

KRUPP

LOKOMOTIV EXPORT UNION

KRAUSS-MAFFEI



Informaciones

No 16 s

**Nuevas Locomotoras para
los trenes Talgo**

Un diseño de peso reducido, elevada
potencia y dimensiones limitadas

Nuevas Locomotoras para los trenes Talgo

entregadas a la RENFE por la Lokomotiv-Export-Union

Un diseño de peso reducido, elevada potencia y dimensiones limitadas

Hace justamente 20 años se inició en España uno de los proyectos más notables de este siglo en materia ferroviaria con el diseño del tren Talgo, cuya denominación -- abreviatura de "Tren articulado ligero Goicoechea Oriol" -- se deriva del propio tipo del tren y de los nombres de los patrocinadores del proyecto, el Coronel Goicoechea que es el inventor y el Sr. Oriol, el financiero.

El primer tren experimental construido en 1944 estaba propulsado por un motor Ganz tomado, al igual que la transmisión, de uno de los autovías Diesel que circulaban en España antes de la guerra de Liberación, y estaba compuesto de un coche motor que arrastraba un total de siete remolques de eje único. En 1949 se encargó en los E. E. U. U. la construcción de otros dos trenes radicalmente transformados a partir del prototipo original, para prestar servicio en las líneas de la Renfe cuyo ancho de vía es de 1668 mm. Los nuevos trenes, que quedaron propiedad de la compañía Talgo, fueron puestos en servicio en 1950 pero al cabo de cuatro a cinco años de circular por el país los motores americanos rápidos habían dado tan pobres resultados que los trenes tuvieron que reconstruirse a base de sustituir aquellos por motores Maybach MD.

Como consecuencia de los buenos rendimientos técnicos y económicos dados por los trenes reformados -- de 13 unidades -- en el servicio exprés por la línea principal de 640 km que une la ciudad de Madrid con la de

racterísticas de marcha y a la elasticidad para el servicio. A continuación se extendieron pedidos con las industrias españolas por un total de 100 remolques de eje único y con la Casa Krauss-Maffei de Munich para la construcción de cinco locomotoras Diesel especiales, así como también con la Sociedad Española Babcock y Wilcox de Bilbao para otras cinco locomotoras que dicha empresa habría de construir según los diseños de Krauss-Maffei. Entretanto las cinco primeras locomotoras ya están trabajando en el servicio regular desde Agosto de 1964, mientras que las cinco restantes se hallan todavía en construcción en los talleres de Bilbao.

Si se las compara con las unidades americanas de los dos trenes construidos en 1949-50, las locomotoras de Krauss-Maffei tienen bastante más del doble de potencia y se distinguen por estar dotadas de transmisión Diesel-hidráulica en lugar de Diesel-eléctrica. El hecho de que vayan exclusivamente destinadas a prestar servicio en las más importantes líneas principales de la Renfe permitió adoptar en ellas una carga por eje de 18.500 kg, pero como al mismo tiempo se había especificado una disposición de cuatro ejes B-B el peso máximo admisible de las máquinas debió limitarse a 74 toneladas.

A parte de la limitación derivada de tener que instalar este peso en cuatro ejes, en el proyecto de las máquinas se tuvieron que resolver además otros problemas capitales pues por una parte se requería que la potencia de las mismas fuera proporcionalmente muy creci-

