

Una de las partidas más importantes previstas en el Plan de Transporte Ferroviario es la relativa al material. Sobre este tema, Abraham Ventero Covarrubias, director de Material de RENFE, ha presentado una ponencia en el Seminario organizado por la Fundación de los Ferrocarriles Españoles en Sevilla sobre las grandes realizaciones de transporte terrestre en España e Iberoamérica. Por su gran interés, la ofrecemos íntegramente a los lectores de VIA LIBRE.

# Nuevo material ferroviario español

Abraham Ventero Covarrubias

**L**A filosofía de adquisición del nuevo material ferroviario de RENFE está determinada por el *Plan de Transporte Ferroviario (PTF)*, que fue aprobado por el Consejo de Ministros del Gobierno español celebrado el día 30 de abril del presente año 1987.

El PTF es un *instrumento básico de planificación estratégica* concebido como cursos posibles de acción acordes con los objetivos operativos inmediatos. El horizonte del PTF se ha fijado en el *año 2000*, por lo que la planificación estratégica a largo plazo se complementará con *programas plurianuales*, que permiten analizar las actuaciones emprendidas y las que resten por emprender en función de los resultados obtenidos, instrumentando, en definitiva, un sistema de planificación flexible coherente con la rápida evolución de la sociedad actual.

La *inversión* total prevista en el PTF es de casi 2,1 billones de pesetas del año 1986. Casi una cuarta parte de esta cifra corresponde a inversiones en material motor y remolcado, incluyendo tanto el de nueva construcción como el de acondicionamiento y modernización del material existente. La inversión correspondiente al material supera el medio billón de pesetas, siendo exactamente de 546.300 millones de pesetas, lo cual supone una inversión media anual del orden de 35.000 millones, valorada en pesetas de 1986, cifra que equivale a 280 millones de dólares en cada año, por término medio.

Esta importante inversión en ma-



Abraham Ventero Covarrubias, director de Material de RENFE.

terial motor y remolcado prevista en el PTF da origen a unas perspectivas muy importantes de construc-

ción de nuevo material y mejora del existente, que vamos a analizar a lo largo de este trabajo.

## El material motor y remolcado de RENFE en la actualidad

RENFE explota actualmente 12.723 kilómetros de líneas, de las que el 49,5 por 100 están electrificadas. En el año 1986, el tráfico de viajeros fue de 15.646 millones de viajeros-kilómetro, y el de mercancías asciende a 11.299 millones de toneladas-kilómetro. El 76,4 por ciento del tráfico total se efectúa con tracción eléctrica.

Para realizar este tráfico, RENFE cuenta con el siguiente material:

- 623 locomotoras eléctricas.
- 398 locomotoras Diesel de línea.
- 379 locomotoras Diesel de maniobra.
- 504 trenes eléctricos.
- 215 trenes Diesel.
- 2.413 coches y furgones.
- 663 remolques Talgo.
- 35.252 vagones de RENFE.



El electrotrén basculante, único vehículo con tracción eléctrica capaz de circular a más de 160 km/h. en la actualidad.



Locomotora Diesel 354 del Talgo Pendular concebidas para circular a 180 km/h.

9.401 vagones de propiedad particular.

## Las directrices del PTF

La definición del futuro material de RENFE, así como la modernización del material existente, va a estar fundamentada en las directrices determinadas por el PTF.

Respecto al tráfico de *viajeros*, las directrices del Plan marcan un fuerte desarrollo de los siguientes servicios:

- Trenes diurnos de largo recorrido del tipo Intercity a *alta velocidad*.
- Trenes nocturnos de largo recorrido con un fuerte incremento de las *plazas acostadas*.
- Trenes de *cercanías* para desplazamientos cortos en las grandes áreas urbanas.

