



Locomotora
8605,
construida
en España
con licencia
Alsthom.

*Tren de mercancías con tracción
eléctrica a su paso por la
estación de REUS.*



COMO anunciamos en el número 149 de VIA LIBRE, correspondiente al mes de junio pasado, en la presente edición de la revista ofrecemos a nuestros lectores la segunda parte del trabajo que sobre la historia de la tracción en los ferrocarriles españoles ha preparado nuestro colaborador don Justo Arenillas Melendo. Esta segunda entrega se refiere a la tracción eléctrica en los ferrocarriles españoles y se ofrece de manera similar al anterior bloque, el vapor, es decir, en separata inserta en las páginas centrales de la revista, fácilmente desglosable del conjunto del número con el propósito de que los lectores puedan englobar finalmente los tres bloques historiados (el vapor, la tracción eléctrica y la Diesel), cuyo valor documental no es necesario ponderar.



■ **LA PRIMERA ELECTRIFICACION ESPAÑOLA FUE LA DE GERGAL-SANTA FE, REALIZADA POR LA COMPAÑIA DEL SUR DE ESPAÑA EN 1911.**

■ **EL TRAYECTO ELECTRIFICADO, BUSDONGO-UJO, DE 62 KILOMETROS, ES UNO DE LOS MAS DIFICILES DE LA RED ESPAÑOLA Y SE PUSO EN SERVICIO EN 1925.**

■ **LA COMPAÑIA DEL NORTE ELECTRIFICO ALGUNOS TRAYECTOS EN VASCONGADAS Y CATALUÑA ANTES DE LA GUERRA CIVIL.**

CARACTERISTICAS DE LAS LOCOMOTORAS ELECTRICAS MAS REPRESENTATIVAS

SERIE	RENFE		TIPO	AÑO	CANTIDAD	POTENCIA KW	TENSION V	PESO Tn.	CONSTRUCTORES
	ACTUAL	ANTIGUA							
269	---		BB	1973	92	3.100	3.000	88	CAF, WESA y MITSUBISHI
289	6.900		BB	1969	40	3.100	3.000/1.500	84	CAF, CENEMESA y MITSUBISHI
278	7.800		B ₀ B ₀ B ₀	1954	29	2.200	3.000	120	WESTINGHOUSE, BALDWIN y NAVAL
277	7.700		C ₀ C ₀	1952	75	2.200	3.000	120	ENGLISH ELECTRIC y VULCAN F.
276	7.600		C ₀ C ₀	1952	136	2.200	3.000	120	ALSTHOM, G.E. y OTROS
275	7.500		2C ₀ C ₀ 2	1944	12	2.580	1.500	147	BBC, OERLIKON y CAF
274	7.400		C ₀ C ₀	1944	24	1.760	1.500	99	SECHERON y MACOSA

- **Evolución de la tracción eléctrica.**
- **La primera electrificación española.**
- **La electrificación de Pajares.**
- **Las electrificaciones del Norte a 1.500 V.**
- **Otras electrificaciones a 1.500 V.**

15. EVOLUCION DE LA TRACCION ELECTRICA

La tracción eléctrica nació en Berlín, en 1879. Se trataba de un pequeño tractor de 3 CV. construido por Siemens. Se inició así una época de tanteos y ensayos. En 1890 empieza a funcionar en Londres el primer ferrocarril metropolitano eléctrico. En 1814, la compañía Baltimore Ohio efectúa la primera electrificación ferroviaria del mundo. La tracción eléctrica, igual que la Diesel eléctrica, se desarrolló gracias al impulso de importantes empresas de fama mundial, a diferencia del vapor, que lo hizo por el esfuerzo de determinados personajes.

Inicialmente se presentaban tres opciones como sistemas de electrificación: corrientes trifásicas, corriente continua o corriente alterna monofásica a frecuencia especial. El primer sistema presentaba la ventaja de poder utilizar motores de tracción trifásicos, baratos y robustos. Pero, en contraposición, la línea aérea de contacto tenía que ser doble (la tercera fase era la propia vía) y la velocidad de la locomotora venía impuesta por la frecuencia de la corriente. Por ello, el sistema de corriente trifásica acabó finalmente desechándose, permaneciendo y desarrollándose solamente los otros dos sistemas.

El sistema de corriente continua permite la utilización del motor de colector alimentado con dicha clase de corriente, que es el motor ideal para la tracción ferroviaria. Sin embargo, la imposibili-

- **Hacia los 3.000 V.**
- **Las electrificaciones a 3.000 V.**
- **Las locomotoras bitensión.**
- **El Plan de electrificación de RENFE.**
- **Unidades de tren.**

dad de transformar la corriente continua obligaba a utilizar una tensión relativamente baja en la línea aérea de contacto (1.500 ó 3.000 V.), lo que aumenta su coste. La solución de la corriente alterna monofásica a frecuencia especial (15 kV., 16 2/3 Hz) permite utilizar catenarias más económicas, pero presenta serios inconvenientes para alimentar la Red a esa frecuencia especial. En España se optó por el sistema de corriente continua.

Después de la segunda guerra mundial se desarrolló un nuevo sistema que reúne las ventajas de los dos anteriores: la corriente alterna monofásica a frecuencia industrial (25 kV., 50 Hz). La catenaria es muy ligera y económica, mientras que la corriente se rectifica dentro de la locomotora y así se puede utilizar como motor de tracción el de colector con corriente continua. Este sistema se ha desarrollado ampliamente en los últimos veinte años. Desgraciadamente, en España, al darse en los años cincuenta el primer gran impulso a nuestras electrificaciones, no se aplicó dicho sistema, que es el más perfecto, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

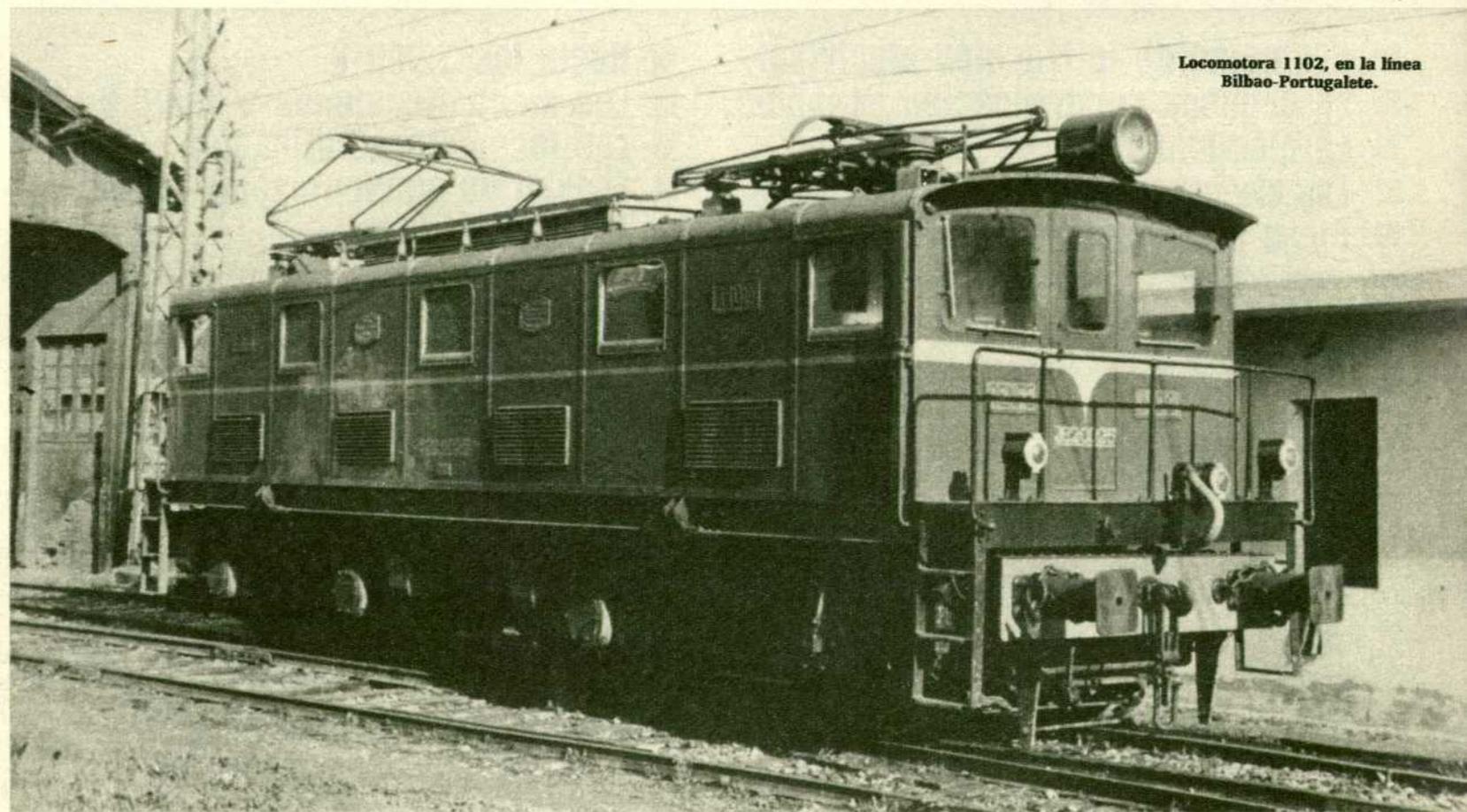
El desarrollo de la electrónica, con los diodos y tiristores de potencia, está revolucionando la tracción eléctrica en la actualidad, al permitir construir vehículos con aparellaje totalmente estático, muy fiable, y costes de conservación muy reducidos. En corriente alterna permite utilizar puentes rectificadores de semiconductores. En el caso de corriente continua, la revolución es aún mayor con el "chopper", cuyo funcionamiento puede compararse al de un transformador de corriente continua. Por otro lado, la conjunción de la

eléctrica de potencia y de control permite concebir vehículos de funcionamiento "inteligente" y automático.

