

Báltico como en las regiones bajas de Escandinavia y Finlandia. La actual costa de Noruega estaba, por consiguiente, en gran parte sumergida y, dado el retraso entre causa y efecto con que se producen estos movimientos corticales, continuó el hundimiento durante largo tiempo después que cesó la presión de los hielos, hasta que por fin sobrevino la emergencia con períodos variables en la actividad, formándose en los tranquilos las terrazas de las playas noruegas costeras, mencionadas anteriormente. En otros parajes, como al norte del Báltico, el movimiento ascendente presenta, según se ha dicho en el párrafo precedente, mayor uniformidad.

La explicación de los movimientos epigénicos de la Escandinavia, que se han citado porque es la región donde mejor se han estudiado los fenómenos relacionados con el glaciario, no ofrece dificultades admitiendo que los continentes son macizos que, por predominar el sial, flotan como «icebergs» sobre el sima. Al cargarse el macizo escandinavo con un espesor medio de más de 900 m de hielo se hundiría lentamente en el sima; al desaparecer aquella gran sobrecarga se inició la emersión y, dada la viscosidad del sima y demás circunstancias de la flotación del sial, aun continúa el movimiento ascendente.

Lo anteriormente expuesto hace ver cómo podrán

producirse movimientos epigénicos siempre que varíen las condiciones de flotación de los macizos continentales sobre el sima. En primer lugar, observaremos que los fenómenos glaciares no son exclusivos de la era cuaternaria, sino que también han ocurrido en el período algonkiano, en el permocarbonífero y aun en otros, y se concibe que en las regiones muy cargadas por los hielos habrán dado lugar a los correspondientes movimientos corticales. Pero hay un fenómeno, que se efectúa sin interrupción desde que se originaron los continentes y los mares, que consiste en la ablación continental o destrucción de las rocas que están por encima de las aguas marinas y la sedimentación de los productos de aquélla en el contorno de las costas; al disminuirse de este modo el espesor y, por consiguiente, el peso de los continentes y sobrecargarse las regiones marinas que los bordean, deben estarse produciendo movimientos epigénicos de carácter constante, aun cuando, en muchos casos, de pequeñez y lentitud inapreciables. Este fenómeno podrá combinarse con otros que pongan en movimiento el magma subcortical, como los relacionados con los plegamientos verticales que producen las cordilleras, y en menor escala con los que acompañan a las erupciones volcánicas y a ciertos terremotos.

N. PUIG DE LA BELLACASA
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

La electrificación del ferrocarril transpirenaico de Ripoll a Puigcerdá¹

II

Ensayos y pruebas de taller de las locomotoras

La construcción de las locomotoras eléctricas quedó adjudicada a la Sociedad Auxiliar de Ferrocarriles, tanto porque fué la que presentó proposición más económica, cuanto porque ofrecía construir la mayor parte del material en España, limitando la importación del Extranjero a los motores y algunos elementos accesorios, señalándose para este efecto a la «Société Générale de Constructions Electriques». Además de estas dos circunstancias se tuvo en cuenta que las locomotoras elegidas para la tracción de la sección francesa del ferrocarril transpirenaico Ripoll-Ax-les-Thermes eran del mismo tipo y estaban construídas en los mismos talleres de Tarbes: no podía ciertamente haberse procedido de otra suerte en atención a estas condiciones de singular preferencia. Sin embargo, ha sido realmente un ensayo de construcción el que se ha seguido en este caso por la «Société Générale de Constructions Electriques», pues apenas hacía dos años que había instalado en Tarbes sus grandes talleres, y, aunque es indudable que la perseverancia y el amor patrio francés han de llegar a culminar en este aspecto de la industria como en los restantes, pues en ello se ha puesto verdadero empeño, no cabe duda que al principio surgieron dificultades, tropiezos y hasta quizá fracasos

que han tenido que forzar la atención de esta Jefatura en la inspección de la construcción. Desde el punto de vista de la seguridad, acreditada por la experiencia, cualquiera de las Casas que acudieron al concurso, singularmente la S. I. C. E., Siemens, etcétera, etc., hubieran constituido un margen de tranquilidad para el personal del Estado, que poco habría tenido que vigilar durante la construcción en talleres. Pero esto, que lo podía haber tomado en consideración una Empresa particular, no podía haberlo aceptado la representación del Estado, perdiendo más del 40 por 100 de economía que reportaba la Compañía Auxiliar de Ferrocarriles en su propuesta.

