de la turbina 0,^m250.

Id. exterior 0,^m300.

Id. de los tubos de aspiracion y ascension 0,^m250.

Altura de aspiracion 4,^m20.

Id. de ascension 1,^m30.

Id. total de elevacion 5,^m50.

Como fuerza motriz se empleó una locomóvil que comunicaba el movimiento á la bomba por medio de una correa arrollada al volante y á una rueda montada en el eje de la turbina.

La relacion del diámetro del volante al de la polea era de 5 á 1.

La presion del vapor era de cinco atmósferas.

La cantidad de agua elevada con esta presion, cuidadosamente medida, fué de 138 litros por segundo, cuyo producto correspondia á un trabajo de 759 kilográmetros; el del vapor, medido por medio del freno de Prony, era de 1526 kilógramos próximamente; el efecto útil resulta pues de 57 ¹/₂ por 100.

El número de revoluciones era de 500 por minuto, y se ha observado que el volúmen no aumentaba pasado este límite.

El precio de estas bombas varía naturalmente con el gasto que puede obtenerse con ellas; por regla general, para un gasto comprendido entre 6 y 2000 metros cúbicos por hora, el precio varía entre 250 y 4500 francos.

(Se continuará.)

MARIANO CÁRCEA.

FERRO-CARRILES ECONÓMICOS.

(Continuacion.)

Descripcion de las máquinas.—Empleáronse en los experimentos dos máquinas: la empleada en el ensayo practicado en Inglaterra, y otra construida despues, y que difiere de aquella en puntos de la mayor importancia.

La primera tiene dos mecanismos enteramente distintos. Uno de ellos constituye una locomotora ordinaria de cilindros exteriores y 4 ruedas acopladas. Las dimensiones de sus partes esenciales son las siguientes:

	Metros.
Diámetro de los cilindros.	0,298
Carrera.	0,457
Separacion de los ejes.	1,401
Diámetro de las ruedas.	0,685

El segundo mecanismo dirige las ruedas que obran sobre el carril central. Son estas en número de 4, movidas por dos cilindros interiores colocados en el

eje de la máquina, uno en la parte anterior de la misma y otro en la posterior:

	Metros.
Diámetro de estos cilindros	0,279
Carrera	0,305
Separacion de los ejes verticales.	0,485
Diámetro de las ruedas horizontales.	0,406

Estas ruedas van acopladas por pares de cada lado del carril central. Cada par recibe su movimiento á la vez de los dos cilindros, por medio de barras articuladas por una parte sobre las varillas de los émbolos, y por otra sobre puntos próximos de la biela de acoplamiento. El conjunto formado por las dos varillas de los émbolos, las dos bielas, las cuatro manivelas de las ruedas y las cuatro piezas oblicuas de transmision, constituye un sistema simétrico respecto del eje de la máquina, y colocado inmediatamente debajo de la caldera.

La adherencia de las ruedas horizontales con el carril central se obtiene por medio de resortes en espiral, que obran sobre el coginete, que sirve de punto de apoyo inferior al árbol de la rueda. La tension de estos resortes se gradúa á voluntad por el maquinista con palancas convenientemente dispuestas, y una varilla vertical, que lleva un doble excéntrico, el cual sirve para aproximar ó separar las varillas de hierro, en que van enfilados dichos resortes en espiral. Un punto de detencion fijo limita el esfuerzo que estos pueden producir, y cuyo máximo es 2.700 kilogramos.

Resulta de esta disposicion que los árboles de las ruedas horizontales no pueden conservar constantemente su posicion vertical. Solo tienen fijo el coginete de apoyo superior; el inferior se acerca ó se aleja del carril central segun la tension de los resortes, y el árbol se inclina más ó ménos (siempre por supuesto dentro de límites poco considerables). La influencia de estos cambios es apenas sensible en la transmision del movimiento del sistema, gracias á la articulacion de todas las piezas, y á su situacion inmediatamente superior á los coginetes fijos, lo cual reduce á su mínimo la amplitud de la oscilacion de los árboles de las ruedas. Además, los árboles de cada lado del eje de la máquina mantienen su paralelismo por medio de un sistema de piezas, formando un paralelogramo articulado que enlaza los cuatro coginetes.