16. LA PRIMERA ELECTRIFICACION ESPAÑOLA

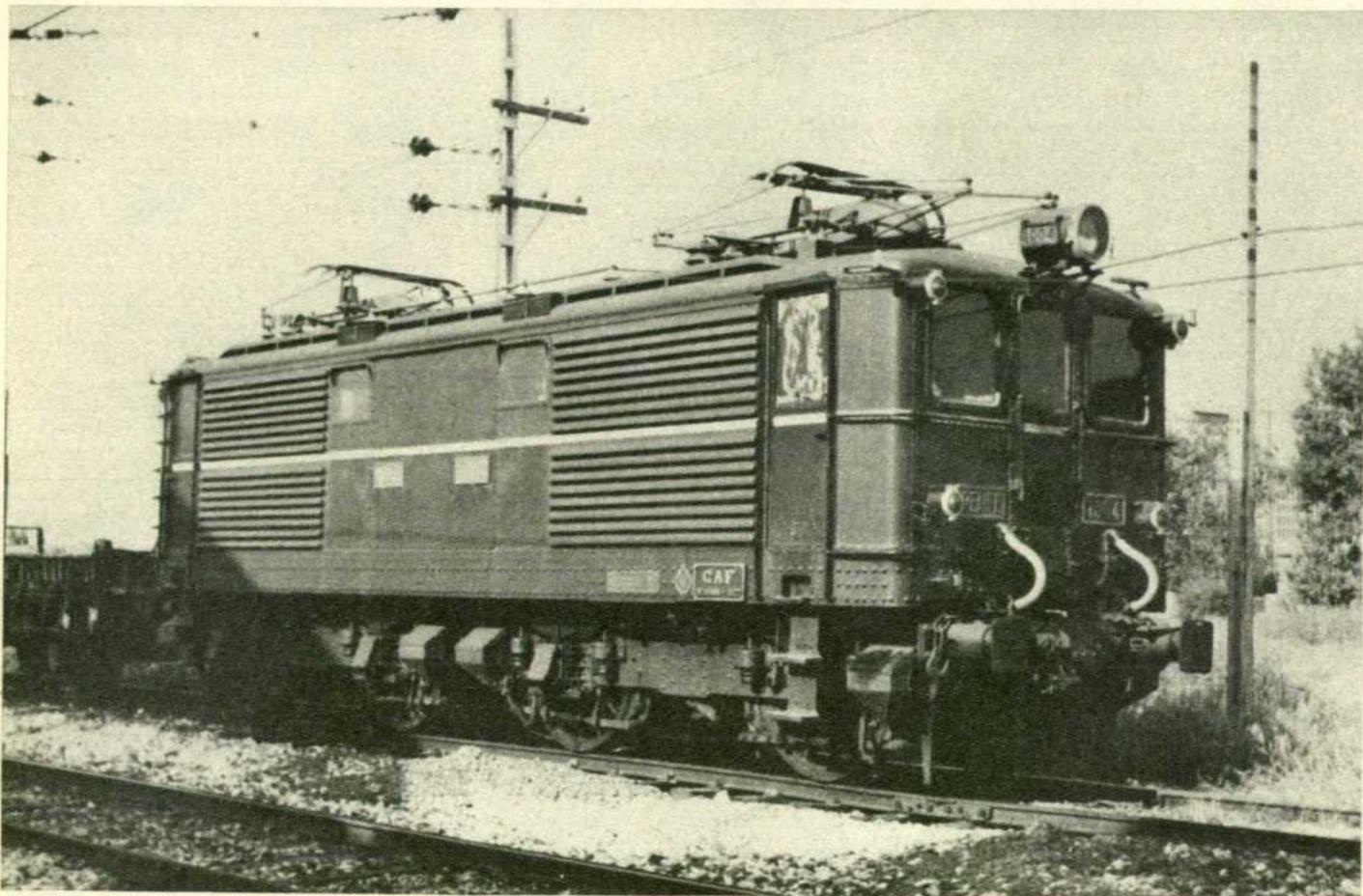
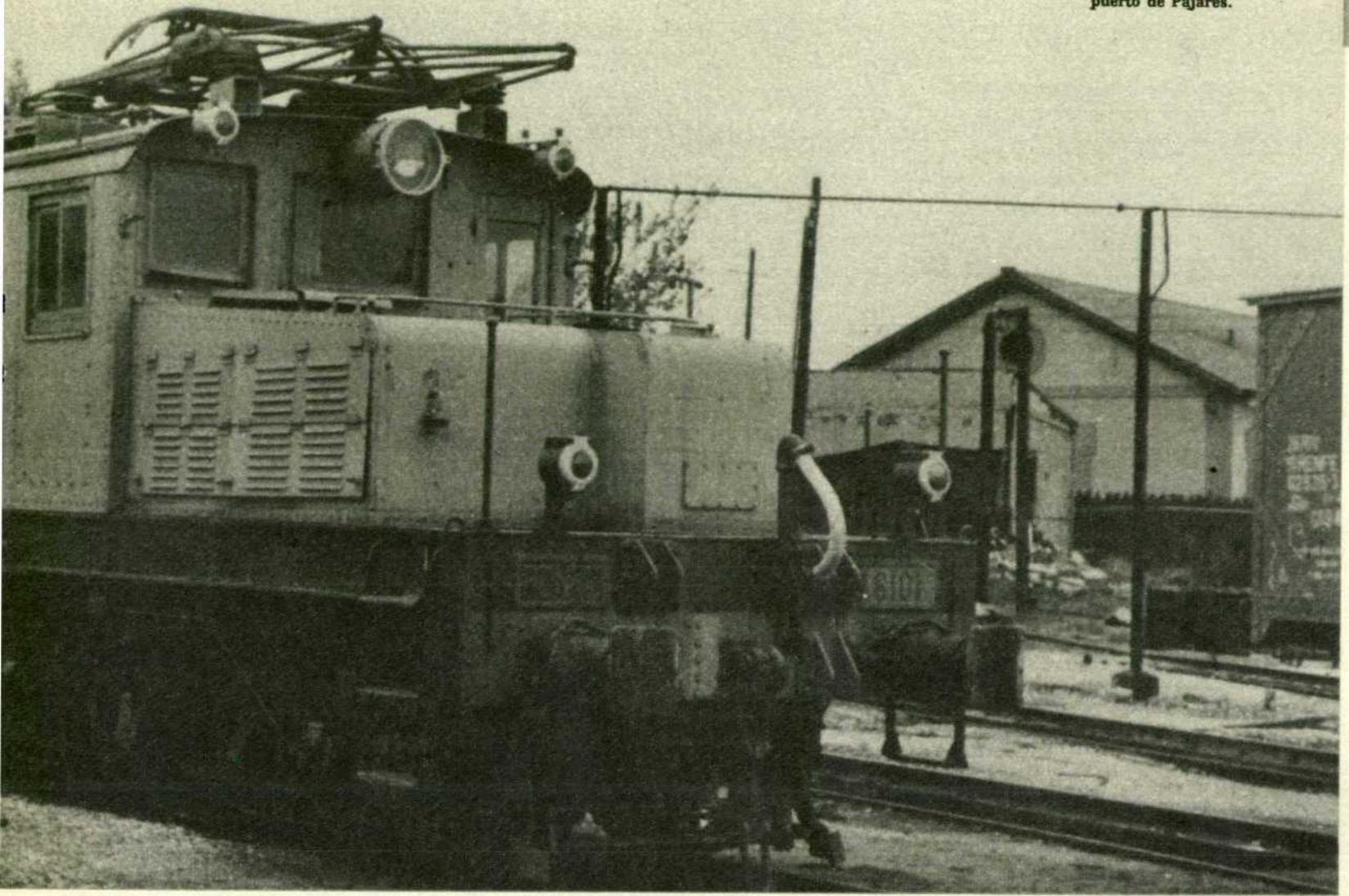
La primera electrificación española fue la de Gergal-Santa Fe, realizada por la Compañía del Sur de España en 1911 y ampliada después hasta Nacimiento y Gádor y más tarde a Almería. Esta línea soporta un importante tráfico de mineral de hierro procedente de minas situadas en las proximidades de Guadix y que se lleva a embarcar al puerto de Almería. La línea tiene importantes rampas de 27 milésimas, lo que aconsejó su electrificación, dadas las grandes dificultades que presentaba la tracción vapor. La electrificación se encargó a Brown Boveri (BBC), que ya había electrificado pocos años antes, en 1906, el túnel de Simplon con corriente trifásica. En nuestro caso se utilizó corriente trifásica a 5.000 V. y 25 Hz. La línea aérea era del tipo tranviario y estaba constituida por dos hilos de contacto de cobre. BBC suministró siete tractores (1-7) de 320 CV. (235 kW.), dotados exclusivamente de dos ejes motores y con un peso de 26 toneladas. Los tractores se utilizaban normalmente en tracción doble con mando múltiple y estaban dotados de freno de recuperación, lo que tenía gran importancia dadas las características de la línea y el sentido de los trenes cargados de mineral. Para evitar los cambios de locomotora en los extremos de la electrificación, los tractores eléctricos se utilizaban en tracción mixta con el vapor. Cada tractor posee un transformador para rebajar la tensión y con cinco tomas en el secundario para ir aumentando gradualmente la tensión. Tienen dos motores trifásicos y con doble bobinado en el estator para poder circular a 12,5 ó 25 kilómetros por hora. Los tractores tienen freno neumático de aire comprimido.

En 1963 entraron en servicio cuatro locomotoras trifásicas B₀, serie 21-25. Tenían una potencia unihoraria de 970 kW y un



Locomotora 1102, en la línea Bilbao-Portugalete.

Locomotora 6101, construida en 1924 para la electrificación del puerto de Fajares.



La serie 1000 presta servicio en la línea Ripoll-Puigcerdá.

Antes de la guerra se electrificaron también las pequeñas líneas de Ripoll-Puigcerdá y de Bilbao-Portugalete.

peso de 61 toneladas. Al igual que los tractores 1-7, estas locomotoras tenían solamente dos velocidades de marcha, que en este caso eran 25 ó 50 kilómetros por hora. En esta ocasión, el equipo eléctrico fue concebido por la firma suiza Secheron.

A finales de 1966 se suprimió la electrificación trifásica de Nacimiento a Almería (47 kilómetros), única en España, y la línea pasó a ser explotada con tracción Diesel, con lo que todo el material trifásico dejó de prestar servicio.

17. LA ELECTRIFICACION DE PAJARES

La electrificación del puerto de Pajares, en la línea de Asturias, fue la segunda electrificación española, pero presenta características totalmente diferentes a las de Nacimiento-Gádor. Ambas electrificaciones pueden incluirse entre las más antiguas de su género en el mundo.