Las averías ocurridas en las primeras locomotoras de la Compañía del Midi fueron consecuencia de una época de aprendizaje por la que ha tenido que pasar la Casa constructora. Estando, pues, en períodos de iniciación, y no pudiendo recabar en un principio los pliegos de condiciones de las Compañías ferroviarias francesas para los ensayos, fué preciso destinar a Tarbes personal adecuado y competente para que, estudiando al detalle la electrificación de la Compañía del Midi, vigilara al mismo tiempo el montaje del equipo eléctrico de nuestras locomotoras y proporcionara bases para un Pliego de ensayos que, aplicado al material de Ripoll-Puigcerdá, garantizara la buena marcha del material tractor.

Como consecuencia de ello, ya en la primera locomotora se han introducido diversas mejoras, unas propuestas por la misma Casa constructora, otras

¹ Véase el número anterior, página 79.

por el ingeniero encargado de la inspección en fábrica, mejoras que tienden a aumentar el aprovechamiento de los motores y evitar falsas maniobras, pues se ha logrado que no haya necesidad de manejar directamente ningún aparato del circuito a 1 500 voltios. He aquí las principales modificaciones que ofrecerá la locomotora eléctrica de la línea Ripoll-Ax con relación a las homólogas de Francia:

La instalación de una batería de acumuladores que funcionará a expensas de la generatriz a 120 voltios, alimentando los contactores de frenado y shuntado y los inversores y conmutadores, con lo que en las bajadas la locomotora frenará con aislamiento completo de la línea.

Un conmutador de amperímetro para la marcha en frenado.

La apertura en dos tiempos del disyuntor de máxima que amortigua el efecto de ruptura.

Colocación de seccionadores de pantógrafo, intercalados en el circuito, que los pone en paralelo y que permiten aislar el que se avería en servicio, pudiendo entonces seguir con el otro.

Un sistema nuevo del cierre del disyuntor principal, pues antes esto constituía una operación delicada para el conductor en punto a seguridad personal y hoy se ejecutan con toda seguridad aprovechando la corriente de la batería.

Hay que advertir que en las locomotoras en servicio de la línea del Midi la principal avería fué la del golpe de fuego en los colectores, o sea lo que se llama *flash*. En un principio el calentamiento y la velocidad producían deformaciones en los colectores, causa única, al parecer, del *flash*; se corrigió este defecto de fabricación; pero como no desaparecían por completo los golpes de fuego, nuestro representante, el Sr. Granell, estudió la cuestión directamente por medio de ensayos en los primeros motores terminados para Ripoll, efectuándolo repetidamente acerca de la regulación de la conmutación. De estos ensayos resultó que, si bien con el entrehierro previsto, los motores conmutaban bien para las sobreintensidades a pleno campo, lo cual era suficiente para los trenes de mercancías, en cambio la conmutación no era buena a 65 por 100 de shuntado, y esta era la causa de los *flashes*. Estos se producían en los trenes de viajeros al marchar a gran velocidad; a ello contribuía, por otro lado, la excesiva elasticidad de la catenaria, que en ciertos trayectos tiene luces tal vez demasiado grandes y producía interrupciones de contacto con el pantógrafo. Una disminución apropiada de los entrehierros de los polos de conmutación dió en la marcha a 65 por 100 de shuntado la conmutación perfecta, modificación que, aplicada a los motores *D. K. 80*, ha hecho desaparecer las averías.

