La electrificación del MAS (Madrid-Ávila-Segovia)

La necesidad de las electrificaciones nace de la posibilidad de usar la energía eléctrica como energía motora. Esta tecnología, mucho menos avanzada que la de vapor a finales del siglo XIX, progresa consiguiendo mayores potencias, lo que resuelve los problemas de tracción en líneas con perfil duro.

En vía ancha (1668 mm) la primera electrificación se realizó en la línea Linares-Almería, en el trayecto Santa Fe a Gádor. La compañía administradora, Ferrocarriles del Sur (más tarde Ferrocarriles Andaluces), realizaba el transporte de mineral de hierro desde la Minas del Marquesado hasta el cargadero instalado en el puerto de Almería. El trayecto posee un perfil muy duro, con rampas continuadas de 27 milésimas, lo que provocaba consumos elevados de carbón, velocidades muy lentas, uso de mucho material motor al requerir dobles tracciones, y finalmente la saturación de la línea.

La solución al problema viene dada por el uso de pequeños tractores eléctricos que permitían un aumento de potencia sobre las locomotoras de vapor usadas hasta el momento y de una economía basada en la eficiencia del uso del carbón, ahora consumido en una central térmica que produce la energía eléctrica a usar por el material motor; y también en la energía eléctrica generada por los propios tractores en el frenado eléctrico durante los descensos. La energía producida por el tren descendente permitía alimentar al tren ascendente.

Esta electrificación tan solo fue usada en los trenes de mercancías, y solamente en una parte de su recorrido, la más dura. En Gádor se produce el cambio de tracción entre locomotoras de distintas tecnologías (vapor-eléctrica).

En la segunda década del siglo XX a la Compañía del Norte, administradora de la línea de León a Gijón, se le presenta el mismo problema que a la de los Ferrocarriles del Sur. El incremento en la demanda de transporte de carbón provoca la saturación de la línea. Ante el problema, la Compañía del Norte solicita al Estado el estudio de la electrificación del tramo más duro de la línea.

El ministerio de Fomento de la época (con el ministro Francisco Cambó al frente), responde convocando una comisión conjunta que estudie el problema. Esta Comisión define el tramo a electrificar el comprendido entre Busdongo (León) y Ujo (Asturias) de 62 kilómetros. Es estas estaciones se establecerán los correspondientes depósitos de locomotoras para el cambio de la tracción.

Los primeros problemas surgen al detectar que no existen fabricantes europeos capaces de afrontar el proyecto con garantía, al encontrarse toda Europa sumida en la Primera Guerra Mundial. Tan sólo Suiza, país neutral, puede llevar a cabo la electrificación.

Tres empresas suizas presentan sus proyectos: Brown Bovery, Oerlikon y Wintertur. Todos ellos están basados en una alimentación en corriente alterna industrial a 16 $^{2}/_{3}$ Hz, con una tensión de 7500 o 15000 voltios. Todas las propuestas tienen un precio muy elevado, por lo que se desestima su ejecución.

Terminada la confrontación, se retoma el proyecto, abriendo el concurso a fabricantes norteamericanos. Se presentan cinco ofertas, tres las de los ofertantes primitivos, añadiéndose la del fabricante ingles Vickers y la unión de dos fabricantes norteamericanos, Thompson Houston y General Electric. Estas dos últimas ofertas proponían una instalación alimentada a 3000 voltios en corriente continua.

La compañía del Norte se decanta por la propuesta de Thompson Houston & General Electric, ya que es la más económica (a pesar de requerir mas subestaciones eléctricas), y el grupo ya posee una probada experiencia en la electrificación del Pennsylvania Railroad.

Dentro del proyecto, se adquieren seis locomotoras al consorcio General Electric&ALCo, y otras seis a Westinghouse&Baldwin. La construcción finaliza en 1924, cuando circulan los primeros trenes con tracción eléctrica, dándose como inauguración la fecha del 12 de Noviembre de 1924.

El resultado es magnífico, recibiéndose el apoyo del Ministerio de Fomento de la época. Rafael de Benjumea, ministro de Fomento, plantea una Comisión para la electrificación de la Red. Se proyectan hasta 3544 km de líneas electrificadas, tanto entre líneas de ancho ibérico, como de métrico, incluyéndose varios ferrocarriles mineros.

En vía ancha se plantea una primera fase en la que se incluyen las líneas catalanas que partiendo de Barcelona van al Pirineo, y el paso de Alsásua hacia Irún. Las líneas que atraviesan el Guadarrama deberán esperar.