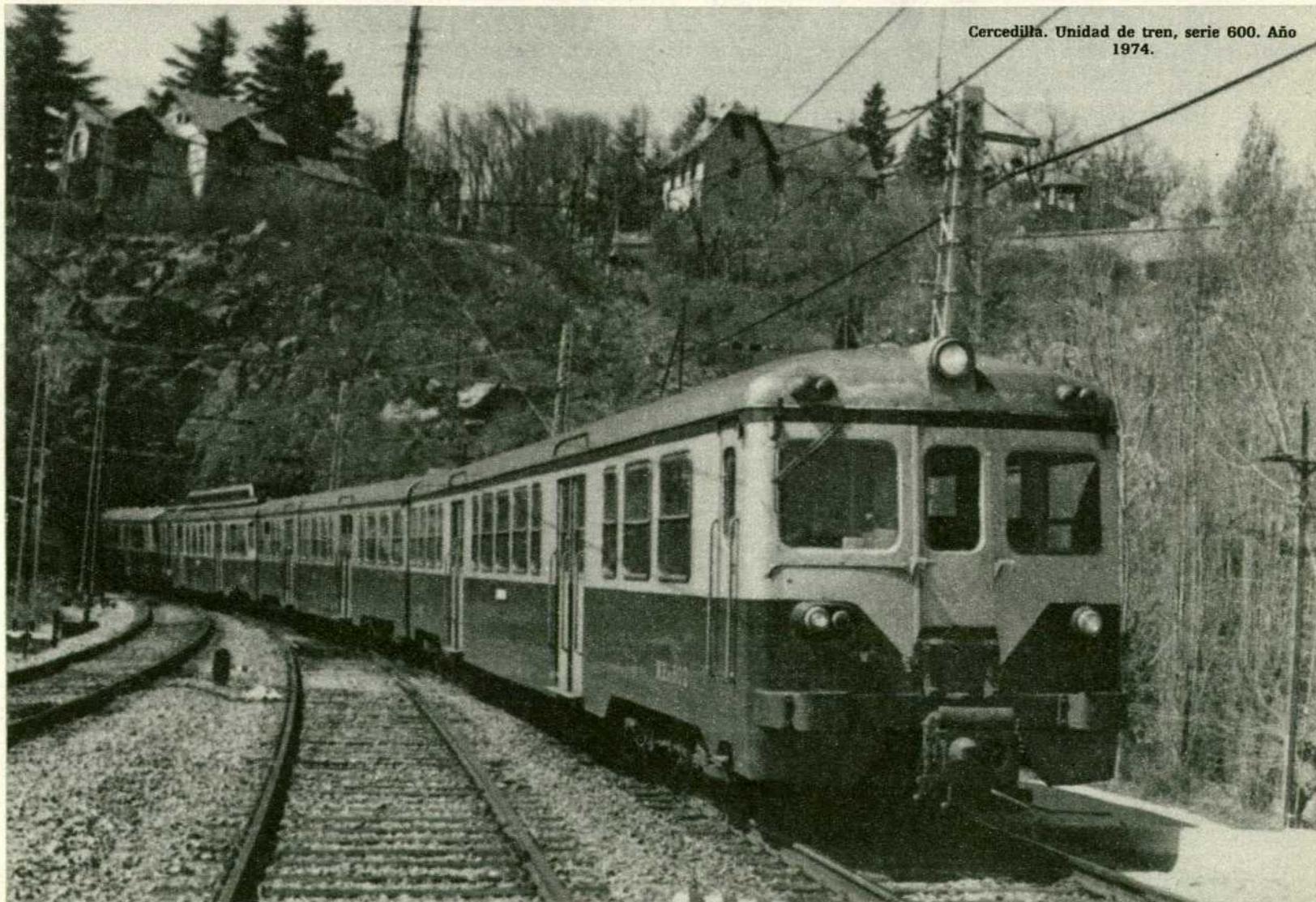
El trayecto electrificado Busdongo-Ujo tiene 62 kilómetros de longitud y es uno de los más difíciles de la Red española. La rampa es de 20 milésimas en casi todo el recorrido, las curvas de 300 metros de radio son muy abundantes (el 52 por 100 de la línea está en curva) y hay 70 túneles.

La Compañía del Norte eligió el sistema de 3.000 V., corriente continua, inspirándose en la electrificación efectuada en 1914 por el ferrocarril norteamericano Chicago, Milwaukee St. Paul Ry en

los Estados de Montana y Washington. La explotación con tracción eléctrica exclusivamente se comenzó en 1925, aunque el año anterior ya se había iniciado la transición del vapor a la tracción eléctrica. La línea aérea es del tipo catenaria, y los postes, metálicos.

Para esta electrificación se adquirieron dos series diferentes de locomotoras, aunque de características similares. Ambas son tipo Co Co, con seis motores suspendidos por la nariz y frenado por recuperación, condición esta última indispensable dadas las características de la línea. La velocidad máxima es de 60 kilómetros por hora en las dos series. La primera serie, la 6.000, compuesta por seis locomotoras, tiene un aspecto exterior típicamente americano. Fue construida por General Electric Co. y ALCO. Tiene un peso de 79,5 toneladas, una potencia continua de 1.160 kW. y dos combinaciones de motores (Serie y Serie-Paralelo). El frenado neumático de la locomotora y del tren es de vacío.

La otra serie, la 6.100, constituida también por seis locomotoras, tiene capots extremos y fue construida por Westinghouse, Baldwin y la Sociedad Española de Construcción Naval, siendo las primeras locomotoras eléctricas cuya parte mecánica fue construida en España. Su peso es de 75 toneladas, la potencia continua de 990 kW. y tiene tres combinaciones (S, SP y P). El freno del tren es de vacío, pero el de la locomotora es de aire comprimido, sincronizado con aquél. Este sistema de freno neumático sincronizado se



Cercedilla. Unidad de tren, serie 600. Año 1974.

En el Plan de Electrificación de 1946 se fijó la tensión de las nuevas líneas a electrificar a 3.000 v.

aplicará años más tarde en las locomotoras eléctricas y Diesel-eléctricas. En la actualidad, la serie 6.100 ya no existe y la 6.000 desaparecerá pronto.

18. LAS ELECTRIFICACIONES DEL NORTE, A 1.500 V.

La Compañía del Norte, a la vista del éxito obtenido en Pajares, decidió aplicar la tracción eléctrica en los trayectos Barcelona-Manresa y San Juan de las Abadesas, Alsasua-Irún y Madrid-Avila y Segovia. En todos estos casos se presentaba un doble motivo: la dureza del perfil y un importante tráfico de cercanías. Además, en el caso de Alsasua-Irún, los puentes metálicos no admitían el paso de las Montañas 4.600 del Norte, por lo que el remolque de los expresos y rápidos, que era efectuado desde Madrid a Miranda con dichas locomotoras, se veía dificultado al llegar a Vascongadas. Las electrificaciones de Cataluña entraron en servicio en 1928, y la de Vascongadas en 1929. Sin embargo, la de la sierra de Guadarrama sería realizada fundamentalmente por RENFE, después de la guerra civil, terminándose entre 1944 y 1947. Pero todas estas electrificaciones tienen características y material homogéneo y marcan una etapa bien diferenciada en la tracción eléctrica española.

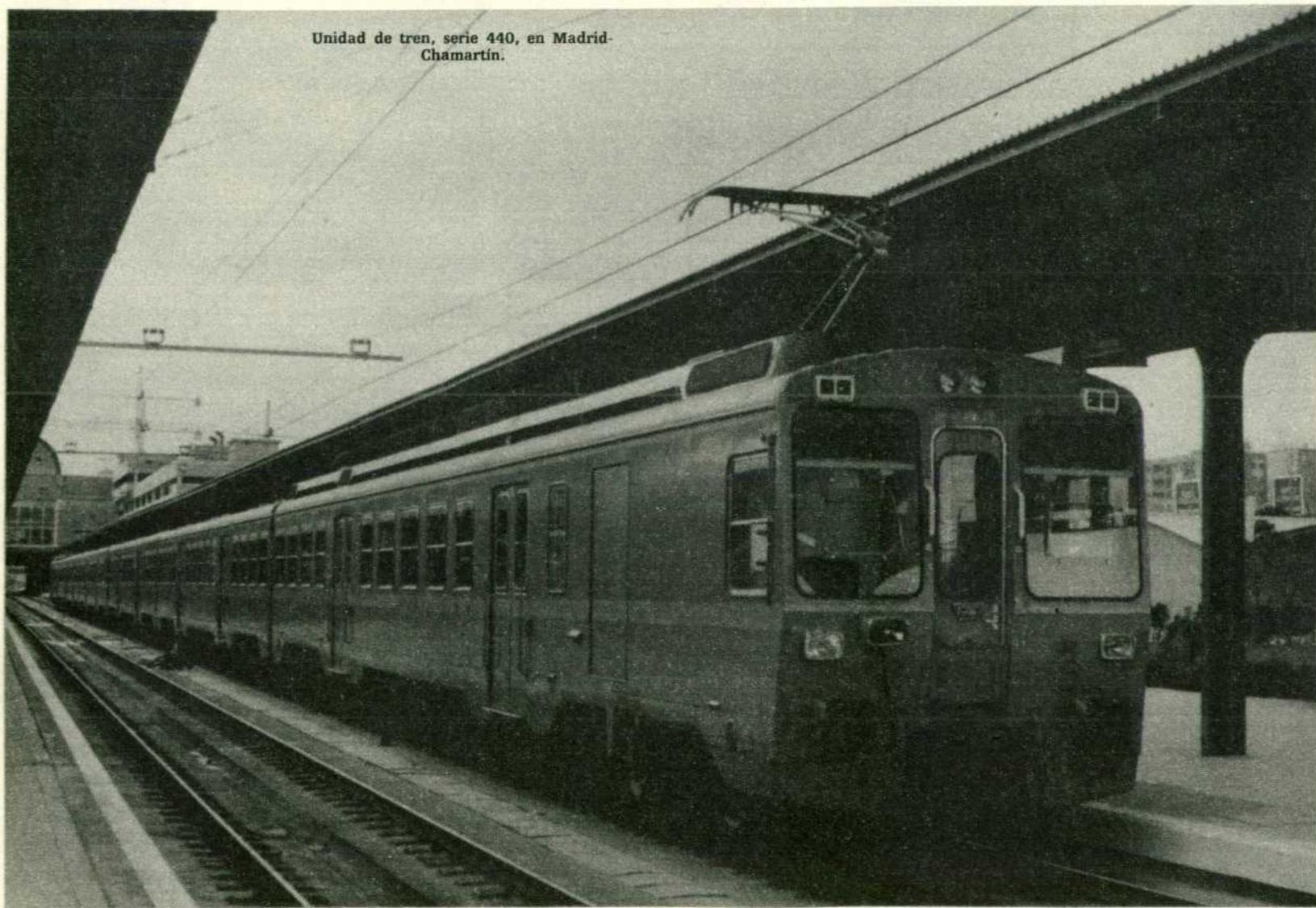
La elección de los 1.500 V. en lugar de los 3.000 V. ya utilizados