El mecanismo que acabamos de describir constituye una solucion completa del problema que se habia propuesto el autor, y que consistia en reunir en una misma máquina los dos sistemas de accion con ruedas horizontales y verticales. Adolece sin embargo de varios inconvenientes, como son una gran complicacion, que debe ocasionar considerables pérdidas de trabajo, y la dificultad de visitar y reparar las piezas que componen el mecanismo interior. Las barras de los excéntricos que sirven para la distribucion en los cilindros, así interiores como exteriores, por medio de la corredera de Stephenson, son demasiado cortas; el aceite destinado á lubri-

car los gorriones de los árboles verticales cae en parte sobre las ruedas horizontales y disminuye su adherencia; los resortes en espiral, por su disposicion, no pueden transmitir además á esas ruedas más que las tres cuartas partes próximamente de su propia tension.

La caldera de esta máquina tiene 2,^m365 de largo y 0,^m833 de diámetro. Lleva 100 tubos de 0,^m037 de diámetro interior. La superficie de la rejilla es de 0,^m2604, y la total de vaporizacion 39,^m246. El volúmen total de agua contenida en la caldera es de 0,^m950, quedando reservado al vapor un espacio de 0,^m335. Las cajas de agua están colocadas lateralmente, y sobre la plataforma, donde va el maquinista, hay un pequeño depósito que puede contener 300 kilogramos próximamente de combustible. Pesa la máquina vacía 14 toneladas 854, y con la carga completa de agua y de coque 16 toneladas 784 kilogramos.

El sistema de frenos comprende dos grupos de forma ordinaria que actúan respectivamente sobre las ruedas verticales y sobre las horizontales, y un tercer grupo que consiste en dos zapatas que oprimen el carril central, maniobradas por el intermedio de una doble rosca sin fin. Este freno especial es muy sencillo y obra con gran prontitud y energia. La máquina lleva además aparatos ingeniosos para arrojar arena sobre las superficies de contacto de los carriles laterales y central.

2.^a La segunda máquina difiere de la anterior en dos puntos principales, que son los que dieron lugar á las objeciones más importantes hechas á esta, á consecuencia de los ensayos practicados en Inglaterra, y que consistian en la pequeñez de la superficie de vaporizacion, y en la complicacion y dificultad que para el manejo y direccion de la máquina ocasionaba la independencia de los dos mecanismos. Al mismo tiempo se ha tratado de disminuir el peso de la nueva locomotora; empleando el acero, así para la construccion de la caldera como para la mayor parte de las piezas del mecanismo; y se ha aumentado la potencia de los resortes hasta poder obtener una presion total de 24 toneladas sobre el carril central. De este modo se ha obtenido una máquina más poderosa, á la vez que ménos pesada, y de más fácil manejo.

En lugar de dos mecanismos distintos, no hay en la nueva máquina mas que dos cilindros motores interiores, colocados en la parte anterior, debajo de la caja de humo, y cuyos émbolos actúan á la vez sobre las ruedas horizontales y sobre las verticales. Para esto los cilindros están colocados de modo que su eje se halla contenido en el plano vertical que pasa por el centro de uno de los pares de ruedas horizontales. Cada par recibe, pues, directamente su movimiento de la varilla del émbolo correspondiente, por el intermedio de una biela, de dos manivelas, y de la biela de acoplamiento. Después la varilla del émbolo se prolonga por el otro lado del cilindro motor, y vá por el intermedio de una manivela oscilante á imprimir un movimiento alterna-

tivo de rotacion á un árbol horizontal, colocado en la parte anterior de la máquina. Este árbol á su vez lleva en sus extremidades, por fuera del bastidor, dos manivelas, cuya oscilacion sirve para transmitir, con el auxilio de una biela, de una varilla, de una segunda biela y de una manivela, el movimiento á las ruedas verticales de atrás que lo comunican á las de delante por el acoplamiento.

La complicacion de detalles que en la máquina primera recaia en el mecanismo interior, está acumulada en esta sobre el exterior, donde es más fácil visitar y reparar las piezas del sistema. La disposicion general, por la adopcion de un solo mecanismo, es mucho más sencilla.

Las principales dimensiones de esta segunda locomotora son las siguientes:

	Metros.	
Diámetro de los cilindros.	0,380	
Carrera.	0,406	
Diámetro de las ruedas horizontales. .	0,685	
Id. de las verticales.	0,685	
Separacion de los ejes horizontales. . .	2,092	
Id. de los verticales.	0,840	
Caldera. {	Longitud.. . . .	2,512
	Diámetro.	0,962
	Número de tubos.	158
	Diámetro de los mismos. . .	0,375
	Superficie total de vaporización.	55,986
	Toneladas.	