Estas nuevas electrificaciones buscan descongestionar líneas con alta demanda, tanto de mercancías como de viajeros. Para el primer tipo de trenes, se busca aumentar la carga de los trenes mercantes, de forma que reduciendo el número de circulaciones se de salida a la mercancía a transportar, es decir, locomotoras más potentes que eviten el uso de dobles tracciones, y aumenten la velocidad media de estos convoyes.

En el caso del transporte de viajeros, el fin es aumentar frecuencias y velocidad, que son las características demandadas en el contorno de Barcelona, y en las cercanías de San Sebastian. En este caso serán automotores ágiles, que permitan frecuentes paradas en los trayectos, y circulen a velocidades elevadas.

La búsqueda de este último tipo de material condicionará el resto, ya que la imposibilidad de encontrar en el mercado aparellaje de pequeño volumen para equipar automotores que funcione bajo tensiones superiores a 1500 voltios, obliga a la electrificación a esta tensión.

El 2 de Agosto de 1928 se ponen en funcionamiento las electrificaciones de Barcelona a Manresa y la de Moncada a San Juan de las Abadesas, sumando 172 kilómetros entre ambas. Pocos días después (07/06/1929) comienzan a circular los trenes eléctricos entre Alsásua e Irún.

La Compañía del Norte adquiere numeroso material motor para estas líneas. Así se adquieren 12 locomotoras serie 7000 para mercancías, 25 locomotoras serie 7100 para mercancías, 12 locomotoras serie 7200 para viajeros y 38 unidades de tren encuadradas en la serie 300. A todo ello se une la adquisición por parte del Estado de otros 10 automotores idénticos a los adquiridos por Norte, para ser operados por esta compañía en el trayecto Ripoll-Puigcerdá, que se electrificará el 21/07/1929.

A principios de 1929 se presenta el primer proyecto de electrificación del MAS (Madrid-Avila-Segovia), al que se dota inicialmente con 9 millones de pesetas (54.000 €), que finalmente son destinados a completar la electrificación en Irún. No será hasta 1933 cuando se retoman los estudios, saliendo en febrero de 1934 a concurso la instalación. El presupuesto de obras asciende a 78 millones de pesetas (469.000 €).

En julio de 1935 comienzan las obras, siendo pronto paralizadas por el comienzo de la Guerra Civil. Estas son reanudadas en agosto de 1939 con grandes penurias dado que la mayoría de los materiales acopiados se han perdido durante la contienda. La escasez de materia prima provoca la publicación de la Ley de 13 de Marzo de 1942 por la que el gobierno dicta la retirada de las monedas fraccionarias de bronce para poder extraer de ellas el cobre necesario para esta electrificación.

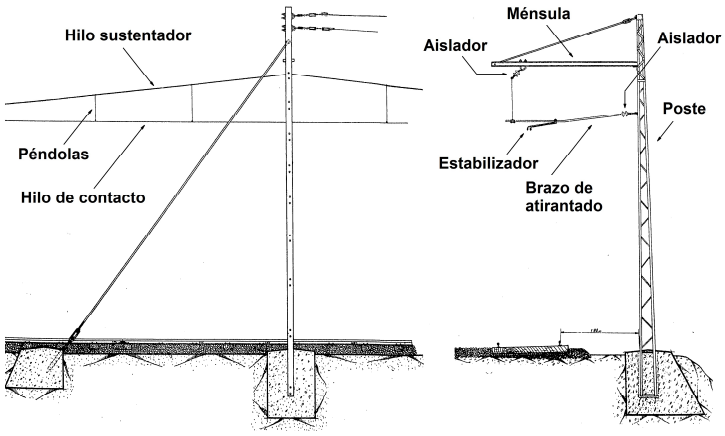
El día 16 de marzo de 1944 circula el primer tren con tracción eléctrica entre Príncipe Pio y El Escorial y Cercedilla, pero no comienza el servicio regular hasta el 26 de abril siguiente. Tras estas inauguraciones prosiguen los trabajos, llegando los trenes eléctricos a Ávila el 27 de diciembre, y a Segovia el 25 de enero de 1945. Posteriormente se alargará la electrificación hasta Hontanares, salvando la gran rampa entre esta y Segovia, que provocaba frecuentes usos de dobles tracciones en los trenes.

Además de la electrificación, la línea Villalba-Cercedilla-Segovia recibió más reformas para adecuarla al previsible aumento de la demanda. En concreto, los apeaderos de Mataespesa y Los Molinos serán convertidos en estación, instalando vías de apartado, ampliando los edificios de viajeros y dotándolos de nuevos andenes. El coste final de la electrificación se estableció en 157 millones de pesetas (unos 944.000 €).