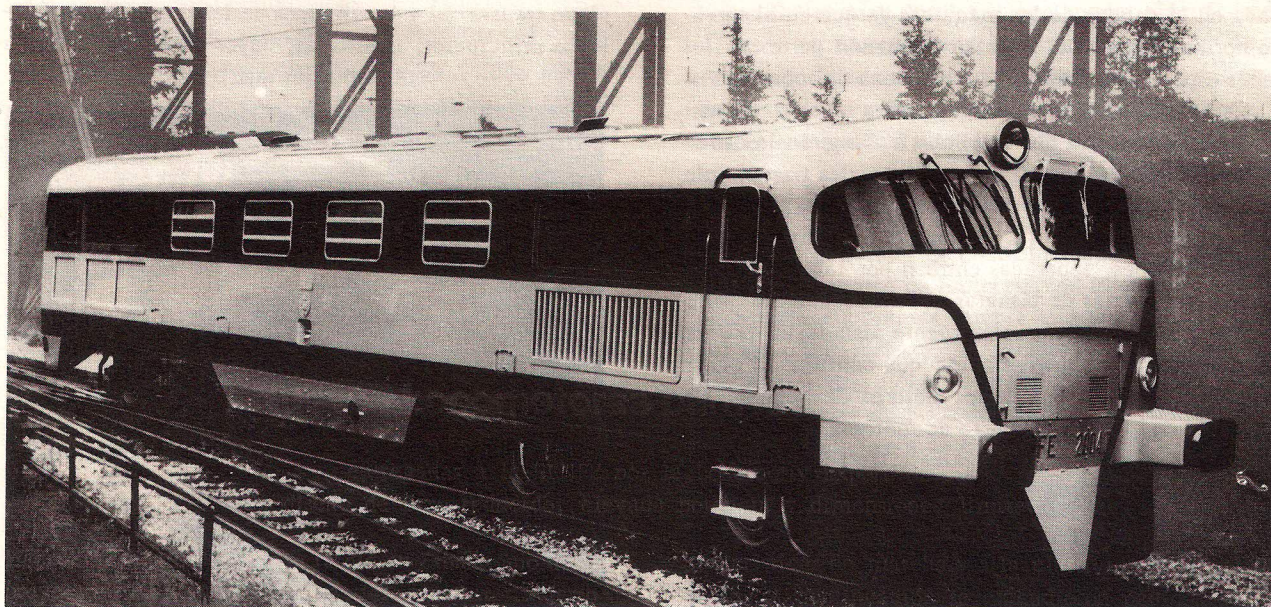


Fig. 1 - Locomotora ML 2400 B'B' para los trenes Talgo

Irún, la Renfe decidió que era justificado pasar a incrementar substancialmente el servicio prestado por los trenes Talgo y a tal fin se emprendió en colaboración con la compañía Talgo la realización de los diseños para la construcción de nuevos trenes en los que se contenían diversas mejoras de importancia relativas a las ca-

da mientras que por otra las locomotoras tenían que ajustarse al perfil exterior de los propios remolques del tren Talgo, con lo que su altura máxima quedaba así limitada a 3.290 mm. Sin embargo, a pesar de todas estas restricciones se ha logrado instalar en las nuevas unidades una potencia total que queda muy poco por

debajo de los 3.000 CV suministrados por dos motores de tracción de 1.200 CV cada uno y dos grupos motor-generator de 250 CV para alimentar la instalación de aire acondicionado del tren y las instalaciones auxiliares.

Así pues, en las nuevas locomotoras se tiene una potencia instalada de 2.900 CV y un peso total de 74 toneladas con dos tercios del aprovisionamiento de combustible -- capacidad máxima 3.600 litros -- y el total de los aprovisionamientos de agua, 2.000 litros, y arena, 200 kg. De ello resulta en estas máquinas una relación potencia/peso de 39,2 CV por ton., equivalentes a 25,5 kg por CV. A causa de la restricción fijada para la altura del vehículo, el diámetro de las ruedas tenía que resultar por fuerza asimismo reducido y es de sólo 950 mm con llantas nuevas. La distancia entre los ejes de un bogie es de 3,2 m, la que existe entre los ejes de giro de los bogies, de 9,4 m, y la distancia máxima entre topes, de 17,450 m. En relación con el ancho de vía, que es de 1668 mm, se tiene una anchura máxima de 3,2 m. Finalmente, el máximo esfuerzo continuo de tracción se eleva a 20.800 kg a 19 km/h, equivalente a un coeficiente de adherencia del 28,2 % para una velocidad igual al 13,6 % de la velocidad máxima fijada en 140 km/h. Con un coeficiente de adherencia del 33 % el máximo esfuerzo de tracción en el arranque alcanza los 24.500 kg. A baja velocidad las locomotoras pueden circular por curvas de hasta 80 m de radio.

Disposición general

De modo distinto a como se acostumbra a tener en las locomotoras de las líneas europeas principales, las unidades Talgo sólo disponen de una cabina de mando situada en la cabeza de las máquinas ya que en el servicio normal éstas sólo trabajan formando parte de los trenes especiales, dispuestas en cabeza del convoy. Por la misma razón las locomotoras tienen un solo enganche posterior central del tipo Scharfenberg. En la cabeza, las máquinas llevan los topes laterales y un simple gancho de tracción para casos de emergencia.

