

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

FUNDADA Y SOSTENIDA POR EL CUERPO NACIONAL DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Redactor-Presidente..... Ilmo. Sr. D. Federico Rivero O'Neale, Inspector general del Cuerpo.
Redactores..... Los Sres. Presidentes de las Comisiones regionales de Ingenieros.
D. Toribio Cáceres, Profesor de la Escuela d- Caminos.
D. Enrique Latre, Ingeniero de Caminos (Sección de Información).
D. Manuel Maluquer, Ingeniero del mismo Cuerpo, *Secretario*.
Colaboradores..... Todos los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SE PUBLICA LOS JUEVES

Redacción y Administración: Puerta del Sol, 9, pral.

REVISTA EXTRANJERA

Las locomotoras Compound en Francia.

Con motivo de la descripción de una locomotora inglesa, han podido verse, en uno de los últimos números de esta REVISTA, algunas consideraciones interesantes acerca de las condiciones especiales del tráfico ferroviario del Reino Unido y de las ideas de los Ingenieros ingleses respecto al material de tracción, hechas por un Ingeniero francés. Hoy presentamos en extracto un artículo de *The Railroad Gazette*, estudiando las locomotoras Compound francesas desde el punto de vista inglés. El artículo es á su vez el extracto de una Memoria del Ingeniero francés Mr. Sauvage.

Decía Mr. Sauvage en una Memoria presentada á la Institución de Ingenieros mecánicos, en Marzo último, que para poder juzgar un tipo de locomotora es preciso, primero, saber la índole del servicio que está llamada á prestar, y segundo, el peso del tren que puede remolcar á velocidad dada sobre una línea determinada, teniendo en cuenta también el gasto que representa su servicio.

Se señalaba la importancia de los datos científicos correspondientes al funcionamiento de las locomotoras, y se admitía que el mejor medio de obtenerlos sería un laboratorio de locomotoras análogo al de la Universidad de Purdue.

Los datos que se presentan á continuación se han obtenido de los recorridos experimentales y del servicio prolongado. El hecho más interesante de la práctica francesa consiste en el desarrollo que ha adquirido el empleo del Compound de cuatro cilindros, obteniéndose un aumento marcado en la velocidad y en el peso de los trenes.

El número de locomotoras Compound en funcionamiento y en construcción ha aumentado desde 803, en 1900, hasta 1.577, en 1903. La mayor parte corresponden á dos tipos: las locomotoras de express, con cuatro ruedas motoras de 2 metros de diámetro, y las de seis ruedas acopladas, de 1^m,60 á 1^m,75, ambos tipos con un carretón delantero de cuatro ruedas. En algunos casos se emplean locomotoras de ocho ruedas acopladas, para trenes de mercancías, con ó sin carretón delantero ó zaguero. La Compañía del Mediodía ha reformado locomotoras viejas en forma de Compound de dos cilindros, con carretón bajo delantero y seis ruedas acopladas; actualmente está transformando así las antiguas locomotoras de express. La del Norte ha aumentado su material en 33 locomotoras de cuatro cilindros, tipo Atlantic, en el cual se han introducido pocas modificaciones con respecto al empleado anteriormente en sus líneas; se han aumentado la separación entre las ruedas del carretón y la longitud de los tubos de la caldera. La locomotora más poderosa que actualmente existe en Francia pertenece á París-Orleans, y es también del

tipo Atlantic; trabaja á la presión de 16 k. por cm.² (1), con un área de caldeo de 238 m.² y de parrilla de 3,1 m.²; pesa en marcha 72 toneladas.

Recientemente se han encargado locomotoras de tres ejes acoplados en gran número, existiendo en Octubre de 1903, 817 de ellas en marcha. Se han hecho recorridos de ensayo entre París y el Mans para compararlas con las análogas que no tienen funcionamiento Compound, siendo el recorrido total casi idéntico para unas y otras, y de cerca de 500.000 kilómetros. Sacamos de la tabla que da in extenso *The Railroad Gazette* los siguientes resultados, en los cuales se expresan relaciones, tomando por dividiendo el dato relativo á la locomotora Compound, y por divisor el de la locomotora antigua:

Peso remolcado.....	1 51
Carbón consumido:	
a recorrido igual.....	0,96
a peso igual remolcado por el mismo recorrido.....	0,65
Aceite consumido á recorrido igual....	1,83
Minutos ganados.....	1,30

