

La electrificación del ferrocarril transpirenaico de Ripoll a Puigcerdá

Condiciones generales de la línea

En marzo de 1922 fué aprobado el proyecto de electrificación de la sección española en el ferrocarril transpirenaico de Ripoll a Ax-les-Thermes. Las características especiales en planta y, sobre todo, en perfil de la línea indican desde luego que su construcción está íntimamente ligada con esta clase de tracción; así lo exigen sus fuertes rampas, sus curvas de pequeño radio y la gran cantidad de túneles, alguno de ellos de 4 km de longitud y uno helicoidal de 1,200 km. Por ello no se puede dudar de la conveniencia y aun necesidad de la electrificación; es, seguramente, un caso típico de ferrocarril eléctrico de montaña que, explotado con locomotoras de vapor, hubiera exigido enormes gastos de construcción, indispensables en tal caso para limitar las rampas hasta obtener una velocidad comercial admisible que, aun siendo mínima, hubiera elevado notablemente el presupuesto.

Próxima ya la inauguración de la tracción eléctrica, creo útil dar a conocer las locomotoras que han sido adquiridas, exponiendo antes algunas de las consideraciones técnicas que presidieron la elección de la clase de corriente y su tensión. En el proyecto se propuso electrificar a 3 000 voltios con corriente continua y con frenado por recuperación; tal era el criterio de esta Jefatura, de acuerdo con los trabajos y estudios de autoridades indiscutibles en la materia, como nuestro compañero D. Luis Sánchez Cuervo y el R. P. Pérez del Pulgar. Ambos habían propugnado, en folletos y conferencias, la adopción de un sistema único para la electrificación de los ferrocarriles españoles, y escogido como más conveniente la corriente continua a alta tensión, como resultado de la técnica en aquel momento.

No estará de más enumerar las ventajas de la corriente continua, según se decía en la Memoria del proyecto:

1.^a Se evitan los gastos cuantiosos y no siempre eficaces a que obliga la necesidad de combatir las perturbaciones originadas por los sistemas alternos en las líneas telegráficas y telefónicas paralelas al ferrocarril.

2.^a Se presenta gran sencillez en el cable de trabajo con relación a la doble catenaria del sistema trifásico.

3.^a Se suprime el factor de potencia de los circuitos de tracción con corriente alterna, que siempre es muy deficiente.

4.^a Se puede ejercer en los arranques un esfuerzo de tracción elevado y continuado sin averías en los motores, cosa que no ocurre en el sistema monofásico, aunque ambos tienen la ventaja común de la elasticidad del motor, y

5.^a Resultan más reducidos los gastos de conservación y explotación.

De aquí se desprende la ventaja de la corriente continua, no solo desde el punto de vista técnico sino también económicamente. Porque, aunque el coste parezca algo menor empleando la corriente monofásica, en cambio los gastos adicionales necesarios para contrarrestar los efectos de inducción y para mejorar el $\cos \varphi$ hacen que el coste de instalación aumente y exceda, en la mayoría de los casos, por encima de los exigidos en las líneas de corriente continua.

Adoptada la clase de corriente, pareció que en ferrocarriles como el de Ripoll-Puigcerdá, donde el tráfico será siempre relativamente pequeño y las rampas muy fuertes, la economía se inclinaba entre ciertos límites del lado de la tensión más elevada. Los resultados de las últimas electrificaciones de los Estados Unidos, con corriente continua, y la circunstancia de que la Compañía del Norte de España había adoptado la tensión de 3 000 voltios con recuperación en la rampa de Pajares, señalaron el criterio de dotar a nuestras locomotoras con esta clase de frenado eléctrico, dada la conveniencia de unificar la red española, siguiendo además las indicaciones del Consejo de Obras públicas acerca de este particular. No se ignoraba que las Compañías francesas empleaban la tensión de 1 500 voltios; pero ello, si bien allí era quizá conveniente, porque el tráfico es intenso y pequeñas las rampas y de esta suerte se obtiene como resultante un buen factor de carga y utilización de las instalaciones fijas, no lo es para las líneas de montaña del Midi, donde el menor tráfico y frecuentes rampas hubiera debido aconsejar económicamente la tensión de 3 000 voltios, que permite *espaciar* las subestaciones y reducir el número de *feeders*, disminuyendo en suma los gastos de instalación.

Así, pues, entre electrificar a 3 000 voltios, dentro de la pauta trazada por la Compañía del Norte, procurando de esta suerte seguir el plan iniciado sabiamente por el Sr. Sánchez Cuervo, con las ventajas grandes del menor coste de instalación, o reducirla a 1 500 voltios, para imitar (esta vez sin ventajas) el camino emprendido por la nación vecina, pareció indudable la elección, y así fué redactado el proyecto a 3 000 voltios de tensión.