Con el fin, pues, de garantizar la buena marcha de nuestras locomotoras se redactó un Pliego de ensayos, cuyas líneas generales, por lo que se refiere a los motores ¹, se indican a continuación:

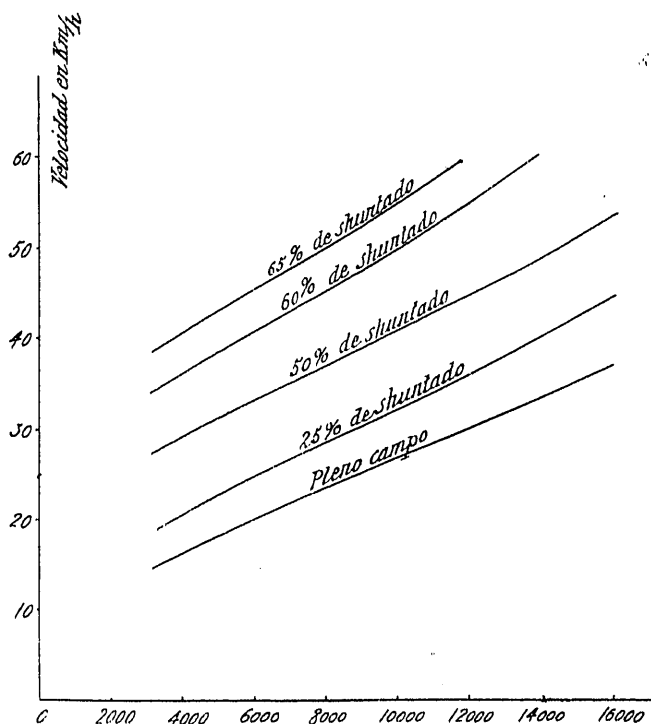
1.º Determinación de la potencia continua unihoraria a 1 500 voltios ², con ventilación forzada, en las mismas condiciones que da el grupo motor-

ventilador. Estas potencias se entienden para un calentamiento del inducido de 120° C, medido por variación de resistencia; para obtener el calentamiento en el momento de la parada, se toma la curva de enfriamiento y se extrapola hasta el tiempo cero, y para lograr esta curva con la mayor exactitud posible, en el momento de parar se cortocircuita el motor que sirve de generatriz en el ensayo, con lo que se obtiene regularmente la primera medida a los veinticinco segundos ¹.

En estas condiciones, el motor *D. K. 80*, con 22 m³ de aire por minuto, calentó 120° C al cabo de una hora, para 140 amperios en el inducido, y estabilizó su temperatura de calentamiento a 120° C al cabo de unas siete horas para 115 amperios; ambos ensayos efectuados a pleno campo, por el método Hopkinson.

2.º Ensayos de rigidez electrostática de los aislamientos.

Estos se realizan, en general, después de un período de diez minutos, a contar del final del ensayo anterior. Se examinan los aislamientos del inducido,



Fc. Ripoll-Ax-les-Thermes.-Locomotora B B. Curvas: esfuerzo de frenado-velocidad.

polos de conmutación y polos de excitación, a 5 000 voltios de corriente alterna a 50 períodos por segundo, durante un minuto.

3.º Medida de aislamiento.

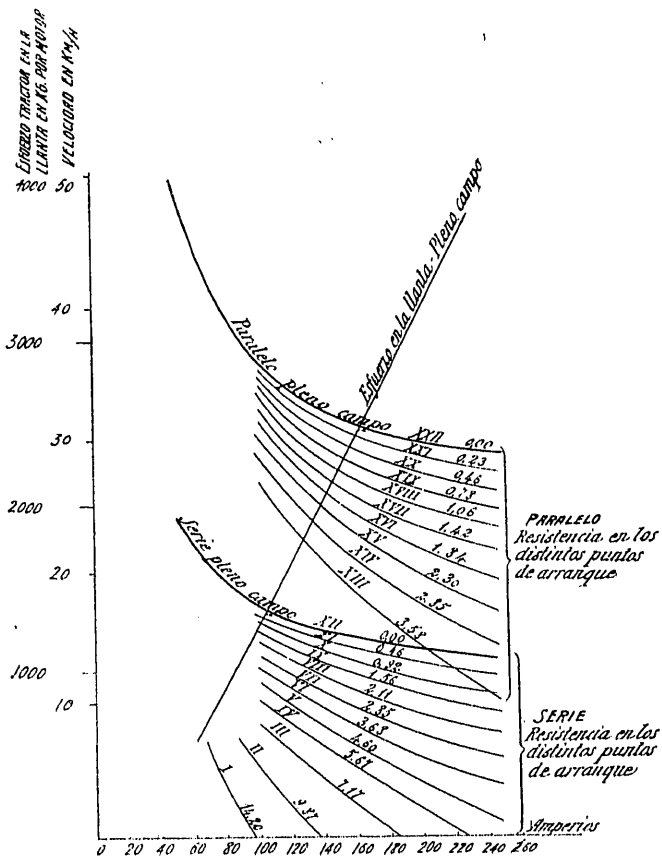
4.º Ensayo de resistencia mecánica.