La superestructura de las máquinas está dividida en cuatro secciones, separadas entre sí por tabiques intermedios con puertas de bisagras. Dichas secciones son: la cabina de mando, completamente aislada; un primer compartimiento de refrigeración que contiene el equipo refrigerador para uno de los motores de tracción; a continuación, un largo cuarto de motores en el que se alojan los dos motores principales y, situados entre am-

bos, los dos grupos auxiliares motor-generator; por último, un segundo compartimiento de refrigeración con el equipo refrigerador para el segundo motor principal y el correspondiente a los dos motores auxiliares. Esta última sección está cerrada al fondo por un tabique posterior que dispone de una puerta a través de la cual se puede pasar a los remolques del convoy. Las dos transmisiones hidráulicas, situadas en los cuartos de refrigeración, descansan sobre el bastidor y sobresalen del piso de la máquina. Bajo el bastidor y entre los bogies están colgados los depósitos de combustible.

A pesar de que debido a la necesidad de ajustarse al perfil exterior del tren Talgo y al hecho de tener instalada sólo una cabina delantera, su aspecto exterior es muy distinto, el diseño general y de detalle de estas locomotoras está basado en el de los modelos V 200 y V 200¹ de Krauss-Maffei que prestan servicio con entera satisfacción en la red de la Deutsche Bundesbahn (Ferrocarriles Federales Alemanes), de los cuales se hallan en servicio 106 unidades mientras que otras 30 están actualmente en construcción. Esta similitud se refiere especialmente al tipo de los bogies, llamado "de pivote ideal", es decir, con un sistema de barras y palancas cuyas articulaciones están equipadas con elementos silentblocks, que une el bastidor de la locomotora con el bogie y además guía a este último en su movimiento de rotación alrededor de su eje de giro ideal.

El bastidor de los bogies es una construcción de chapa totalmente soldada. Los cojinetes de rodillos de los ejes son interiores y se alojan en brazos de guía especiales, soportados por ballestas de suspensión independientes. En cada bogie, el bastidor de la locomotora descansa en ellos por dos puntos situados en un mismo plano transversal y localizados en las bridas de las ballestas principales, invertidas, cuyos espárragos tensores actúan sobre resortes espirales auxiliares.