Pero pronto surgió una dificultad inesperada: la Compañía del Norte, que había adoptado la tensión de 3 000 voltios en Pajares, cambió el criterio (sin duda con fundamento en su caso) y, al estudiar la electrificación de Barcelona a San Juan de las Abadesas y de Barcelona a Manresa, propuso reducir la tensión a 1 500 voltios, y así fué aprobado el proyecto y adjudicada la ejecución. Y en tal momento hubo de notarse que íbamos a ser bloqueados por dos líneas a 1 500: una, de la Compañía del Midi, que, siguiendo el plan francés de unificación, electrifica Ax-les-Thermes-Puigcerdá a dicho voltaje, y otra, del Norte español, que acababa de decidir emplear la misma tensión hasta nuestro empalme de Ripoll.

Los inconvenientes a que hubiera dado lugar la diferencia de tensión en las catenarias de las vías de la estación de Ripoll, así como la imposibilidad de que pudieran circular en el porvenir por nuestra línea las locomotoras de la Compañía del Norte, siendo Ripoll-Puigcerdá continuación natural de Barcelona-Ripoll, decidieron a cambiar la tensión de 3 000 a 1 500

voltios, disponiendo dos subestaciones en Ribas y Alp, en vez de una prevista en Tosas. Esta consideración de unidad en el servicio es tan importante que los directores técnicos de ferrocarriles italianos juzgan preferible seguir con el peor de los sistemas eléctricos de tracción, si éste es único, a la obtención de ventajas locales con variedad de sistemas.

Una ventaja, sin embargo, técnica existe a favor de la tensión de 1 500 voltios, aun en líneas de montaña, y es la de permitir que las subestaciones puedan equiparse con conmutatrices y aun con rectificadores de mercurio, a cuyo perfeccionamiento siempre se ha llegado ya para tensiones de 1 500 voltios, mientras que a 3 000 hoy aun parece difícil otro sistema que no sea el de los grupos de motores generadores en las centrales, cuyo rendimiento es inferior.

Resuelto el cambio de tensión, aunque, como ya se ha dicho, en nuestro ferrocarril, tomado aisladamente, hubiera sido más conveniente duplicarla, indicaré que, antes de empezar la construcción de las locomotoras, se decidió, también siguiendo el criterio de la Compañía francesa del Midi, suprimir el frenado de recuperación, sustituyéndole por el frenado sobre resistencias. Las condiciones especiales de la línea de Ripoll-Ax, en la que existen altitudes cercanas a 1 500 m y rampas de 4,3 por 100, obligan a proporcionar un máximo de seguridad en la explotación, y, desde ese punto de vista, la recuperación exige la unión del circuito eléctrico de la locomotora con la línea de trabajo, con la subestación y con la central productora y, por lo mismo, expone a una supresión brusca del esfuerzo de frenado, al iniciarse averías en cualquiera de los puntos citados, con peligro de embalamiento si los frenos no accionan inmediatamente. Por dicha razón, no resultando en realidad automáticos los sistemas actuales de recuperación, se juzgó preferible dotar las locomotoras de frenado reostático, funcionando los motores, a este efecto, en las pendientes como gene-

de garantía en cuanto a seguridad en el frenado.

Por otra parte, un cálculo detallado de la economía de la recuperación en las rampas de este ferrocarril, en la época de máximo tráfico previsto (cinco trenes diarios en ambos sentidos), señaló la cifra de 4,92 pesetas diarias, y esto sin tener en cuenta que las locomotoras con recuperación exigen mayores cuidados y una agrupación más complicada, pues se requiere una dinamo especial para excitar los motores especiales. Y es que, en realidad, no pueden darse reglas generales acerca de este particular, antes bien, en cada caso hay que atenerse a las circunstancias de la línea, pues es evidente, por lo demás, que con tráfico mayor se hubiera llegado aquí al éxito corriente de otras líneas en las que el frenado de recuperación compensa algo las pérdidas en la línea de trabajo.

Locomotoras

Son éstas del tipo B. B., casi idénticas a las de la Compañía del Midi de Francia, y se hallan construídas en su parte mecánica en los talleres de la Compañía Auxiliar de Ferrocarriles de Beasáin, en donde ha sido además montado el equipo eléctrico fabricado en Tarbes por «Constructions Electriques de France».