La instalación

Para el tendido eléctrico se usaron postes de acero en formados por dos perfiles en “U”, enlazados mediante pletinas roblonadas que le dan rigidez al conjunto. Dependiendo del esfuerzo tractor de la línea a sustentar, los postes varían en sus dimensiones, pasando de perfiles de 120 mm en los postes instalados en las rectas y zonas no azotadas por fuertes vientos, hasta los de 220 mm en los postes instalados en las zonas de mayor demanda de esfuerzo, como son las curvas de radio reducido.

Estos postes fueron fijados al terreno mediante un macizo de hormigón. En su instalación, los postes son aplomados sobre el terreno para conseguir su perfecta perpendicularidad.

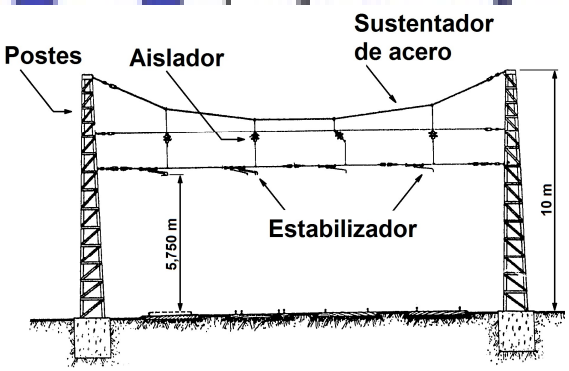


Perpendicularmente, a unos 6 metros y medio de altura sobre el carril, a los postes se arriostran las ménsulas de las que se colgará la cadena aislante que sujetará a su vez la catenaria.

La catenaria está formada por un hilo sustentador, de acero en las estaciones, y de aleaciones de cobre en plena vía. Este hilo, de unos 200 mm^2 de sección, permite reducir las caídas de tensión en el conjunto. Del hilo sustentador cuelgan las péndolas, que situadas cada 5 metros aproximadamente, sujetan y nivelan el hilo de contacto.

Unos brazos de atirantado darán la geometría correcta al hilo de contacto, de forma que este quede en zig-zag para evitar el roce con el pantógrafo del vehículo motor siempre en el mismo punto. Unos aisladores cerámicos permiten el correcto aislamiento del conjunto sometido a la tensión de alimentación.

Para la sujeción del hilo de contacto en túneles se usaron herrajes apropiados que reducen el espacio necesario para la instalación, dado el menor galibo de la infraestructura.



La sujeción mediante postes se utilizó en los puntos en los que se debe dar alimentación a una, dos o tres vías. Para estaciones, donde el número de vías a dar alimentación es superior, se usan pórticos funiculares. Para ello se instalaron sobre el terreno grandes postes cuadrangulares en los laterales de la vía, que se unen mediante cables de acero. De estos cables de acero convenientemente aislados, se sujeta el hilo de contacto mediante estabilizadores, manteniendo la geometría necesaria.

Este tipo de instalación tiene el inconveniente sobre la instalación de línea individual de la falta de independencia de las vías, por lo que la avería en una de ellas provocará la afectación al resto.

Las subestaciones

Para la electrificación de las dos líneas se requirió la instalación de 11 subestaciones que permitieran alimentar el hilo de contacto con la tensión adecuada para el funcionamiento del material motor que circularía bajo ellas.

Las subestaciones se instalaron en las proximidades de estaciones a apeaderos, quedando 7 en la línea desde Madrid a Ávila, y 4 en la de Villalba a Segovia. Estas son Príncipe Pío, Las Matas, Las Zorreras, Robledo de Chavela, Las Navas del Marqués, Navalgrande y Ávila en la línea de Madrid a Ávila, y Collado Mediano, Tablada, Otero-Herreros y Segovia en la de Villalba a Segovia.

El funcionamiento de todas ellas era idéntico: recibían la alimentación en corriente alterna a 46.000 v 50 hz y lo entregaban a la línea de contacto a 1500 v. en corriente continua. Para ello disponían de un parque de intemperie donde se recibe la acometida desde el suministrador y a través de varios seccionadores se alimenta un transformador (mas otro de reserva), que permite la reducción de la tensión de 46000 voltios a otra de 650 voltios, la cual pasa al interior del edificio técnico.

Unos transformadores de intensidad tras los seccionadores miden la corriente de entada al transformador, de forma que, si esta es más elevada de un umbral establecido, envían una orden de apertura a los seccionadores, protegiendo la instalación.