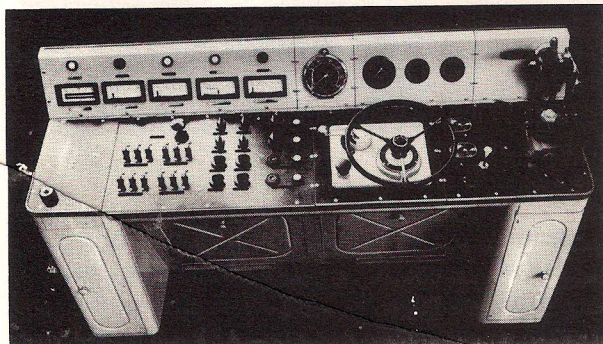


Fig. 2 - Armario de instrumentos

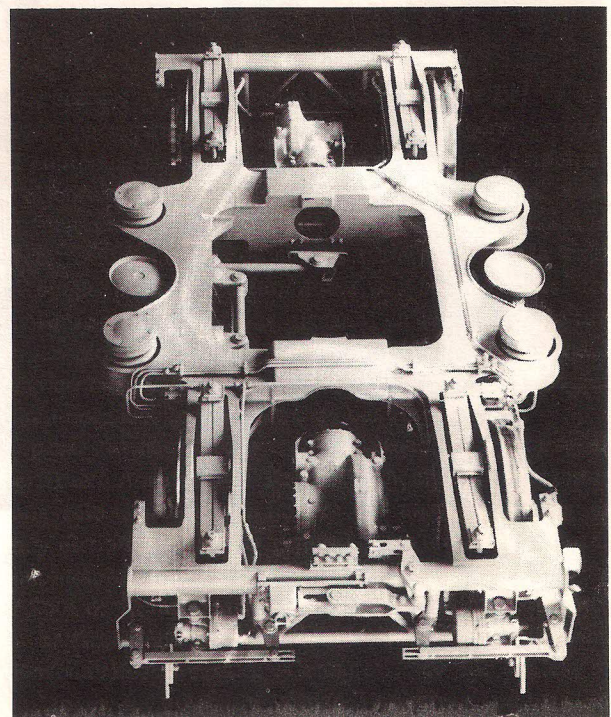


Fig. 3 - Bogie

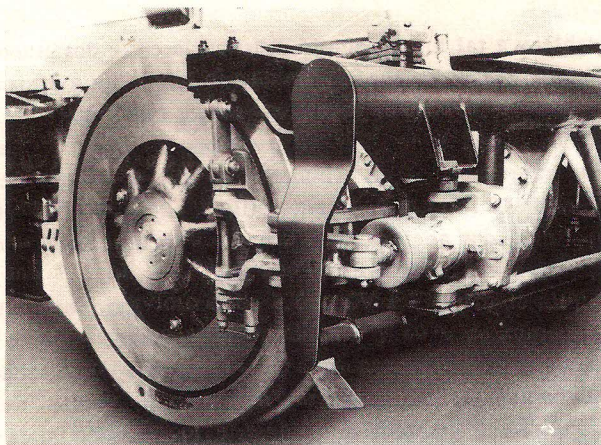


Fig. 4 - Eje completo

Una novedad relativa a los bogies es el uso de frenos de disco con discos dobles fijados a las caras interior y exterior de cada rueda. Se ha instalado un equipo de frenos Knorr KE. Por razones de ahorro de peso, el cuerpo de la válvula de mando de los frenos es de aluminio y del mismo tipo de las que llevan los remolques del tren Talgo. Existe un cilindro horizontal por cada rueda, y la válvula de mando trabaja conjuntamente con otra de relé y un pequeño depósito supletorio para cada uno de los bogies. En los cilindros de freno están incorporados pernos de reajuste que hasta una carrera máxima de 6 mm permiten compensar automáticamente el juego que se crea entre los ferodos de las zapatas de frenado. En cada bogie se ha instalado asimismo un equipo anti-patinaje de la Casa Knorr. De modo distinto a como se tiene en los demás trenes de viajeros españoles, que están equipados con frenos de vacío, en las locomotoras del tren Talgo tanto el freno directo como el automático son de aire comprimido.

El aire comprimido necesario para alimentar el equipo de frenos, los mandos neumáticos y los demás equipos auxiliares lo suministran dos compresores de émbolo Knorr de cuatro cilindros y dos escalones tipo VV 160/200, accionados a través de correas trapezoidales por el árbol primario de las transmisiones principales. Cada uno de ellos suministra un caudal de aire de 1.200 litros por minuto a una presión de 10 kg/cm^2 girando a 2.000 r.p.m.

La superestructura de la máquina es autosustentante, con bastidor, paredes laterales y techo formando una única caja soldada eléctricamente en la que también están incorporadas las torretas de giro y la cabina de mando. Sobre el bastidor están soldados los apoyos en los que a su vez descansan elásticamente los dos motores de tracción y los dos grupos auxiliares.

Equipo propulsor

Como elementos propulsores se han instalado dos motores Maybach MD 650 de 12 cilindros $185 \times 200 \text{ mm}$ con una potencia UIC de 1.200 CV a 1.500 r.p.m. La potencia de servicio es de 1.065 CV a 1.000 r.p.m. de altura, 32°C de temperatura ambiente y 60 % de humedad. Dichos motores están sobrealimentados pero carecen de sistema de refrigeración para el aire de admisión. El aire se aspira por el techo a través de filtros y el corto tubo de escape sale al exterior asimismo por el techo.

Para cada uno de los motores de tracción existe un grupo refrigerador Behr con paneles radiadores dispuestos en V. El aire de refrigeración es aspirado a través de persianas laterales cuya abertura se gradúa automáticamente de acuerdo con la temperatura del agua refrigerante. El accionamiento de los ventiladores es hidrostático y corre a cargo de una bomba que a su vez está accionada por el árbol primario de la transmisión; un termostato controla la velocidad del motor hidrostático y de los ventiladores. Cuando la temperatura final del agua de refrigeración llega a los 78°C las persianas laterales están completamente abiertas; entonces los ventiladores se aceleran y para una temperatura del agua igual a 82°C llegan a alcanzar el máximo número de revoluciones. Si la temperatura sigue aumentando, al llegar a 86°C el motor afectado pasa a girar en vacío de modo automático.