La caja contiene el aparato motor y sus extremidades forman las dos cabinas de maniobra. En la parte central se ha instalado el compresor de aire, con su motor y aparato de arranque y parada automática, a cinco y siete atmósferas, respectivamente; las bombas de vacío con su motor; el grupo motor generador, integrado de un motor a tensión de 1 500 voltios, una generatriz de 120 voltios y dos ventiladores para los motores de tracción y el mismo grupo; la batería de acumuladores de 60 voltios y los disyuntores principales, que disponen de una resistencia intercalada en serie con el disyuntor de segundo tiempo de rotura.

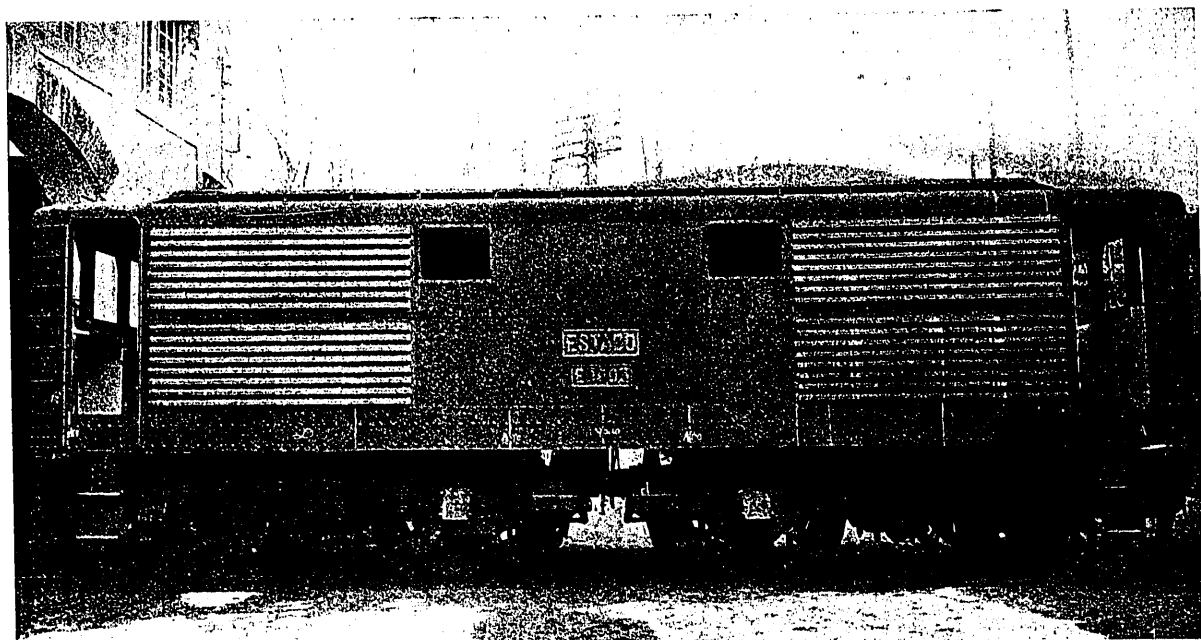


Fig. 1.ª Vista general de la locomotora.

tratrices en serie con corriente de mando dada por una batería de acumuladores, es decir, con el máximo

A ambos lados de la pared central, y en armarios dispuestos convenientemente, se agrupan las resis-

tencias de arranque y frenado, los árboles de levas con su motor y los distintos contactores y relays componentes del equipo eléctrico. En el techo se hallan los pantógrafos con sus seccionadores y los aparatos de protección (bobina de autoinducción en serie y pararrayos en derivación). La parte central del techo resulta fácilmente desmontable, para sacar con comodidad el grupo motor-generator y todos los demás elementos.

En el piso de la caja existen varias trampas para la visita de los colectores y engrase de los cojinetes y engranajes. Las dos cabinas son idénticas; a la izquierda se ha colocado un pupitre que sostiene los aparatos de actuación (manipuladores, llaves e interruptores), los de medida (amperímetros, voltímetro, manómetro y vacuómetro), un conmutador de amperímetro para conocer, al frenar, la intensidad que toma cada motor y el desconectador a mano del disyuntor de máxima. A un lado, y al alcance de la mano del conductor, se encuentran el manipulador del freno por el vacío, el mando neumático de los pantógrafos y areneros, el enclavamiento del