antes en Pajares se debió fundamentalmente al material, locomotoras y unidades de tren. En efecto, el material a 1.500 V. podía adquirirse en Europa, donde Francia y otros países habían adoptado ya ese sistema, mientras que los 3.000 V. procedían de América. Otra razón de importancia capital era que a 3.000 V. todavía no existían unidades de tren. Por otro lado, la gran cantidad de material que era preciso adquirir resultaba más barato a 1.500 V., lo que podía compensar el mayor coste de la catenaria. Finalmente, a 3.000 V. no se podían utilizar conmutatrices en las subestaciones y había que recurrir a la peor solución de grupos motor-generator, como ya se había hecho en Pajares.

Locomotoras de 1.500 V.—Las locomotoras destinadas a estas electrificaciones eran de concepción suiza. Los equipos eléctricos fueron construidos en Suiza y la parte mecánica fue realizada en España. Para las electrificaciones de Cataluña y Vascongadas se adquirieron las series 7.000, 7.100 y 7.200, mientras que para las del Guadarrama lo fueron las 7.400 y 7.500. Los constructores mecánicos fueron Euskalduna (7.000 y 7.100), Babcock & Wilcox (7.200), Macosa (7.400) y CAF (7.500).

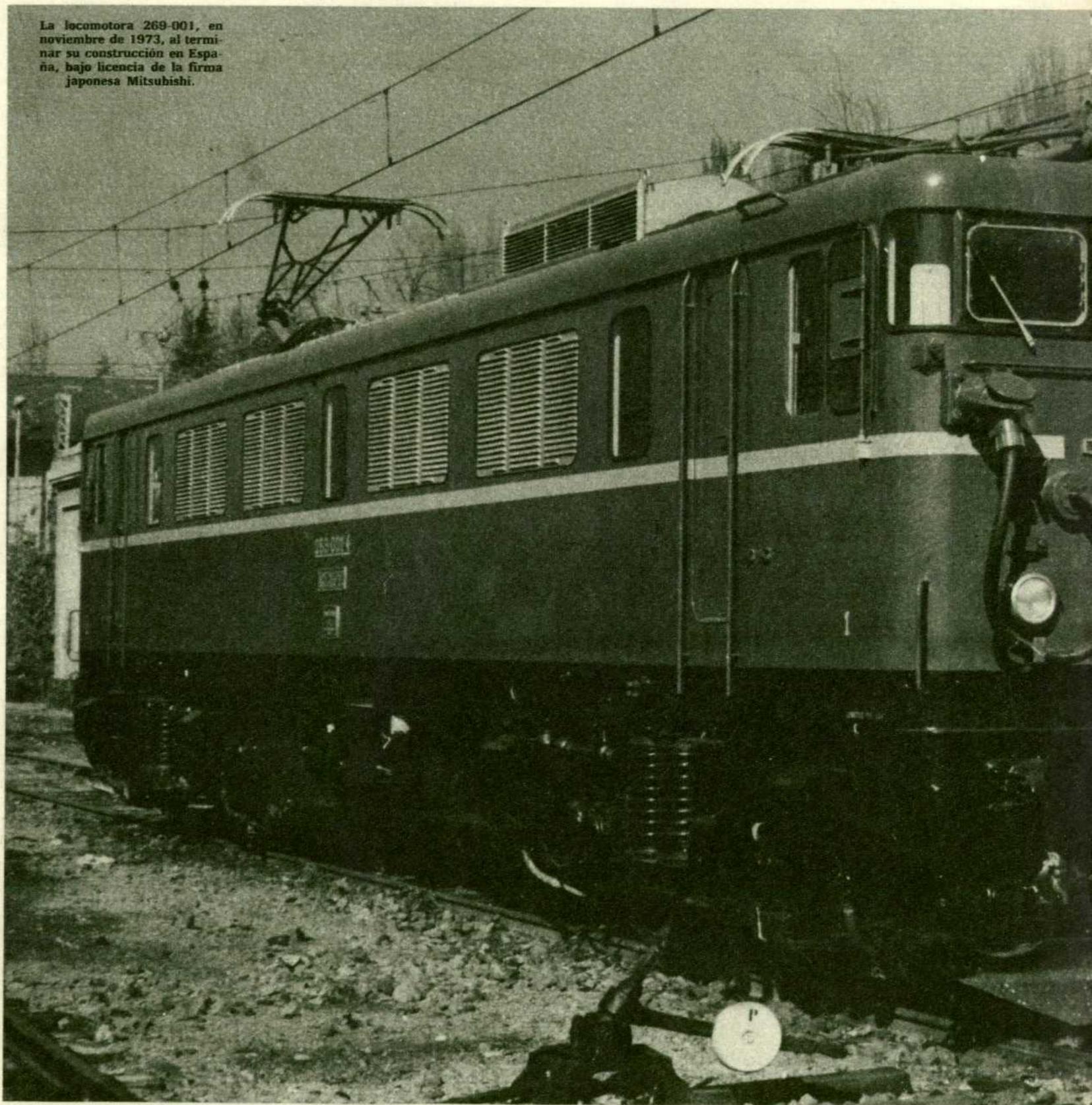
El parque de locomotoras de 1.500 V. aquí considerado ascendía a un total de 86 locomotoras, gran parte de las cuales están ya fuera de servicio. Puede considerarse que todas ellas han formado la primera generación de locomotoras eléctricas en España. El resto presta servicio en las únicas líneas españolas que aún quedan

Unidad de tren, serie 440, en Madrid-Chamartín.



Las dificultades económicas impidieron que las electrificaciones proyectadas no se pudieran inaugurar hasta mediados de la década de los 50.

La locomotora 269-001, en noviembre de 1973, al terminar su construcción en España, bajo licencia de la firma japonesa Mitsubishi.



**Entre 1954 y 1968
se electrificaron unos
2.500 km. de línea.**



electrificadas a 1.500 V., y que son Burgos-Hendaya y Miranda-Bilbao, puesto que las restantes fueron transformadas a 3.000 V. Para estas electrificaciones a 1.500 V. se adquirieron también unidades de tren de la serie 300, de las que se tratará más adelante, en otro apartado.

Todas las locomotoras de 1.500 V. tienen seis motores de tracción. Están suspendidos por la nariz en el caso de las series 7.000, 7.100 y 7.400, aptas para 90 kilómetros por hora, y servicios mixtos (mercancías o viajeros). Por el contrario, están totalmente suspendidos en las series 7.200 y 7.500, que pueden circular a 110 kilómetros por hora y son apropiadas para servicios de viajeros. Estas últimas series tienen una transmisión elástica Buchi y constituyen la primera aplicación en España de los motores totalmente suspendidos, sistema que luego se usaría ampliamente en nuestra tracción eléctrica, pero no en la Diesel-eléctrica. Las cinco series en cuestión tienen frenado por recuperación y freno de vacío para la locomotora y el tren. Todas las series tienen acoplamiento entre los dos carretones, los cuales también portan los aparatos de tracción y choque. La construcción de los carretones responde a los principios de la técnica pesada de aquellos tiempos, hoy día totalmente superada.

Locomotoras Co Co.—Las series 7.000 y 7.100 son idénticas, a excepción de que las primeras son Co Co y las segundas 1Co Co1, pues se les añadió un eje libre en cada extremo para conseguir un menor peso por eje. En años recientes, estos ejes libres han sido eliminados, pasando a ser las 7.100 también Co Co. La potencia continua de ambas series es de 1.325 kW. y su peso es de 102 toneladas en la versión Co Co. Poseen dos combinaciones (S y SP). Oerlikon fue el constructor del equipo eléctrico. Actualmente no queda en servicio ninguna locomotora de las series 7.000 ni 7.100.

La concepción de las locomotoras 7.400 deriva de las 7.000 y 7.100. Son tipo Co Co y tienen también dos combinaciones de marcha (S y SP), pero su potencia es algo superior, 1.760 kW. La parte eléctrica fue construida por Secheron.

Locomotoras 2Co Co2.—Respecto a las series 7.200 y 7.500, hay que señalar que son tipo 2Co Co2 y responden a una idéntica concepción mecánica, pero las 7.500, con una potencia continua de 2.580 kW., superan los 2.100 kW. de las primeras. El peso total es de 147 toneladas para las 7.500 y casi igual, 145 toneladas, para las 7.200. Todas tienen tres combinaciones (S, SP y P). Las 7.500 han sido las locomotoras más potentes de RENFE hasta la llegada de las "japonesas", en 1967. Cuando se construyeron, las 7.200 estaban clasificadas entre las locomotoras más potentes de Europa. Los bogies de guiado que poseen estas locomotoras sirven para facilitar la inscripción en curva y mejorar la estabilidad de la locomotora a velocidades elevadas, siguiendo los mismos principios que regían en la tracción vapor. La caja de la locomotora apoya sobre dos inmensos carretones, cada uno de los cuales aloja tres ejes motores y un bogie de guiado. El equipo eléctrico fue suministrado por Brown Boveri y Oerlikon.

Como ejemplar único podemos señalar la locomotora 7.301, construida por Naval en 1931, a título de prototipo. Es del tipo 2Co Co2, de aspecto exterior parecido a las 7.200 y 7.500. Su parte mecánica es bastante similar a la de estas locomotoras, pero su equipo eléctrico difiere esencialmente. Posee doce motores de tracción totalmente suspendidos, y cada par de ellos acciona un eje motor. Con un peso de 151,6 toneladas, es la locomotora eléctrica más pesadas de RENFE. Su potencia continua es de 2.300 kW. solamente, a pesar del gran número de motores existentes. Esta locomotora no tuvo descendencia posterior.