En su circuito correspondiente el agua circula desde los radiadores hasta los bloques de cilindros del motor a través de los cambiadores de calor para el aceite de la transmisión y el lubricante del motor. Para evitar tener que arrancar estando el motor frío o eliminar el peligro de heladas, se ha instalado un equipo de precalentamiento del agua de refrigeración con calentadores eléctricos de inmersión de 18 kW para cada motor. Al oprimir el botón de puesta en marcha del motor se pone a trabajar una bomba de lubricación preliminar y el sistema de arranque no empieza a hacer girar aquel hasta que la presión del lubricante en el circuito principal no se ha elevado lo suficiente.

A pesar de que los tres depósitos de combustible están conectados entre sí, el sistema de combustible dispone de una bomba de alimentación por cada uno -- cuya capacidad es de 1.200 l --, accionada eléctricamente; desde las bombas hasta los respectivos puntos de admisión, los circuitos de combustible para los dos motores de tracción y los dos auxiliares son comunes en las tres. El combustible que alimenta los motores principales circula en cada uno a través de un filtro doble Knecht y una válvula de cierre de acción rápida.

El equipo de aviso y de control situado en la cabina de mando y el cuarto de motores, con su sistema de señales acústicas y ópticas, afecta a la temperatura y nivel del agua refrigerante, la temperatura y presión del lubricante, la velocidad de los motores y la temperatura del aceite de las transmisiones. El equipo instalado en la cabina es muy completo y de él forman parte, además de las luces de señales para los controles mencionados y del volante de marchas, del tipo corriente, una palanca para la inversión del sentido de la marcha y otras dos para accionar las válvulas de freno (el de acción directa y el automático), un indicador de la velocidad de marcha, un amperímetro para la batería, otro para el circuito de corriente alterna, un frecuencímetro, un voltímetro, los manómetros para los depósitos principales de aire, tubería de conexión al tren y cilindros de freno, y en fin, las lámparas indicadoras para señalar la posición del inversor, el grupo auxiliar que está trabajando, ídem. el motor de tracción y el funcionamiento del equipo de seguridad de marcha Sifa.

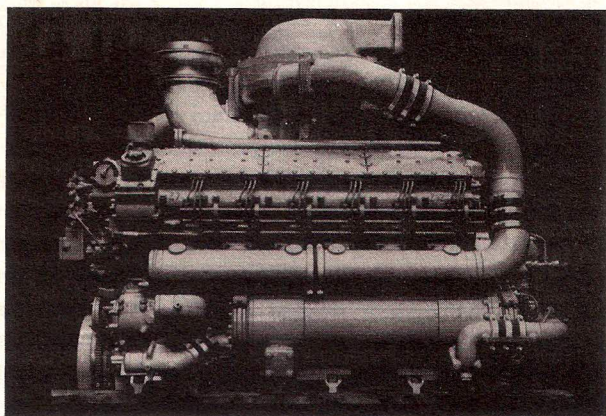


Fig. 5 - Maybach 650

Transmisión

Un acoplamiento elástico y un corto árbol cardán unen el motor y la transmisión hidráulica Mekydro K. 104 de cuatro escalones que se apoya en cuatro puntos sobre el bastidor de la locomotora. El hecho de que los engranajes de salida de la misma se hallen situados sobre el centro del bogie, entre los ejes, hace que sólo se necesiten otros dos cortos árboles cardán para transmitir el par motor en ambos sentidos a los dos ejes del bogie, en cada uno de los cuales está instalado un grupo de ataque Maybach C 33 de engranajes cónicos; dichos árboles (de 855 mm de longitud) deben compensar sin embargo el movimiento relativo que existe entre el piso de la locomotora y el plano de los bogies. Todos los árboles cardán son de la Casa Gelenkwellenbau, modelo 367/5. El cambio de un escalón a otro ocurre automáticamente a las velocidades de 30, 45 y 75 km/h, y la cuarta marcha trabaja entre esta última velocidad y la máxima, fijada en 140 km/h. El momento de reacción que se tiene en las cajas de los grupos de ataque debido al par de giro de los ejes es absorbido por brazos dobles de acero que en su extremo exterior llevan un casquillo del tipo silentbloc situado entre los dos; este casquillo está a la misma altura de los centros de los ejes.