El edificio de la subestación se conforma con un pabellón de unos 11 metros de ancho y 19 de fondo, con un anexo de menor altura adosado a uno de los laterales (3 por 14 metros). El edificio principal está dividido en dos plantas, estando destinada la inferior a las celdas de alta tensión que contiene los disyuntores, las barras de alimentación, las baterías, la dinamo destinada a la carga de las anteriores, y a un pequeño almacén, así como a la vía de acceso para la carga y descarga de grandes piezas. Una escalera lateral permite el acceso a la planta superior.

Subestación de Las Matas durante su construcción.
Foto colección Victor Nieto.

En la parte superior se situaban la sala de máquinas y de control. Las maquinas se sitúan sobre bancadas donde reciben las barras de alimentación. Estas son conmutatrices, que básicamente se pueden definir como generadores de corriente continua. Su funcionamiento se realizaba por pares, estando conectadas en serie. Una de ellas se denomina "maquina de línea", mientras que la otra recibía el nombre de "maquina de tierra". Cada una de ellas proporcionaba 750 voltios y 750 kw, existiendo en cada subestación dos grupos idénticos, lo que permitía tener uno en funcionamiento mientras se reparaba o se realizaban operaciones de mantenimiento al otro. También era factible el funcionamiento en paralelo de los dos grupos (las cuatro conmutatrices de forma simultánea) para permitir picos de potencia superiores. En cada edificio se previó la instalación de un tercer grupo, que nunca se llegó a instalar.

En esta sala se sitúa el puente grúa, destinado a mover las grandes cargas.

El edificio anexo se destina a los seccionadores y aisladores que permiten la salida de la corriente rectificada al exterior. La salida de corriente continua se realiza por un pórtico de *feeders* que, mediante seccionadores, permite alimentar diferentes líneas de acometida a las distintas secciones de línea. Esta salida está protegida por disyuntores que desconectarían la producción de las conmutatrices de la línea de contacto en caso de cortocircuito o sobrecorrientes.

Las viviendas de los trabajadores

En el desarrollo inicial del proyecto, se previó la dotación de vivienda para los empleados que habían de servir las subestaciones en aquellas instalaciones alejadas de la población. Se había previsto que cada subestación estuviese atendida por tres personas trabajando a turnos de ocho horas, un encargado y dos celadores o ayudantes.

De esta manera se prevé la construcción de viviendas para los tres empleados en aquellas poblaciones en las que la instalación quedara alejada del núcleo urbano. Estas fueron Las Matas, Las Zorreras, Navalgrande, Tablada y Otero. En las subestaciones de Robledo de Chavela, Las Navas del Marqués y Segovia, se construyó una vivienda destinada al encargado de la subestación, dado que la cercanía a la población podría proveer de vivienda al resto de agentes.

Edificio de tres viviendas en Las Matas. Fotografía colección Víctor Nieto

La edificación sencilla para un agente era un edificio de planta cuadrada de 10 metros de lado y una sola altura. Interiormente estaba dividida en un pequeño vestíbulo que daba acceso a tres dormitorios, un despacho, el comedor, baño y cocina. Para su construcción se usó ladrillo enlucido, montado sobre un zócalo granítico. La cubierta, a dos aguas, se realizó sobre sendas cerchas, y estaba cubierto con teja plana.

Las viviendas de tres agentes tenían unas dimensiones de 20 por 10 metros, siendo la parte central de dos alturas. El edificio alberga dos viviendas en la planta baja (para los celadores) y otro en la parte alta, destinado este al encargado. El acceso se realiza por la parte central, a través de un vestíbulo que da acceso a las dos viviendas de la planta baja, y a la escalera de acceso a la planta alta. Las dos viviendas inferiores son iguales, disponiendo de tres dormitorios, comedor, cocina y baño, mientras que la superior dispone de un habitáculo más, destinado a despacho para el encargado. La construcción sigue el mismo formato que para la de una sola vivienda, con muros de ladrillo revocado, sobre un zócalo de granito. La cubierta es a dos aguas con la misma construcción que la de una sola altura.

Con posterioridad se decidió proveer de vivienda a todos los trabajadores, estimándose que su cercanía a la instalación beneficiaba a ambas partes. Para ello se construyeron edificios de dos viviendas en aquellos puntos en los que se había dotado de tan solo una.

La edificación destinada a dos viviendas es un edificio de 10 por 20 metros, de una sola altura. Cada una de las viviendas tiene acceso independiente, dando cabida a cuatro dormitorios, comedor, cocina y baño. La construcción es similar a las anteriores.

Todas las viviendas fueron construidas en las inmediaciones de las subestaciones y todas fueron dotadas de un pequeño jardín/huerto anexo.