Se ha construido recientemente una locomotora Compound para el ferrocarril de circunvalación de París. Esta línea tiene en una longitud total de poco más de 30 kilómetros, 23 estaciones. Las pendientes son del 10 por 1.000. Para no perder tiempo, las locomotoras ordinarias tienen que marchar á toda admisión hasta conseguir la velocidad normal, resultando de esta práctica gran consumo de vapor y dificultades para llevar el fuego por causa del tiro enérgico que hay que establecer. Emplear en estas condiciones las locomotoras Compound, es chocar con las ideas generalmente admitidas y, según las cuales, el tipo se presta mal á las paradas frecuentes, pero según parece, si los cilindros están bien proporcionados, las locomotoras Compound se manejan mejor y gastan menos que las ordinarias, cuando tienen que hacer á plena abertura mucha parte del recorrido. Las de que se trata están dando muy buenos resultados, y hacen el recorrido en 1^h 5'. Los cuadros de marcha conceden 1^h 20'.

La corredera Walschaerts se emplea para muchas locomotoras francesas, tanto Compound, de cuatro cilindros, como ordinarias; es buena disposición cuando la válvula de distribución está situada encima ó debajo del cuerpo de bomba; tiene la ventaja de no necesitar más que una excéntrica; el mecanismo es sencillo, y se conserva bien. Para evitar compresiones excesivas en las locomotoras Compound, se necesitan disposiciones especiales, principalmente aumentando el escape. El avance al escape en las locomotoras del Este es de 13 por 100 en los cilindros de alta y 12 por 100 en los de baja presión. En las de Mediodía 12 á 14 por 100 en las de alta y 7 á 9 en los de baja. Con estas

(1) Es muy posible que entre las cifras originales y las que aquí damos, exista una diferencia apreciable, debida á que el autor las ha reducido á medidas inglesas, y nosotros las hemos tenido que volver al sistema métrico. —(N. del T.)

precauciones se ha visto por experiencia que con las locomotoras Compound pueden obtenerse las máximas velocidades lo mismo que con las sencillas. Es conveniente también que los tubos de toma de los cilindros de alta sean de gran diámetro; para cilindros de 34 á 35 centímetros convienen los tubos de 9 centímetros.

Todas las Compound modernas de cuatro cilindros están provistas de un escape directo para los cilindros de alta, y una toma directa para los de baja á presión reducida, con lo cual se evitan dificultades al arrancar. En casos especiales puede ser necesario el funcionamiento independiente de los cuatro cilindros en las máquinas de pequeña velocidad para trenes pesados, pero por lo común no lo es.

En Francia se ha trabajado poco en la cuestión del empleo del vapor recalentado en las locomotoras.

En las locomotoras del Este se ha dado la preferencia á las distribuciones por émbolos que dan mayores secciones de paso al vapor que las válvulas en D. La admisión es interna. Las distribuciones de émbolos comparadas con los planos han dado economías de 10 por 100 en el gasto de carbón.

La tobera suele ser del tipo francés corriente con dos aletas movibles; en algunas se ha colocado con ventaja una chapa transversal. Se nota tendencia á volver al sistema francés antiguo, de colocar los areneros encima de la caldera para tener seca la arena.

Para terminar su Memoria, cita Mr. Sauvage las opiniones de algunos Directores de tracción acerca del empleo de las Compound de 4 cilindros.

Mr. du Bousquet, del Norte, dice que en su red se emplean desde 1884; en aquella época se mandó construir la primera, idéntica á las máquinas ordinarias que se usaban entonces, sin más diferencia que añadir los cilindros de alta presión de 32 centímetros. Durante diez y ocho años, el consumo de carbón de esta locomotora ha sido constantemente menor que el de las sencillas en la relación 0,81; el de grasas ha sido mayor en la relación 1,28, pero esto representa poco aumento en el coste kilométrico. El gasto en reparaciones ha sido próximamente igual. La principal ventaja no consiste para estas líneas en el consumo menor de carbón que en ellas es barato, sino en la mayor eficacia de la máquina á igual peso, lo que permite aumentar la velocidad en las rampas, ó el peso arrastrado, ó ambos. También es mayor el recorrido diario y, por consiguiente, el aprovechamiento del gasto que representa el personal del tren.

Mr. Moffre, del Mediodía, opina que aunque los gastos de reparación y de engrase son mayores para las Compound de 4 cilindros que para las sencillas, es indudable que arrastran trenes más pesados con una ligera economía en el consumo de combustible.