El motor se deja marchar durante una hora a la velocidad de rotación correspondiente a 65 km/h a 1 500 voltios y 65 por 100 de shuntado, y al final es embalado a la que corresponde a 75 km/h durante

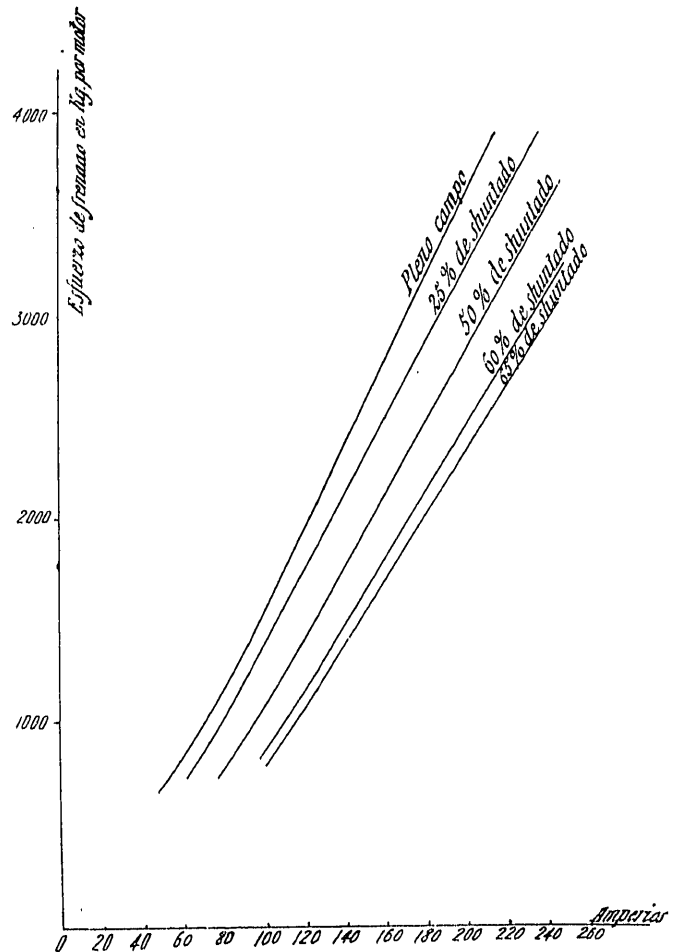
¹ También han sido ensayados con minucioso detalle todos los aparatos componentes del equipo eléctrico.

² Para que la tensión de régimen en línea sea de 1 500 voltios, la salida de las subestaciones se pondrá a 1 650 voltios; la caída media de tensión en línea es de 10 por 100, aproximadamente.