En la actualidad, la automatización del funcionamiento de las subestaciones, hace innecesario que sus trabajadores vivan en las inmediaciones, por lo que ha cesado el sentido de estas viviendas. Estas han sido , en el mejor de los casos, enajenadas, o abandonadas (como la vivienda de un agente de Robledo de Chavela), estando algunas de ellas en estado de ruina. En otros casos incluso han desaparecido al ser derribadas (como la vivienda unifamiliar de Segovia, o la triple de Las Matas o Príncipe Pio).

El material motor

Al igual que en las electrificaciones anteriores, el desarrollo de esta en nuestras dos líneas conllevaba la adquisición del material motor que aprovechase esta instalación.

En 1943 Renfe solicita la construcción de doce locomotoras para trenes de gran velocidad a la Compañía Auxiliar de Ferrocarriles, quedando encuadradas en la serie 7500. Este constructor proveerá la parte mecánica (caja, bogies), mientras que los equipos eléctricos serán suministrados por la Sociedad Brown Boveri y Oerlikon.

Las dos primeras locomotoras llegaron a Renfe en 1944, mientras que las diez restantes lo hicieron en 1945. Estas máquinas, en su momento fueron consideradas las más potentes de

España, proporcionando 3504 Cv. Eran alimentadas por corriente continua a 1.500 voltios, quedando asignadas al depósito de Madrid-Príncipe Pío.

Prestaron sus servicios hasta 1976, cuando fueron retiradas. De aspecto impresionante, por su estética y dimensiones, fueron conocidas en el argot ferroviario como "*cocodrilos*". La locomotora eléctrica 7507 es la única superviviente de su serie.

Locomotora de viajeros serie 7500 en la inauguración de la electrificación hasta Segovia. Fotografía colección Museo Ferrocarril.

Para el remolque de los trenes de mercancías, en 1935 Norte previó la adquisición de locomotoras con características diferentes de las destinadas a la tracción de los trenes de viajeros. Dispondrían de menor potencia, también de menor velocidad máxima, pero su esfuerzo de tracción sería más elevado.

Locomotora de mercancías serie 7400 a su paso por La Losa

La guerra civil paraliza la construcción de estas locomotoras (al igual que la electrificación), reanudándose tras ella. Recibidas en 1946 bajo el apodo de "*bañeras*", inicialmente fueron destinadas al depósito de Madrid-Príncipe Pio, prestando sus servicios en las líneas para las que fue diseñadas con recorridos hasta Ávila y Segovia-Hontanares. Estuvieron en activo hasta 1976, terminando sus días en Miranda de Ebro. Se preserva la 7420 en el Museo de Madrid-Delicias.

Unidad 300 partiendo de Segovia. Fotografía M.Palou

En cuanto a los automotores eléctricos, Renfe solicitó a la Sociedad de Construcción Naval una ampliación de 30 automotores de las mismas características que las 49 unidades de serie 300 que ya había puesto en servicio Norte en sus electrificaciones.

Aunque buena parte del lote fue llevado a cabo por la Sociedad Española de Construcción Naval (SECN), intervinieron en su construcción otros fabricantes como Bacbock&Wilcox, MACOSA, Euskalduna y Cardé y Escoriaza. Formaron la subserie 349 a 378 dentro de la serie 300, y aunque eran prácticamente iguales a las adquiridas con anterioridad, tuvieron algunas modificaciones estéticas en su diseño exterior. De esta serie tan solo pervive la unidad 539 (perteneciente a las adquiridas para esta electrificación) en Madrid-Delicias pendiente de su restauración.

Conclusión

La electrificación de las líneas del MAS fue una de las primeras instalaciones para permitir la tracción eléctrica en nuestro ferrocarril. Cuando se cumplen 75 años de sus primeros servicios, algunos de sus tramos (la línea de Villalba a Segovia prácticamente en su totalidad) permanecen con la misma configuración que la original. Postes de catenaria, pórticos funiculares en sus estaciones, viviendas para los empleados, subestaciones eléctricas, etc … se mantienen en funcionamiento (el equipo eléctrico de las subestaciones fue actualizado a 3000 voltios en la década de los 70) tal y como fueron diseñados por los ingenieros de Norte. Aunque este tipo de instalaciones ha evolucionado para permitir el uso con vehículos de mayores prestaciones, podemos afirmar que el desarrollo de esta instalación fue acertado, dado que no ha quedado desfasado para las velocidades y necesidades de estas líneas.

Más información en

http://www.amigos-ferrocarril-villalba.es/secciones/historia/electrificación-mas/

AMIGOS FERROCARRIL VILLALBA