Mr. Salmon, del Este, dice que la economía de carbón es de 10 á 15 por 100, y que debida á la gran uniformidad de esfuerzos desarrollados por las locomotoras de 4 cilindros, se ha elevado en un 50 por 100 el recorrido en kilómetros entre dos reparaciones.

Dice Mr. Sauvage, en conclusión: De la práctica prolongada con más de un millón de locomotoras, puede deducirse como cosa demostrada que las locomotoras Compound, de 4 cilindros, poseen ventajas marcadas, por lo menos, en las condiciones de servicio á que se las destina en Francia. Con su empleo, los ferrocarriles franceses han podido aumentar los pesos y las velocidades de los trenes sin aumentar el consumo del combustible.

El aumento del peso remolcado es de cerca de un tercio para el mismo consumo; puede la mejora referirse, no al peso, sino á la velocidad, y en muchos casos se mejoran ambos factores.

O de otro modo: las Compound pueden hacer un tráfico como cuatro, cuando las locomotoras corrientes lo hagan como tres á iguales número de máquinas, consumo de combustible y gastos de personal. Naturalmente, el coste de adquisición de este material es mayor, y pueden ser también ligeramente más caras las reparaciones, pero en conjunto la economía es evidente. En cuanto á la cuantía de las reparaciones la cuestión es discuti-

ble, porque la mayor parte de las Compound llevan poco tiempo en servicio, y el aumento notado parece deberse á la mayor presión á que trabajan las calderas; pero las mismas presiones habrían de emplearse con las locomotoras sencillas, si se pudiera exigir de ellas el mismo servicio.

Añádase á esto, especialmente para trenes de viajeros, las ventajas de mayor velocidad, mayor puntualidad y la de poder evitar el empleo en muchos casos de la doble tracción y los trenes suplementarios.

Es claro que se pueden fabricar locomotoras sencillas con las mismas grandes dimensiones de caldera y trabajando á presiones igualmente elevadas; pero no es menos claro que gastarían más vapor para el mismo trabajo. Además, es difícil, aunque no imposible, hacer los elementos de una locomotora sencilla bastante resistentes para sufrir los grandes esfuerzos que resultarían de emplear presiones tan elevadas en cilindros de gran diámetro.

Según algunos Ingenieros alemanes, se obtendrían del recalentamiento del vapor ventajas equivalentes al empleo del Compound.

En teoría así resulta; pero el empleo del vapor recalentado no es incompatible con el funcionamiento Compound; y mientras esta cuestión se resuelve, los constructores franceses se atenderán al Compound con cuatro cilindros, cuyos méritos están probados.

Nadie puede tener hoy la pretensión de construir una locomotora que sea durante mucho tiempo la mejor.

Por supuesto, estas locomotoras Compound (como todas las máquinas) deben ser empleadas en las condiciones para las cuales se han construido, y sería antieconómico el emplearlas en las líneas secundarias. Para éstas tienen muy apropiado empleo las locomotoras viejas que todas las redes poseen.

Está muy extendida la opinión de que estos tipos no son favorables para líneas con detenciones frecuentes. En esto hay mucho que distinguir, porque en muchos casos la arrancada puede hacerse sin admisión directa de vapor en los cilindros de baja, ó con ella solamente para la primera vuelta de las ruedas; cierto que todos los cilindros habrán de trabajar durante la arrancada á plena admisión, y por consiguiente, con consumo mucho mayor que el correspondiente al trabajo con la expansión normal de cada cilindro; pero aun así, resultan más económicas que las locomotoras sencillas, trabajando también á plena admisión.

Haciendo la comparación en condiciones equivalentes, se obtiene un peso de vapor de 0,6 para la Compound y de 1 para la sencilla. Esta relación se obtiene sin tener en cuenta la condensación por enfriamiento de las paredes; si se tuviera en cuenta, parece que esta circunstancia había de ser menos desfavorable en las locomotoras Compound.

Estos cálculos aproximados, hechos para condiciones bastante análogas á las de la práctica, demuestran también que sin admisión directa del vapor en los cilindros de baja el esfuerzo máximo de tracción es casi igual al de las locomotoras sencillas, pero con una notable economía en el funcionamiento á plena admisión.

BIBLIOGRAFIA

Anuario de electricidad para 1904, por D. Ricardo Yesares Blanco. Contiene, con el epígrafe «Año eléctrico», una exposición de los progresos científicos y técnicos del último año. En otra sección expone la legislación, privilegios, aranceles y tarifas que pueden interesar á los que explotan industrias eléctricas. La tercera sección es un formulario y la cuarta un indicador de direcciones.