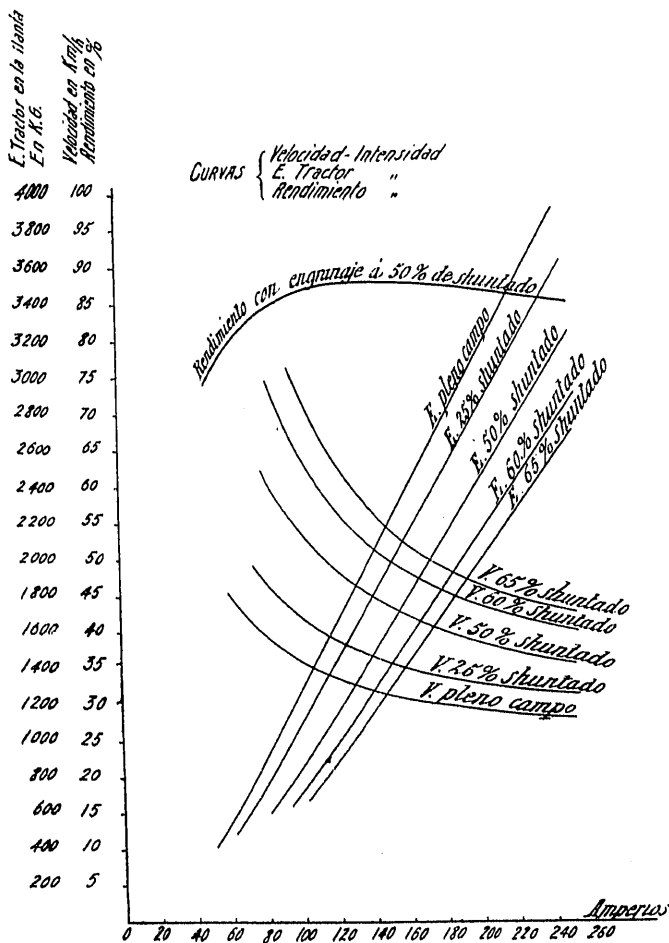
¹ En general estas medidas de resistencia suelen hacerse al cabo de unos tres minutos, con lo cual no se obtiene el verdadero calentamiento del motor; con el procedimiento seguido se evitan también los errores a que inducen las medidas por termómetro, que son siempre retardadas y que no dan la temperatura de la parte de aislamiento que está en contacto con el cobre, sino de la que lo está con el aire de refrigeración.



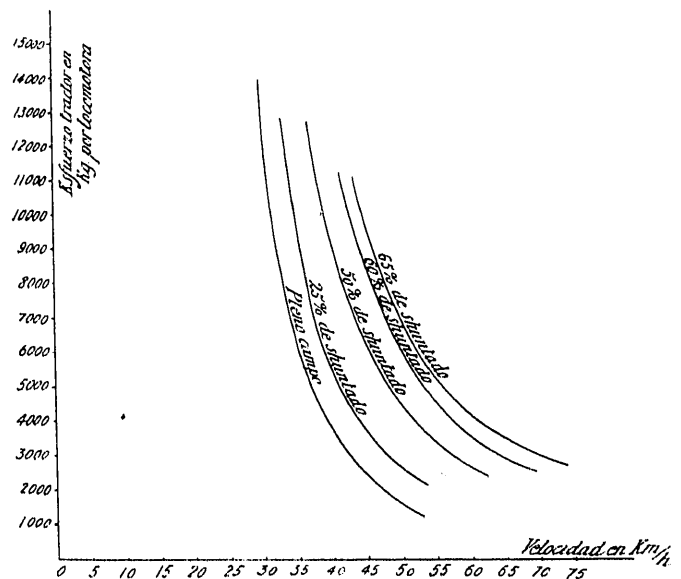
Motor D. K. 80. Curvas de arranque para 1500 voltios en línea y temperatura de 150° C en las resistencias.



Curvas: Esfuerzo de frenado-Intensidad, de un motor D. K. 80 funcionando como generatriz.



Motor D. K. 80 a 1500 voltios. Curvas: Velocidad-Intensidad; Esfuerzo tractor; Rendimiento.



Locomotora B B, 4 motores D. K. 80 en paralelo a 1500 voltios. Diámetro de las ruedas, 1,40 m. Reducción $\eta_{10} = 4,69$. Curvas: Esfuerzo tractor-Velocidad.

cinco minutos, que son, respectivamente, 1 140 y 1 320 revoluciones por minuto. Terminado este ensayo se mide con el comparador la deformación del colector, que deberá ser inferior a 0,03 mm, entendiéndose que esta cifra marca el límite de una deformación uniforme del colector y no de deformación individual de delgas, que produce inmediatamente mala conmutación, no admitiéndose motores en los

que la conmutación no sea perfecta para todos los regímenes de marcha, tanto en este como en los demás ensayos.

5.º Deducción de las características de velocidad.

Se miden las velocidades para los dos sentidos de marcha a distintas intensidades y a pleno campo, 25, 50, 60 y 65 por 100 de shuntado, no debiendo variar las velocidades tipo en ± 2 por 100.

6.º Ensayo de sobrecarga.

Se hacen soportar al motor tres arranques sucesivos, desarrollando un par doble del que corresponde a su potencia continua, a la tensión de 1 650 voltios y a pleno campo.

7.º Ensayo de sobretensión.