En la actualidad las tres series de locomotoras 2Co Co2 están a punto de desaparecer.

19. OTRAS ELECTRIFICACIONES A 1.500 V.

Aparte de las electrificaciones del Norte a 1.500 V., se efectuaron otras dos pequeñas electrificaciones a dicha tensión antes de nuestra guerra civil. Se trata de Ripoll-Puigcerdá, electrificada

Locomotora 7744 en León.



***La coexistencia de líneas
electrificadas a 3.000 y 1.500 v
motivó la construcción
de las locomotoras bitensión.***

por el Estado en 1929, y de Bilbao-Portugalete, realizada en 1933 por la compañía que explotaba dicho ferrocarril.

Estas electrificaciones dieron lugar, respectivamente, a dos nuevas series de locomotoras: la 1.000 y la 1.100. Ambas son B₀ B₀. La primera, formada por siete locomotoras, deriva de las BB-4.001/4.040 de la Compañía del Midi, de Francia. Fueron construidas por CAF, con equipo eléctrico de procedencia francesa. Al cambiarse a 3.000 V. las líneas catalanas electrificadas con 1.500 V., estas locomotoras también fueron transformadas a dicha tensión, sustituyéndose el equipo original por otro suministrado por Secheron. Tienen freno reostático, que resulta imprescindible a causa de las fortísimas rampas (45 milésimas) de la línea de Puigcerdá, donde han prestado siempre servicio. Pesan 74,8 toneladas, y su potencia continua es de 735 kW.

Para remolcar los trenes de mercancías de la línea Bilbao-Portugalete se adquirieron las cinco locomotoras que forman la serie 1.100. Su potencia continua es de 825 kW. y el peso, 67,5 toneladas, características suficientes para el servicio previsto, dado el suave perfil de esta línea, donde han estado siempre destinadas. Su concepción es americana (General Eléctrica). Como el tráfico de viajeros entre Bilbao y Portugalete es muy intenso, la compañía explotadora también adquirió, cuando electrificó la línea, las automotrices eléctricas de la serie 500 y los furgones automotores 11/13. Posteriormente, en 1960, RENFE adquirió las unidades de tren de la serie 400, que hoy día continúan efectuando el importante servicio de cercanías que presta esta línea.

20. HACIA LOS 3.000 V.

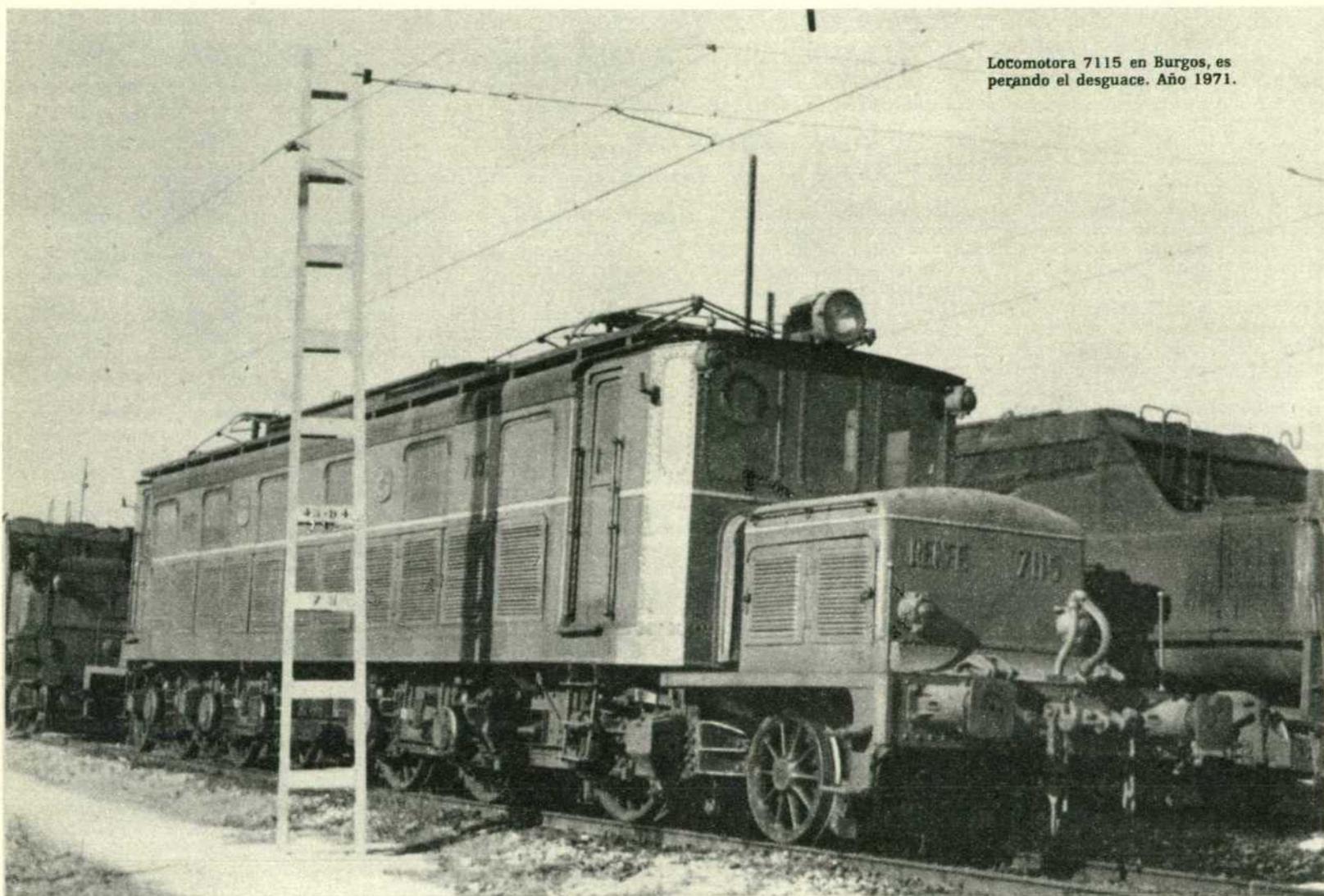
En 1946, se aprueba un extenso Plan de Electrificación, fijándose los 3.000 V. como tensión unificada para las nuevas electrificaciones. La construcción de material a 3.000 V. no ofrecía ninguna dificultad especial, a diferencia de lo que sucedió en los años 20, por lo que la tensión de 3.000 V. resultaba más aconsejable por el ahorro que suponía en el coste de la catenaria. En aquel entonces, la longitud de líneas electrificadas sobrepasaban los 600 kilómetros, todas a 1.500 V., excepto Pajares y Nacimiento-Gádor.

Ya dentro del citado Plan se efectuaron dos cortas electrificaciones de carácter urgente. Barcelona-Mataró, en 1948, para celebrar el centenario del ferrocarril en España, y Torre-Brañuelas, en 1949, para salvar la difícil rampa de Brañuelas, que constituía un estrangulamiento del tráfico, dificultando el transporte de carbón desde Ponferrada hacia el interior. Dadas las difíciles circunstancias que vivía entonces nuestro país, fue necesario electrificar provisionalmente ambos tramos a 1.500 V. para utilizar el material existente, efectuándose el cambio a 3.000 V. cuando años más tarde empezó a llegar el nuevo material de 3.000 V.

21. LAS ELECTRIFICACIONES A 3.000 V.

Fue preciso esperar a la mitad de la década de los años 50 para ver las primeras inauguraciones a 3.000 V. Pero desde entonces el progreso de la tracción eléctrica fue ininterrumpido hasta finales

Locomotora 7115 en Burgos, es-
perando el desguace. Año 1971.



***Las primeras locomotoras
japonesas llegaron en 1967.
Fueron las primeras
de esta procedencia
que circularon en Europa.***

de los años 60. En los quince años que van de 1954 a 1968 se electrificaron unos 2.500 kilómetros, lo que da una media anual del orden de 170 kilómetros. Se empezó electrificando los difíciles puertos de montaña y el ocho catalán, continuando con la línea de Andalucía, para finalizar con la meseta castellana. Así, al término de esta operación se podía viajar con tracción eléctrica desde Madrid a Hendaya, Bilbao, Santander, Gijón y Monforte, por el Norte, y hasta Córdoba, por el Sur, y desde Barcelona a Cerbere y Mora la Nueva.

Para prestar servicio en estas electrificaciones fue preciso adquirir gran cantidad de locomotoras y unidades de tren a 3.000 V. Las unidades constituyen la serie 600, de las que trataremos en otro apartado posterior. En cuanto a las locomotoras, la gran demanda originada no podía ser atendida totalmente por la industria nacional, lo que originó la existencia de tres series con características muy similares: las 7.600 (ahora 276), 7.700 (277) y 7.800 (278).

En efecto, las tres series tienen seis ejes motores accionados individualmente, una potencia continua de 2.200 kW. (3.000 CV.) y un peso de 120 toneladas, lo que supone 20 toneladas por eje. Las locomotoras tienen seis motores de tracción, que pueden formar tres combinaciones (S, SP y P). En las 276 estos motores están totalmente suspendidos y la transmisión elástica es del tipo anillo danzante de Alsthom, mientras que en las 277 y 278 están suspendidos por la nariz. Tienen freno de recuperación, excepto las 278, en las que es reostático. El freno neumático del tren es de

vacío y el de la locomotora de aire comprimido, sincronizado automáticamente con aquél. Todas tienen rodamientos de fricción, excepto las primeras 20 locomotoras de la serie 277, que poseen rodamientos de rodillos. La velocidad máxima de servicio es 110 kilómetros por hora en los tres casos.

El conjunto de las tres series 276, 277 y 278 totalizan 240 locomotoras, que junto con las japonesas constituyen la parte fundamental del parque eléctrico actual de RENFE. La serie 276 es la más importante, con 136 locomotoras, siguiendo la 277, con 75, y finalmente la 278, con 29 ejemplares solamente. Todas ellas constituyen la segunda generación de locomotoras eléctricas de RENFE.