Las directrices del PTF en relación con el tráfico de *mercancías* se refieren principalmente a los aspectos siguientes:

- Una política orientada hacia el transporte de *grandes masas* (flujos superiores a 100.000 toneladas anuales) y de masas transportadas a *grandes distancias* (más de 100.000 toneladas a más de 150 km). Esta política permitirá un mayor desarrollo de los *trenes puros* de mercancías, que constituyen el producto ferroviario más competitivo.
- Reducción del plazo del transporte, para lo que es necesario aumentar la *velocidad* de los trenes de mercancías.
- Fomento del tráfico *intermodal* mediante el desarrollo de las técnicas adecuadas y de centros de intercambio modal.

— Evitar rupturas de carga creando y desarrollando infraestructuras ferroviarias *terminales* particulares que permitan el acceso a las instalaciones de los clientes y a los puertos marítimos.

— Incremento del tráfico internacional como consecuencia de la incorporación de España a la CEE, por lo que hay que atender especialmente la problemática derivada del diferente *ancho de vía español*.

A continuación se expondrán la política y filosofía que se aplicarán al material motor y remolcado, tanto en el caso de nueva construcción como en el de modernización del existente, para ajustarse a las directrices marcadas por el PTF.

## La alta velocidad

La alta velocidad constituye el aspecto más destacable del PTF. En esta cuestión, el PTF opta por una alternativa claramente de *«ruptura»*, en lugar de limitarse con una alternativa que podría denominarse *«tendencial»* y que hubiera mantenido al ferrocarril simplemente en su línea de tendencia actual. Las inversiones de ruptura cambiarán sustancialmente el servicio ferroviario y entre ellas destacan las siguientes:

- El nuevo acceso a Andalucía por la variante de Brazatortas.
- El nuevo acceso al Norte y Noroeste de España por la variante de Guadarrama, así como la nueva variante de Bilbao.
- El actual triángulo Madrid-Barcelona-Valencia.

*El nuevo acceso a Andalucía, concebido para solucionar el cuello*

de botella más importante de la Red actual, permitirá una radical modernización del servicio al Sudoeste de España, al diseñarse para unas velocidades máximas de hasta 250 km/h. y acortar las distancias actuales en 92 km. De esta forma se conseguirá reducir el tiempo de viaje de Madrid a Sevilla a tres horas, es decir, la mitad del mejor servicio actual, estableciendo así una ruptura del concepto tradicional del servicio ferroviario.

El nuevo acceso al Norte y Noroeste de España estará concebido para velocidades de 200 km/h. y permitirá reducir los tiempos actuales en más de una hora, beneficiando a los servicios dirigidos hacia Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Castilla-León, La Rioja y Navarra. La velocidad máxima de 200 km/h. también se aplicará en el triángulo Madrid-Barcelona-Valencia, mediante una adecuación de su infraestructura.

Estas directrices del PTF hacia servicios de alta velocidad exige la concepción de una *nueva generación* de locomotoras eléctricas y trenes de alta velocidad aptos para circular, respectivamente, a 200 y 250 km/h. En este sentido conviene destacar que actualmente RENFE no posee ninguna locomotora ni tren autopropulsado aptos para circular a 200 km/h.

La elevación de la velocidad máxima desde 140 a 160 km/h. tuvo lugar el día 1 de junio de 1986 en el triángulo Madrid-Barcelona-Valencia, incluyendo el ramal de Alicante, y durante 1987 se ha extendido a ciertos trayectos de las líneas Madrid-Irún, Madrid-León y Madrid-Sevilla. La implantación de los 160 km/h. ha sido posible gracias a la visión de futuro que ha existido durante la última década en los organismos técnicos responsables de la concepción del nuevo material, y que permitió realizar el diseño y construcción de una generación de material apto para 160 km/h. bastante antes de que se empezara a concebir la aplicación comercial de

esta velocidad máxima en las principales líneas de RENFE. De esta forma, RENFE se ha integrado ya en el club de administraciones ferroviarias que practican en servicio comercial velocidades máximas iguales o superiores a los 160 km/h. El número de ferrocarriles que forman este club de los 160 km/h., o velocidades superiores, es solamente una docena, aproximadamente, en todo el mundo, y entre los cuales se encuentra ya nuestra Red.