Peso de la máquina vacía. 13,240

Id. con carga completa. 17,000

Las provisiones, así de agua como de combustible, van colocadas lateralmente. En la disposicion de los frenos no difiere de la máquina primera (1). Emplease para la alimentacion un inyector Giffard y una bomba.

Segun resulta de las dimensiones indicadas, la superficie de vaporizacion excede en un 42 por 100 á la de la locomotora anterior. La capacidad de los dos cilindros es próximamente igual á la de los cuatro que esta tenia. Por último, la estabilidad es algo mayor, por la mayor distancia entre los ejes de las ruedas verticales.

Vagones.—Los usados durante los experimentos pesaban 2.700 kilogramos, y llevaban una carga de coginetes que podia elevarse hasta 5.000 kilogramos. Consistian en una plataforma con sus topes, montada sobre 4 ruedas de fundicion y de 0,685 de diámetro, provista de un freno ordinario, que actúa solo sobre uno de los pares. Cuatro pequeñas ruedas horizontales de 20 á 25 centímetros de diámetro, sobre ejes verticales fijos al bastidor, y colocadas dos á dos en las extremidades del vehículo, y á cada lado del carril central, giran sobre este, y sirven de directrices para mantener la posicion central del eje del vagon en el paso de las curvas, é impedir que los

(1) Hay algunas pequeñas diferencias sin importancia entre las dimensiones asignadas á esta máquina por los Ingenieros franceses y por los Ingenieros italianos. Las que consignamos son las contenidas en el informe de los primeros.

rebordes de las ruedas verticales se apoyen sobre los carriles. La distancia entre los dos ejes de estos vagones es de 1,525.

Empleóse además en los ensayos un coche de viajeros del tipo propuesto para la 2.ª clase. La caja lleva dos banquetas laterales, con 6 asientos cada una. Este carruaje pesa vacío 2,300 kilogramos.—Diámetro de las ruedas de fundicion, 0,685.—Distancia entre los ejes, 1,830.—Lleva, como los vagones de mercancías, ruedas directrices, dispuestas de la misma manera y de iguales dimensiones.

ESPERIMENTOS PRACTICADOS POR LA COMISION DE INGENIEROS FRANCESES.—Segun el programa presentado por Mr. Fell á los gobiernos francés é italiano, en Enero de 1865, se evaluaba el movimiento anual probable de la linea de San Miguel á Susa en 48.000 viajeros y 80.000 toneladas de mercancías, ó sea 130 viajeros y 82 toneladas por día. Mr. Fell se proponia hacer el servicio correspondiente á este movimiento con tres trenes en cada sentido, como se indica en el siguiente cuadro:

NÚMERO POR AÑO.		NÚMERO POR DÍA.		Trenes.	
Viajeros.	Mercancías.	Viajeros.	Mercancías.	Viajeros.	Mercancías.
Número.	Toneladas.	Número.	Toneladas.	Número.	Toneladas.
29.200	14.460	80	40	2	2
18.080	17.520	52	48	2	2
48.180	31.980	132	88	6	6

Velocidad media { N.º 1.º Un tren diario en cada sentido con 40 viajeros.

12 á 14 kilómetros. N.º 2.º Un tren diario en cada sentido con 26 viajeros y 20 toneladas de mercancías.

10 kilómetros. . . N.º 3.º Un tren diario en cada sentido con 24 toneladas de mercancías.

Total por día. . . .

Total por año. . . .

Estos trenes, cuya composicion detallada explicaba Mr. Fell en su programa (1), fueron clasificados por los Ingenieros franceses, encargados por su gobierno de verificar los experimentos (2) en dos tipos:

1.º Tren *expres*, remolcado por una locomotora, conteniendo 56 asientos (40 ocupados), y recorriendo el trayecto de San Miguel á Susa en cuatro horas y media.

Peso de este tren: 16 toneladas, sin contar la máquina.

40 viajeros á 75 kilogramos.	3.000 kilóg.
3 coches de 1.ª clase con 36 asientos.	6.000
1 coche de 2.ª con 14.	2.000
1 id. mixto con 6 asientos y furgon de bagajes.	2.500
Peso de los equipajes.	800
Diversos.	1.700

16.000 tons.

Peso de la máquina. 16.000

Peso bruto del tren. 32.000

Velocidad media. 18 kilómetros.

minima. 12 id.