Locomotoras 7.600.—El proyecto más evolucionado corresponde a la serie 276, tipo Co Co, que deriva de las locomotoras CC 7.100, de la SNCF, de las que la CC 7.107 batió en 1955 el record mundial de velocidad, al alcanzar los 331 kilómetros por hora. Con estas locomotoras se supera la antigua creencia de que las locomotoras de velocidad habían de tener un eje o bogie libre de guiado, creencia heredada de la tracción vapor. La unión de la caja y el bogie se efectúa mediante dos pivotes oscilantes. El arrastre de las cajas de grasa se consigue con dos bielias dotadas de silent-blocks, sistema ampliamente utilizado por Alsthom desde entonces. Las cajas de grasa poseen un sistema de guiado elástico transversal del eje montado para disminuir los esfuerzos entre rueda y carril. El bastidor del bogie es de chapa doblada y soldada y la caja

El Plan de Electrificación de RENFE, aprobado con motivo de la crisis del petróleo, prevé la electrificación de 2.322 km. de líneas hasta 1977.

de la locomotora es autoportante, disposiciones ambas con las que se consigue el máximo de resistencia con el mínimo peso.

Las primeras 20 locomotoras fueron suministradas directamente por Alsthom a partir de 1952, aunque no empezaron a prestar servicio hasta 1956 por no haberse terminado hasta entonces las primeras electrificaciones catalanas. El resto fue construido por la industria nacional, pudiéndose destacar a General Eléctrica, que efectuó el montaje de las locomotoras, pero señalando que participaron casi todos los constructores mecánicos y eléctricos de aquellos tiempos. La última locomotora se suministró en 1965.

Tres locomotoras, las 7.630, 7.662 y 7.666, fueron transformadas para remolcar al Talgo RD. Se modificó el sistema de freno, los topes y se pintaron con los colores característicos del material Talgo.

Locomotoras 7.700 y 7.800.—El diseño de las locomotoras 277 y 278 es mucho más clásico que el de las 276. La serie 277 fue construida íntegramente en Inglaterra, por English Electric y Vulcan Foundry. Son locomotoras C₀ C₀ y entraron en servicio entre 1952 y 1959. Llama la atención su aspecto exterior, con dos grandes capots, que recuerda a las aerodinámicas locomotoras Diesel-eléctricas de aquellos tiempos. Lo mismo puede decirse de las 278, suministradas entre 1954 y 1960 por la Westinghouse de América y equipo mecánico de Baldwin y Naval. La serie 278 es del tipo B₀ B₀ B₀, siendo las primeras locomotoras españolas con esta disposición de ejes.

22. LAS LOCOMOTORAS BITENSION

La coexistencia de líneas electrificadas a 3.000 y 1.500 V. dio origen al nacimiento de una tercera generación de locomotoras totalmente diferentes a las anteriores. En efecto, no se trata sólo del equipo eléctrico bitensión, sino que el progreso tecnológico permitía ya disponer la potencia deseada sobre cuatro ejes, es decir, locomotoras BB. Por otro lado, se pretendía conseguir locomotoras universales, es decir, aptas para remolcar trenes de viajeros y mercancías tanto en perfiles fáciles como difíciles, por lo que el bogie monomotor y birreductor se presentaba como solución ideal. Además, dado su reducido peso (del orden de 80 toneladas) y la necesidad de desarrollar elevados esfuerzos tractores sin patinar, la locomotora tenía que poseer una alta adherencia. Esto podía conse-

guirse, entre otros procedimientos, mediante el bogie monomotor y las barras bajas de tracción.

De acuerdo con estos principios surgieron, sucesivamente, la serie 10.000 (ahora, 280) y las japonesas, repartidas en tres series: 7.900 (279), 8.900 (289) y 269. Todas ellas tienen dos motores dobles totalmente suspendidos. Cada motor doble tiene dos inducidos, por lo que, desde el punto de vista eléctrico, un motor doble equivale a dos motores sencillos. Tienen dos combinaciones de marcha (S y P), tanto en 3.000 como en 1.500 V. A pesar de esta igualdad de principios de concepción, la procedencia y tecnología de ambos grupos de locomotoras es totalmente distinta. Las 10.000 fueron construidas en Francia por Alsthom y entraron en servicio en 1963. Sólo existen cuatro locomotoras de esta serie.

Locomotoras japonesas.—En 1967 llegaron las 16 locomotoras de la serie 279. Fueron suministradas por Mitsubishi, CAF y Cenemesa, al igual que después las 289 y 269. Son las primeras locomotoras de origen japonés que existen en Europa. Las dos primeras fueron construidas en Japón y las 14 restantes en España. Los buenos resultados conseguidos aconsejaron continuar la adquisición de este tipo de locomotoras. A partir de 1969 llegaban 40 locomotoras más, que forman la serie 289. Difieren de las 279 en que la potencia y el peso son ligeramente superiores.

Con la conversión a 3.000 V. de la antigua electrificación de Madrid-Avila y Segovia, en 1972, sólo quedaban electrificadas a 1.500 V. la zona vascongada, a partir de la estación de Burgos. En consecuencia, ya no resultaba necesario seguir adquiriendo locomotoras bitensión. Así surge la serie 269, muy similar a la 289, pero monotensión a 3.000 V. en lugar de bitensión. Su potencia continua es de 3.100 kW., el peso 88 toneladas y la velocidad máxima 140 kilómetros por hora con el birreductor en la posición Gran Velocidad y 80 kilómetros por hora en Pequeña Velocidad. Algunas locomotoras tienen una relación de engranajes diferente para poder circular a 160 kilómetros por hora, con lo que son las locomotoras eléctricas más rápidas de RENFE. Al igual que las series anteriores, tienen freno reostático, cuyo funcionamiento resulta muy superior al de recuperación de las locomotoras de la primera y segunda generación. Se han contratado 92 locomotoras de la serie 269, iniciándose las entregas en 1973. De esta forma, el parque de "japonesas" asciende a 148 unidades, siendo el más numeroso de locomotoras de línea que posee actualmente RENFE.

**Electrotrén
Madrid-Santander,
en el puente
de los Franceses
(Madrid).**



Al finalizar este Plan estará electrificado el 42 por 100 de la Red y discurrirá por ella el 78 por 100 del tráfico de la RENFE.

Las locomotoras BB de la tercera generación tienen una elevada adherencia, lo que les permite remolcar trenes de carga similar o superior a las de la segunda generación, que disponen de seis ejes motores. Como ejemplo, podemos decir que las locomotoras 269 pueden remolcar trenes de 750 toneladas en rampas de 20 milésimas. Todas las "japonesas" tienen mando múltiple, lo que permite controlar dos locomotoras acopladas con un solo maquinista, pero no admite el acoplamiento de las distintas series entre sí.

El freno dual.—Como RENFE está sustituyendo el clásico freno de vacío de nuestros trenes por el de aire comprimido, es preciso que las locomotoras dispongan de un equipo de freno neumático dual aire-vacío, para poder frenar las dos clases de trenes. Se ha elegido un equipo unificado para las locomotoras eléctricas y Diesel. Su control es del tipo denominado "presse-bouton", utilizado por la SNCF. Este equipo ejerce control electroneumático de la presión de aire de la tubería de freno neumático, la cual, a su vez, controla el grado de vacío de la tubería de freno de vacío. El freno neumático de la locomotora es siempre de aire comprimido. El freno dual se instaló de origen en las cuatro últimas locomotoras de la serie 289 y en todas las 269. Actualmente se procede a la transformación de todo el parque de locomotoras modernas de RENFE.

23. EL PLAN DE ELECTRIFICACION DE RENFE

La crisis del petróleo originó la aprobación por el Gobierno, en 1974, del Plan de Electrificación de RENFE. Este Plan, actualmente en ejecución, prevé electrificar 2.322 kilómetros de líneas férreas entre 1975 y 1977. Con ello se consigue el enlace con tracción eléctrica de Cataluña con Vascongadas y de Madrid con Cataluña y Valencia, y se prolongan líneas electrificadas en Andalucía (hasta Cádiz, Málaga y Huelva) y en Galicia (hasta Vigo). Al finalizar la realización del Plan, el 42 por 100 de las líneas de RENFE (unos 5.700 kilómetros) estarán electrificadas y por ellas transcurrirá el 78 por 100 del tráfico de RENFE. Casi toda la Red Básica —es decir, la que soporta el mayor tráfico— estará electrificada. Estas nuevas electrificaciones se efectuarán a 3.000 V.

En la segunda mitad de la década de los años 60 el impulso renovador de la tracción se había dirigido hacia el Diesel. Así pues, terminada la electrificación de la línea Madrid-Hendaya en 1968,