El control de las marchas se realiza mediante un volante del tipo corriente situado en la cabina de mando que combina la potencia con la velocidad de marcha para determinar la adecuada inyección de combustible en los motores y el correspondiente grupo de engranajes en las transmisiones, trabajando a través de un sistema electro-neumático de 16 puntos. También forman parte del sistema de control un aparato de seguridad de marcha Sifa -- que puede trabajar además como equipo de hombre muerto -- y un equipo antipatinaje que actúa sobre uno de los ejes de cada bogie.

Grupos auxiliares

Para satisfacer las elevadas necesidades de potencia requeridas por el sistema de acondicionamiento de aire del tren Talgo -- cuyas nuevas composiciones llevan un total de 10 a 14 unidades de remolque --, alumbrado y otros servicios auxiliares, había que instalar en la locomotora una fuente de potencia de capacidad conside-

table, y a tal fin se decidió distribuirla entre dos grupos motor-generador que están situados uno frente a otro en el centro de la máquina, entre los dos motores de tracción. Cada grupo está compuesto por un motor Diesel Daimler-Benz de seis cilindros y aspiración libre modelo MB 846 A con una potencia UIC de 250 CV a 1.500 r.p.m., que acciona un alternador trifásico Kaick de 175 kVA, 220/380 volt y 50 ciclos.

Los sistemas de refrigeración de estos dos motores están combinados en un solo grupo radiador situado en la cola de la máquina que dispone de un ventilador de techo único accionado hidrostáticamente. En el circuito del agua de refrigeración se ha intercalado también un calentador de agua Webasto que trabaja con aceite combustible. A través de las tomas de corriente de que dispone la locomotora exteriormente es posible alimentar desde una fuente exterior los precalentadores eléctricos correspondientes a los motores principales y por lo tanto precalentar éstos al mismo tiempo que el aparato Webasto precalienta el agua refrigerante de los motores auxiliares, los cuales no pueden arrancar hasta que la temperatura del agua no ha alcanzado los 40° C. Las mismas tomas de corriente permiten cargar la batería sin que para ello hayan de funcionar necesariamente los grupos electrogénos. Aparte de suministrar la energía eléctrica necesaria para los servicios del tren, los alternadores alimentan asimismo a través de un rectificador de selenio que transforma la corriente alterna en continua, varios equipos auxiliares de la locomotora como son, por ejemplo, el de precalentamiento del agua de refrigeración de los motores principales, la batería de 24 volt y 600 Ah, el sistema de arranque de los motores de tracción, el aparato de calefacción de la cabina de mando y los sistemas de aviso y de control.

Rendimientos

Las cinco locomotoras construidas por Krauss-Maffei han emprendido el servicio regular durante el mes de Agosto de 1964 después de haber estado rodando durante un período de prueba con trenes especiales. Los nuevos trenes Talgo circulan actualmente por la línea de Madrid a Irún y otras líneas principales. Entre tanto se han realizado varias series de pruebas para determinar sus rendimientos tanto con los nuevos remolques Talgo en sus composiciones actuales como en otros recorridos especiales en el transcurso de los cuales el enganche Scharfenberg se reemplazó temporalmente por un gancho de tracción para comprobar la posibilidad de arrastrar con las máquinas trenes más pesados.

En uno de estos casos se llegó a arrastrar un tren de mercancías de 660 ton. y en varios de los arranques se registraron esfuerzos de tracción de hasta 22.000 / 22.500 kg para los puntos 11 y 12, equivalentes a un coeficiente de adherencia superior al 30 %. A continuación se relacionan los esfuerzos medios de tracción obtenidos en varias de las pruebas con el punto 16: 10.150 kg a 37 km/h; 9.350 kg a 41 km/h; 8.400 kg a 49 km/h; 7.550 a 7.850 kg, a 50/51 km/h; 6.400 kg a 58 km/h; 5.900 kg a 62 km/h y 5.900 kg a 63/64 km/h.