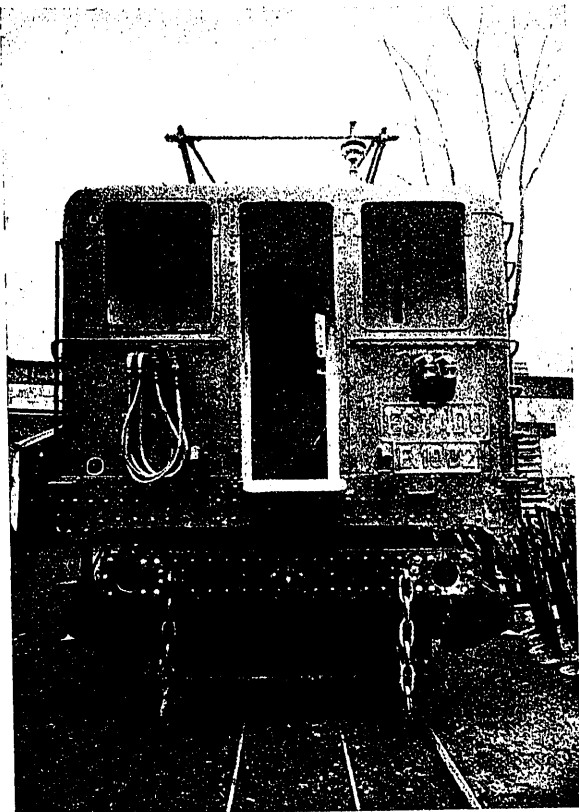


Fig. 2.ª Vista de frente.

pantógrafo y el silbato, y a la derecha de la cabina se ha instalado el volante del freno a mano para el carretón inmediato, y un indicador de velocidad; en una de las cabinas este aparato es registrador.

En la parte central se ha situado el radiador para calefacción encima de la puerta de entrada y co-

rrespondiendo a la parte central de la caja entre las válvulas de urgencia. En los dos frentes se ha situado el acoplamiento para la marcha en unidades múltiples.

Los motores de tracción, que son cuatro, y los órganos de tracción y choque se apoyan sobre dos

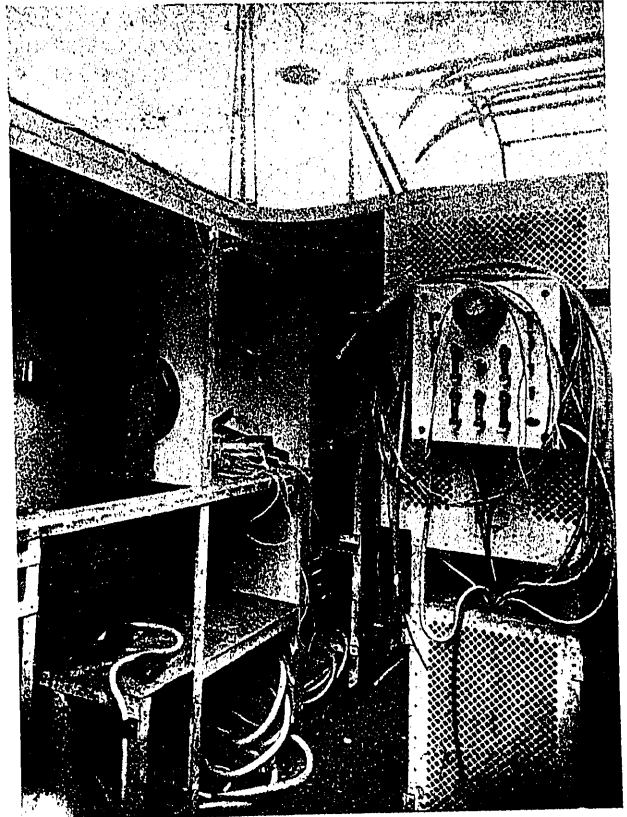


Fig. 3.ª Vista parcial del interior.

carretones, descansando la caja por intermedio de dos pivotes, uno de ellos móvil en sentido longitudinal, y cuatro equilibradores especiales. Estos motores son del tipo *D. K. 80*, con suspensión por la nariz, y trabajan a 1 500 voltios en marcha normal, agrupándose los dos de cada carretón en serie para el arranque. Atacan los ejes de la locomotora por doble engranaje, con relación de

$$\frac{75}{16} = 4,69.$$

La locomotora dispone de la marcha en paralelo a pleno campo y, además, puede aumentar su velocidad, por reducción de la excitación de los motores, en cuatro puntos, a 25, 50, 60 y 65 por 100 de shuntado, y, en caso de avería de un motor, se puede aislar el carretón que le sostiene por el interruptor correspondiente, continuando la marcha con los dos motores del otro carretón.

José M. FUSTER
Ingeniero de C., C. y P.