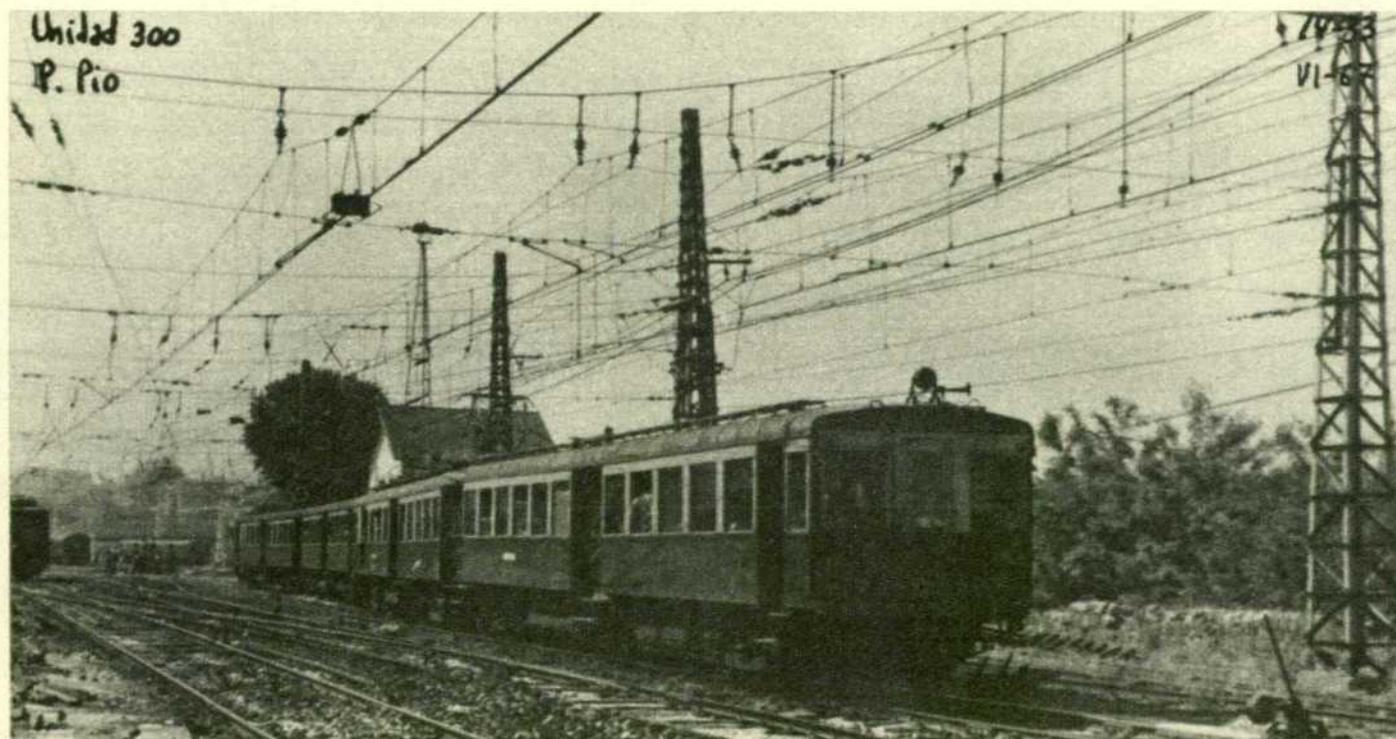
no se había vuelto a efectuar ninguna nueva obra importante, salvo la de Tarragona-Valencia en 1973. El nuevo Plan viene, por tanto, a cubrir una importante necesidad de nuestros ferrocarriles. Sin embargo, puede preverse que este importante impulso de electrificación será el definitivo y último, pues las restantes líneas españolas no tienen un tráfico suficiente para justificar su electrificación y es más económico explotarlas con tracción Diesel.

24. UNIDADES DE TREN

Las unidades de tren presentan unas características especiales que las hacen esencialmente adecuadas para los servicios de cercanías. En efecto, al tratarse de servicio con frecuentes paradas, será preciso disponer de una fuerte aceleración en el arranque y deceleración en el frenado. Por otro lado, la explotación ha de ser muy flexible, lo que implica que la conducción sea reversible y la composición del tren modulable. Las cuatro generaciones de unidades de tren que posee RENFE responden a estos principios. Se trata de las series 300 (ahora 433), 600 (436), 900 (439) y 440.

Al estar formadas todas nuestras unidades de tren por un solo coche motor y uno o dos remolques, resulta un peso adherente relativamente elevado, que permite aceleraciones del orden de 0,5 m/seg². Los coches motores tienen siempre cuatro motores de tracción, que forman dos combinaciones (S y P). Todas las series disponen de freno de aire comprimido, además del reostático. La conducción puede efectuarse indistintamente desde cualquiera de las dos cabinas situadas en cada unidad de tren, con lo que se obtiene una total reversibilidad. Los enganches extremos de las unidades son siempre automáticos. (Tomlison en las 300 y Scharfenberg en las restantes), con lo que el acoplamiento de unidades puede realizarse fácilmente y el mando múltiple permite controlar todas las unidades acopladas desde la cabina situada en cabeza de tren.

Unidades 300.—Las unidades 300 fueron suministradas en cuatro lotes sucesivos. El primero (301/338) fue recibido por la Compañía del Norte entre 1928 y 1930 para sus electrificaciones de Cataluña y Vascongadas. El segundo (339/348) llegó al Norte en 1934 y 1935 y RENFE recibió el tercero (349/378) entre 1943 y 1945 para la electrificación de Madrid-Avila y Segovia. Más tarde, en 1956 y 1957, entraría en servicio el último lote (379/393).



Dos unidades de tren, serie 300, saliendo de Madrid-P. Pío en junio de 1967.

Naval fue el constructor mecánico de las unidades 300. El equipo eléctrico procede de Metropolitan Vickers (motores de tracción) y Westinghouse americana, habiendo colaborado también en la construcción las firmas nacionales Cenemesa y Experiencias Industriales, de Aranjuez.

Todas las unidades 300 tienen características similares, pero existen algunas diferencias entre los distintos lotes, especialmente el último. La composición de la unidad es de dos coches, motor-remolque. En los tres primeros lotes la distribución interior es similar. Cada coche tiene dos departamentos de viajeros y una plataforma central con las puertas de acceso. Además de estas puertas, hay otras pequeñas en extremos del coche, excepto donde se encuentra el departamento furgón. La tara de estos tres lotes es de 106 toneladas. Por el contrario, las cajas del último lote presentan diferencias notables. Son algo más largas y tienen tres departamentos de viajeros, entre los que hay dos plataformas y las puertas de acceso. Esta distribución es la que se mantendrá en las futuras unidades de RENFE (600, 900 y 440). El aspecto exterior del último lote difiere sensiblemente de los anteriores a causa de los fallos que posee. La potencia continua de todas las unidades 300 es de 600 kW. y la tensión 1.500 V.

En la actualidad quedan en servicio 61 unidades. A excepción de dos unidades, todas sus cajas han sido recientemente modernizadas y se han pintado exteriormente de color azul.

Unidades 600.—Las electrificaciones a 3.000 V. iniciadas en la década de los años 50 exigían crear un extenso parque de unidades de tren a 3.000 V. Así surgieron las unidades 600, que iniciaron sus servicios en 1958. Fueron construidas por GESTESA (Grupo Español-Suizo de Trenes Eléctricos, S. A.), Sociedad creada al objeto de coordinar la construcción y suministro de estas unidades. Formaron parte del Grupo casi todos los constructores suizos y españoles. Las primeras 15 unidades fueron construidas en Suiza y el resto en España.

En realidad, la serie 600 estaba formada por tres series diferentes (600, 700 y 800) en función de su composición. La serie

600 propiamente dicha estaba formada por 62 unidades de tren compuestas por dos coches motores extremos y un remolque central. Por su parte, la serie 700, constituida por cuatro unidades, tenía la misma composición, pero sin el remolque central. Finalmente, las 39 unidades de la serie 800 estaban formadas por un solo coche motor y un solo remolque dotado de cabina de conducción.

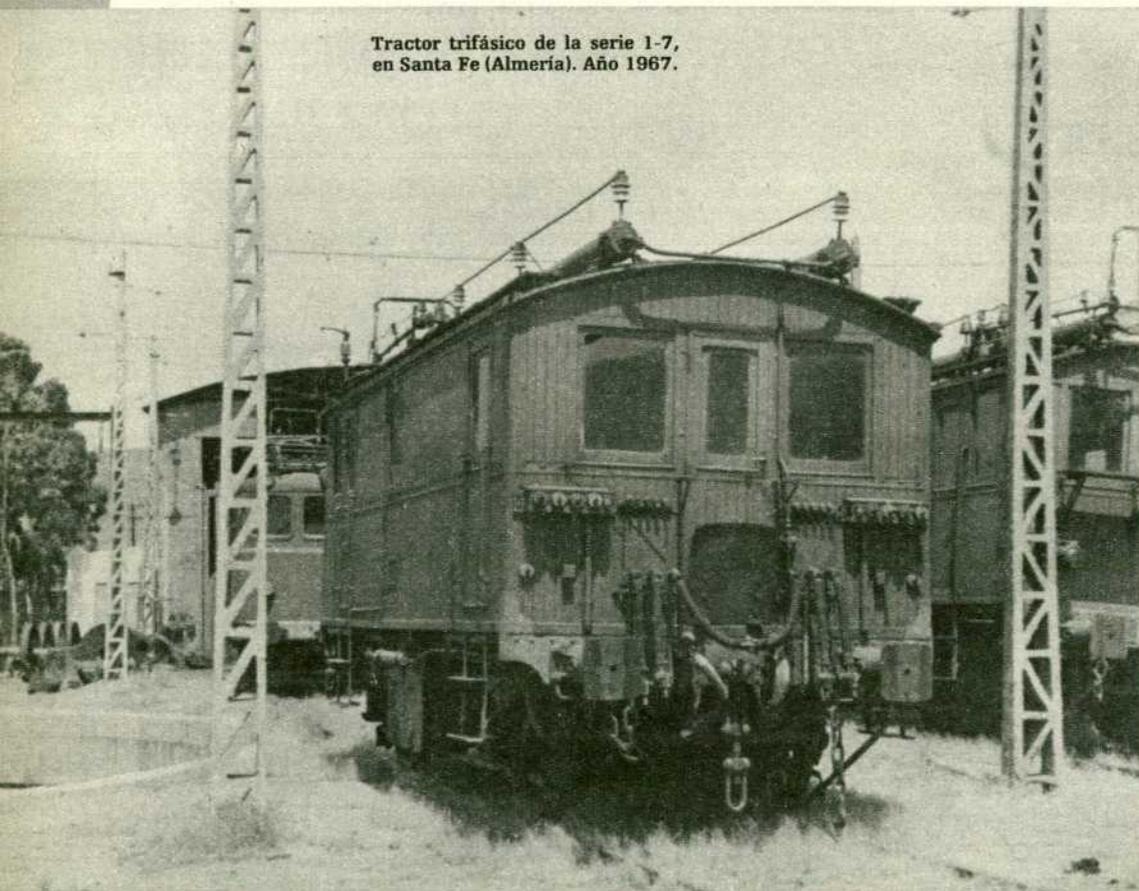
Las características técnicas de las tres series son completamente homogéneas, por lo que no resulta lógico considerarlas como series diferentes. Esto se puso claramente de manifiesto cuando posteriormente se decidió desdoblarse todas las unidades, operación que consistió en construir nuevos remolques con cabina y remolques intermedios para formar solamente unidades compuestas por un solo coche motor y dos remolques (133 unidades de tren) o un solo remolque (28 unidades). Esta operación se finalizó en 1973 y permitió aumentar la capacidad de plazas ofertadas, pero evidentemente supuso una notable disminución de las prestaciones (aceleración, etc.) de la unidad. En total se han construido 171 coches motores y 300 remolques, pero varios se han destruido en incendios o accidentes.