Marcha durante una hora a 1 650 voltios, 140 amperios, en el inducido, con 65 por 100 de shuntado.

8.º Medida de rendimiento.

De los resultados medios de estos ensayos se han deducido las curvas características de las locomotoras, que son las que figuran a continuación:

Con estas características se han deducido con todo detalle los consumos de los distintos trenes previstos, así como los tiempos empleados en los recorridos; a continuación se indica el resumen de los resultados:

1.º Trenes que han de remolcar las locomotoras tipo B. B. E. 1 001 n 1 007:

Trenes rápidos.....	86 tm
» correos.....	100 tm
» mixtos.....	140 tm
» mercancías.....	140 tm

Horarios previstos en el Pliego de bases

T R E N	DIRECCIÓN RIPOIL-PUIGCERDÁ			DIRECCIÓN PUIGCERDÁ-RIPOIL		
	Tiempo de marcha	Paradas	Total	Tiempo de marcha	Paradas	Total
Rápido.....	1 h-22'	14'	1 h-36'	1 h-17'	11'	1 h-28'
Correo.....	1 h-35'	39'	2 h-14'	1 h-28'	28'	1 h-56'
Mixto.....	1 h-52'	1 h-21'	3 h-13'	1 h-43'	48'	2 h-31'
Mercancías.....	2 h-37'	1 h-58'	4 h-25'	2 h	1 h-40'	3 h-40'

2.º Economía en por ciento del tiempo previsto y amperios medios de consumo de cada tren para en el Pliego de bases para un viaje de ida y vuelta los regímenes de marcha indicados:

T R E N	Régimen de marcha	Intensidad media	Economía de tiempo
Rápido.....	50 por 100 de shuntado.....	106 amperios	19,5 por 100
Correo.....	25 por 100 de shuntado.....	102 amperios	26 por 100
Mixto.....	25 por 100 de shuntado.....	97,5 amperios	34 por 100
Mercancías.....	Fin paralelo a pleno campo.....	78 amperios	22 por 100

Teniendo en cuenta, por consiguiente, que se han supuesto los viajes de ida y vuelta a continuación, y los tiempos empleados, así como las intensidades medias, se podrá aumentar sin riesgo ninguno el tonelaje de los distintos trenes en un 30 por 100, aproximadamente, sin llegar nunca a exceder un calentamiento peligroso para los arrollamientos, tomando como límite la intensidad continua de 115 amperios.

En la actualidad por fin, han podido ser recibidos todos los motores, que resultaron perfectos; se han montado tres locomotoras, a las que tan sólo falta el grupo motor-generator para los servicios auxiliares (bomba de vacío, alumbrado, calefacción, etcétera). Creo pues que en la actualidad la «Société Générale de Constructions Electriques» resultaron

con las buenas Casas constructoras y que el Estado español dispondrá de material tractor que responda a las condiciones que se fijaron. Pero hay que confesar que ha resultado muy laboriosa la inspección, pues los ensayos han tenido que repetirse continuamente hasta conseguir concretar bases fijas que, honrosamente para España, han sido después adoptadas por las Compañías francesas, correspondiendo por lo tanto algo del éxito definitivo.

Antes de terminar quiero hacer constar mi gratitud al Sr. Sánchez Cuervo, de quien solicité y obtuve en su tiempo los mejores antecedentes para el proyecto de electrificación, y a nuestro delegado en Tarbes, Sr. Granell, quien ha realizado en aquellos talleres una meritísima labor en beneficio de los intereses de la Administración española.

José M.ª FÚSTER
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Carreteras silicatadas

El gran desarrollo que estos firmes van tomando en Suiza, Alemania y, especialmente, en Francia, me mueve a escribir estas líneas, por existir en España gran cantidad de calizas que, aunque se emplean ordinariamente en el firme de nuestras carreteras, no son ya suficientemente resistentes en casi ninguna de éstas, por el aumento constante del tráfico.

Sirvan estas breves líneas para reseñar las mejoras que en las calizas produce el silicato de sosa especial para carreteras y de guía para la elección de aquéllas, ya que sobre este punto se ha evolucionado totalmente y, aunque mucho se escribió en pro de las muy blandas, la práctica ha confirmado lo contrario, salvo casos muy contados.