2.º Tren de mercancías remolcado por dos locomotoras, compuesto de 6 vagones cargados y 6 vacíos, llevando 24 toneladas de peso útil, y empleando ocho horas en recorrer toda la linea.

Peso. Mercancías.	24.000 kilóg.
6 vagones.	12.000
6 id. ó coches vacíos.	12.000

Peso del tren. 48.000

Id. de las dos máquinas. . . . 32.000

Peso bruto del tren. 80.000

Velocidad media. 10 kilómetros.

minima. 6 id.

La comision de ingenieros franceses hizo para comprobar la posibilidad de cumplir las condiciones de dicho programa tres series de experimentos en los meses de Marzo, Mayo y Julio de 1865, obteniendo los resultados que extractamos á continuacion.

Primera serie.—No se hallaba en la linea de ensayo todavia la segunda máquina. La comision se limitó á ver cómo marchaba la máquina primera, reconociendo que subía y bajaba sin dificultad en toda la longitud de la linea, parándose fácilmente en cualquier punto de la bajada y pasando por las curvas de menor radio sin otro inconveniente que un gasto de vapor más considerable y mayor desgaste de las llantas de las ruedas. Pero la presion del vapor no se podia mantener constante en la caldera, y cada viaje ocasionaba una pérdida de dos á tres atmósferas, de las siete de presion inicial.

(1) Puede verse este programa en el libro ya otras veces citado, que sobre el ferro-carril del San Gotardo ha presentado á las Cámaras el gobierno italiano.

(2) Informe de dichos Ingenieros, publicado en los *Annales des ponts et chaussées*.—1866.

Segunda serie de experimentos.—En el mes de Mayo las dos máquinas estaban en disposicion de funcionar. La comision hizo que la primera remolcase un tren de 17.764 kilogramos á velocidades variables, comprendidas á la subida entre 10,ª 28 y 15,ª 32 por hora (término medio 13,ª 05) y á la bajada entre 7,ª 34 y 14,ª 12 (término medio 10,ª 24), observando, como en los primeros experimentos, que la máquina pasaba fácilmente por las curvas, podia pararse casi instantáneamente en las bajadas, y volvía á ponerse en marcha sin la menor dificultad; pero la presion del vapor disminuía con gran rapidez, sobre todo en las curvas, sin poder recobrar su importancia inicial en las partes rectas; circunstancia que demostraba la insuficiencia ya prevista de la superficie de vaporizacion. Este defecto capital bastaba para considerar á la máquina primera como impropia para un servicio regular y normal, en las condiciones del programa, porque no podia aceptarse como tal un servicio en el cual la máquina tenia que detenerse cada dos ó tres kilómetros para reconstituir su presion.

La máquina segunda, mejor dispuesta y proporcionada, parecia prometer mejores resultados. En el primer viaje, sin embargo, se torció la varilla de uno de los émbolos y alguna otra pieza, y hubo que suspender el experimento; reconociéndose que, con el objeto de disminuir el peso de la máquina, se habia dado á varias piezas importantes del mecanismo dimensiones insuficientes. Reparáronse y enderezáronse los órganos deteriorados, en tanto que se fabricaban otros de mayor resistencia en Inglaterra, y continuaron los experimentos, limitando el peso del tren, para no exponerse á una nueva avería, á 11.650 kilogramos.

Hizose con este tren un viaje de subida á velocidades comprendidas entre 8,ª 46 y 16,ª 56 por hora (término medio 13,ª 17). La presion del vapor en la caldera, que era de 7 atmósferas al empezar el viaje, se mantuvo bastante bien hasta la entrada de la gran vuelta en curva de 40 metros de radio, punto en que empezó á descender, reduciéndose á 4 atmósferas y media á la salida de la curva. Desde este momento hasta el fin del viaje solo se pudo ganar media atmósfera de presion. Parecia, en vista de este hecho, indispensable repetir los experimentos para averiguar si el descenso observado en la presion debia considerarse como accidental, ó si la máquina no tenia todavia bastante potencia para vencer, sin un gasto anormal de vapor, el exceso de resistencia debido al paso de las curvas de menor radio. Pero hubo que renunciar por entonces á la repeticion del ensayo, por observarse nuevas señales de deformacion en los órganos reparados, aplazándose el exámen definitivo para la época en que la máquina, dotada de las mejoras que se habian creído necesarias, pudiera funcionar con todas las probabilidades apetecibles de buen éxito.

(Se continuará.)