Los coches tienen una longitud de unos 25 metros, con lo que resultan sensiblemente más largos que los de las unidades 300, que eran del orden de 20 metros. La potencia continua de cada coche motor es de 885 kW. La tara de una unidad con dos remolques es de 121,5 toneladas. Los coches motores 825/839 tienen el freno reostático reforzado para poder prestar servicio en la línea de Puigcerdá.

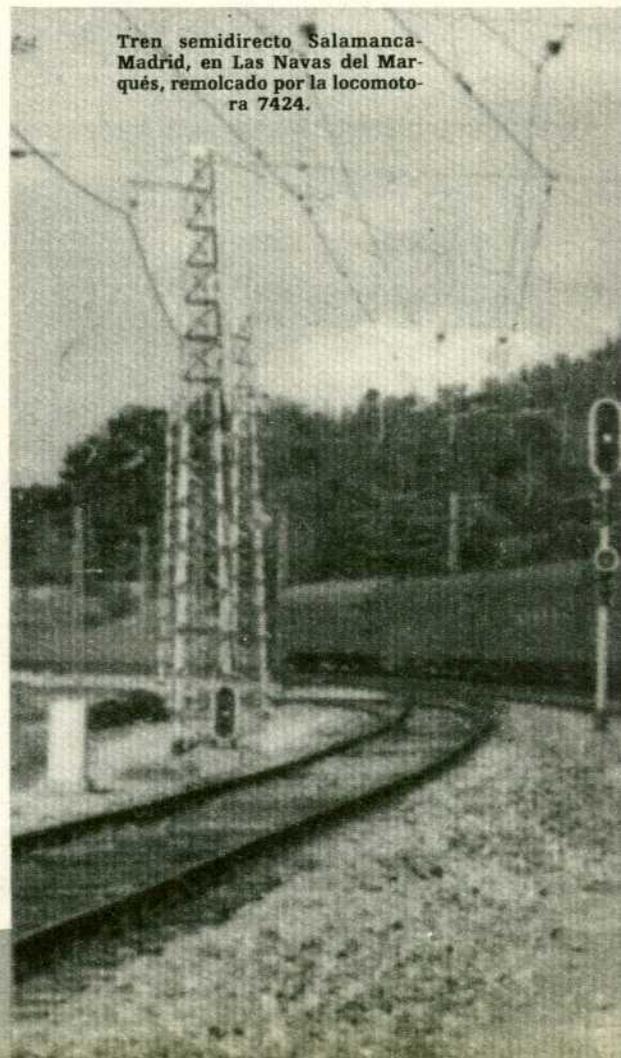
Unidades 900.—En 1967 se ponen en servicio las primeras unidades bitensión 3.000/1.500 V, serie 900. Fueron suministradas por CAF, Cenemesa, Metro Cammell (Inglaterra) y ACEC (Bélgica). Se construyeron 32 unidades, de las que las 10 primeras se montaron en Inglaterra y el resto en CAF. La composición es motor-remolque, la potencia continua 1.120 kW. y la tara 97 toneladas.

Por vez primera, en RENFE se utilizó el freno electroneumático

Tractor trifásico de la serie 1-7, en Santa Fe (Almería). Año 1967.



Tren semidirecto Salamanca-Madrid, en Las Navas del Marqués, remolcado por la locomotora 7424.



Madrid-Chamartín. Unidades eléctricas, series 900, 600 y 440. Año 1975.



WESTCODE, suministrado por Dimetal y concebido por WABCO. El WESTCODE consta de tres hilos eléctricos que recorren todo el tren y proporcionan siete escalones de frenado conseguidos al alimentar selectivamente dichos tres hilos de acuerdo con un código preestablecido. Cuando falta la alimentación en los tres hilos, se aplica el freno máximo, con lo que se garantiza la seguridad del sistema. Este mismo procedimiento se aplicará posteriormente a los Electrotrenes y a las unidades 440, pero en ambos casos según diseño desarrollado por Knorr. Otra novedad de las unidades 900 sería el equipo eléctrico, que consiste básicamente en un combinador de levas que efectúa totalmente las secuencias de tracción (eliminación de resistencias, combinaciones y shuntados) y de frenado reostático. Se trata del combinador JH de Jeumont Schneider (Francia).

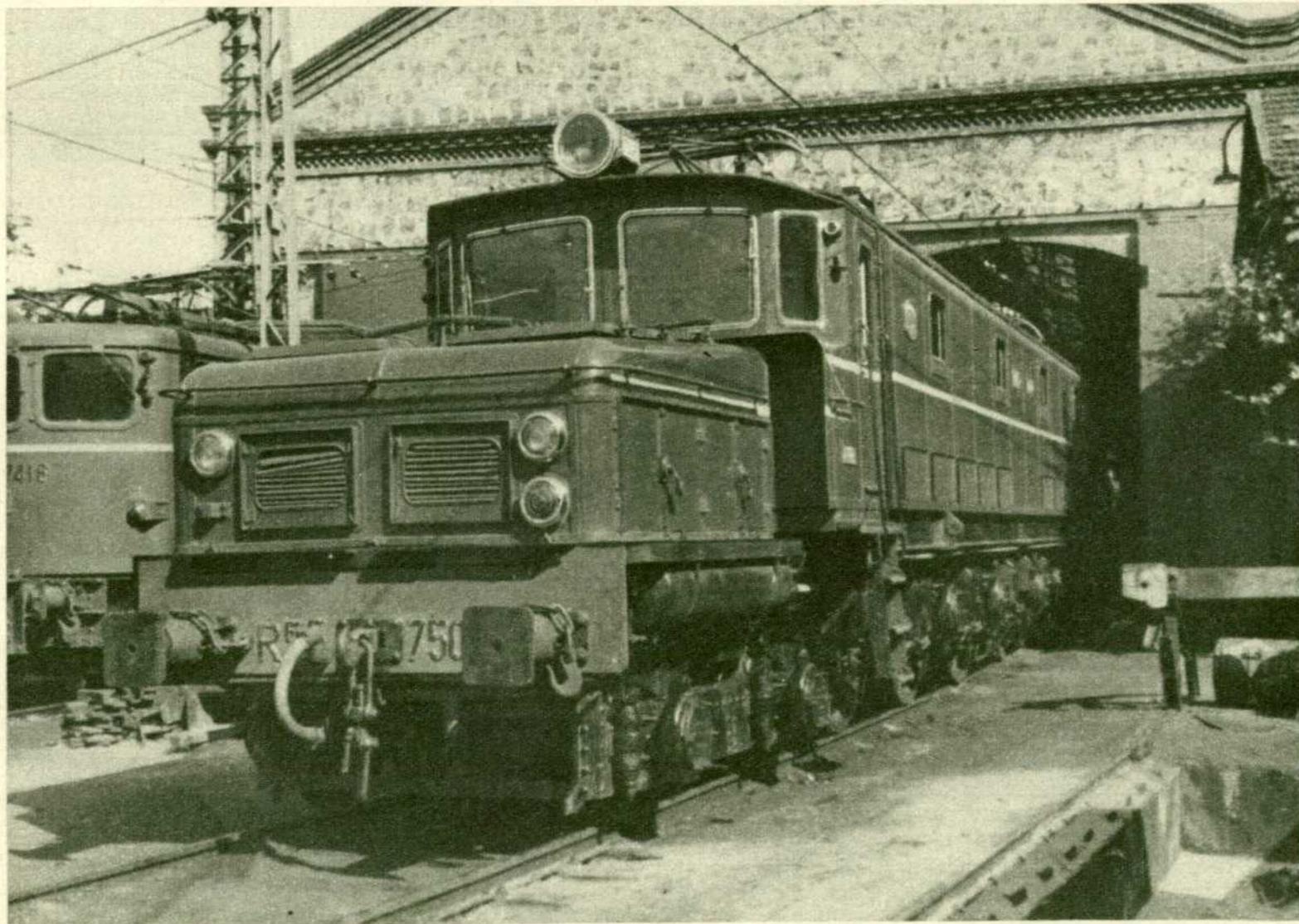
Unidades 440.—La necesidad de aumentar el parque de unidades a 3.000 V. llevó a la creación de esta nueva serie 440, que recoge los progresos realizados por la técnica posteriormente a la concepción de las unidades 600. Han sido suministradas por CAF, WESA y Mitsubishi. La primera unidad fue entregada en 1974 y el lote completo contratado consta de 81 unidades. La unidad está formada por un coche motor y dos remolques, con una potencia continua de 1.160 kW. y una tara de 133,35 toneladas. Las plazas

sentadas son 260, y considerando las plazas de pie, pueden viajar en total unas setecientas personas.

Estas unidades eléctricas tienen equipos similares a los utilizados en los Electrotrenes, concretamente los motores de tracción, el equipo eléctrico de control y el freno electroneumático. La novedad esencial reside en el bogie, que posee suspensión neumática y freno de disco; ambos regulados con la carga de viajeros que transporte cada coche. Además hay dos patines electromagnéticos que proporcionan un frenado de urgencia suplementario al de los discos, ya de por sí suficientemente potente. Estas unidades han sido pintadas en color azul, lo que permite distinguirlas fácilmente de las otras series. El notable confort interior y la lograda estabilidad de marcha ha conquistado el éxito entre el público que viaja en estas unidades.

Dos unidades de esta serie, la 440-501 y 440-502, estarán dotadas de un equipo de regulación estático mediante tiristores, es decir, un equipo "chopper". Será la primera aplicación en RENFE de este nuevo sistema, llamado a constituir el futuro de la tracción eléctrica en corriente continua.

J. A. M.
Fotos del autor



Serie 7500, en el depósito de Madrid-P. Pio. Año 1967.



VERANO PARA DISFRUTAR

Como todo no va a ser sufrir el calor de las grandes ciudades y el peso de un trabajo invernial en verano, al fin llegó agosto: el mes en que mayoritariamente toman sus vacaciones los españoles. Las españolas —que también tienen merecido su descanso— llenan con su alegría el país. Y las casas de moda, siempre atentas a embellecer nuestra vida, han preparado bonitas colecciones de vestidos, conjuntos y bañadores para sobrellevar mejor el calor estival. Desde el vestido-chilaba y la blusa de moda del sol, a los conjuntos no tan veraniegos de escorpión y las fibras ligeras y colores variados de Triumph Internacional para la playa, toda una gama de posibilidades. Que ustedes lo disfruten.