## Los 180 km/h. en RENFE

En estos momentos, RENFE está estudiando la implantación de la velocidad máxima de 180 km/h. en determinados servicios, para lo cual se está desarrollando un plan de pruebas a alta velocidad, que se está ejecutando a lo largo del presente año 1987 y que continuará en 1988. La operación de elevación de la velocidad máxima de 160 a 180 km/h. es bastante *más difícil* que la anterior de 140 a 160 km/h. En efecto, hay bastantes parámetros que aumentan con el cuadrado de la velocidad, como son las distancias de parada, la energía a disipar durante el frenado y el radio de las curvas, mientras que la potencia necesaria para la tracción se eleva con el cubo de la velocidad. Por ello, la implantación de los 180 km/h. en el momento actual es solamente posible en determinadas líneas con radios de curva muy amplios y con un perfil casi horizontal, como es el caso del trayecto Alcázar de San Juan-La Encina. Además, la distancia de parada necesaria a 180 km/h. exige disponer de dos cantones de señalización, lo que lleva a introducir un sistema con cuatro indicaciones (rojo, amarillo, verde y verde intermitente).

Desde el punto de vista de Material, los *vehículos aptos* para poder circular actualmente a 180 km/h., bien por su concepción original o bien introduciendo en ellos



las modificaciones oportunas, son los siguientes:

— Los trenes *Talgo Pendular* remolcados por las locomotoras Diesel de la serie 354, ya que este material motor y remolcado está concebido para 180 km/h. Las locomotoras Diesel 353 también son aptas para 180 km/h., pero su menor potencia no las hace aconsejables para estos servicios de alta velocidad.

— Los modernos y confortables *coches de viajeros* de las series 9.000 y 10.000 están autorizados para 160 km/h., pero es previsible que los resultados de las pruebas que se van a realizar permitan su circulación a mayor velocidad, para lo que será probablemente necesario introducir algunas modificaciones en sus bogies.

— Dado que RENFE no tiene actualmente ninguna locomotora eléctrica apta para circular a más de 160 km/h., se está realizando la *transformación* de las cuatro locomotoras chopper de la *serie 269-600* para que puedan circular a 200 km/h. Esta operación implica la sustitución de los bogies actuales por otros nuevos concebidos para alta velocidad. Dada la importancia de la transformación a realizar, el plazo necesario para su ejecución es de un año aproximadamente, estando previsto terminar la transformación de las primeras locomotoras en los primeros meses de 1988. El interés fundamental de esta transformación es que RENFE pueda disponer, en un relativamente breve plazo, de un pequeño parque de locomotoras eléctricas de 200 km/h. para poder efectuar ensayos de alta velocidad, e incluso poder implantar algún servicio comercial de alta velocidad con coches 9.000 y 10.000.

— RENFE posee un *electrotrén basculante* apto para 180 km/h., siendo así el único vehículo con tracción eléctrica capaz de circular a más de 160 km/h. en la actualidad. Por ello, se está utilizando este electrotrén para realizar las pruebas de captación de energía eléctrica, y



Locomotoras eléctricas de las series 251 y 269, dos de los modelos del parque de RENFE, formado por 623 máquinas.

poder determinar así cuál es el sistema pantógrafo-catenaria más adecuado para circular a 180, e incluso 200 km/h.

— Se han efectuado ya, en el trayecto Villarrobledo-Minaya, situado en la línea Alcázar de San Juan-Albacete, *ensayos a 180 km/h.*, alcanzándose incluso velocidades máximas de 200 km/h. En estos ensayos se ha verificado el funcionamiento del sistema catenaria-pantógrafo y del sistema ASFA, así como la estabilidad del tren *Talgo Pendular* remolcado por una locomotora Diesel de la serie 354. La realización de estos ensayos se continuará durante el presente otoño, incluyéndose también los correspondientes a la medida de la estabilidad de los modernos coches de viajeros de las series 9.000 y 10.000, y la comprobación de otras características fundamentales en la explotación ferroviaria de

alta velocidad, tales como el frenado, el cruce de trenes, la resistencia al avance, el funcionamiento correcto del aire acondicionado, los ruidos, etcétera.

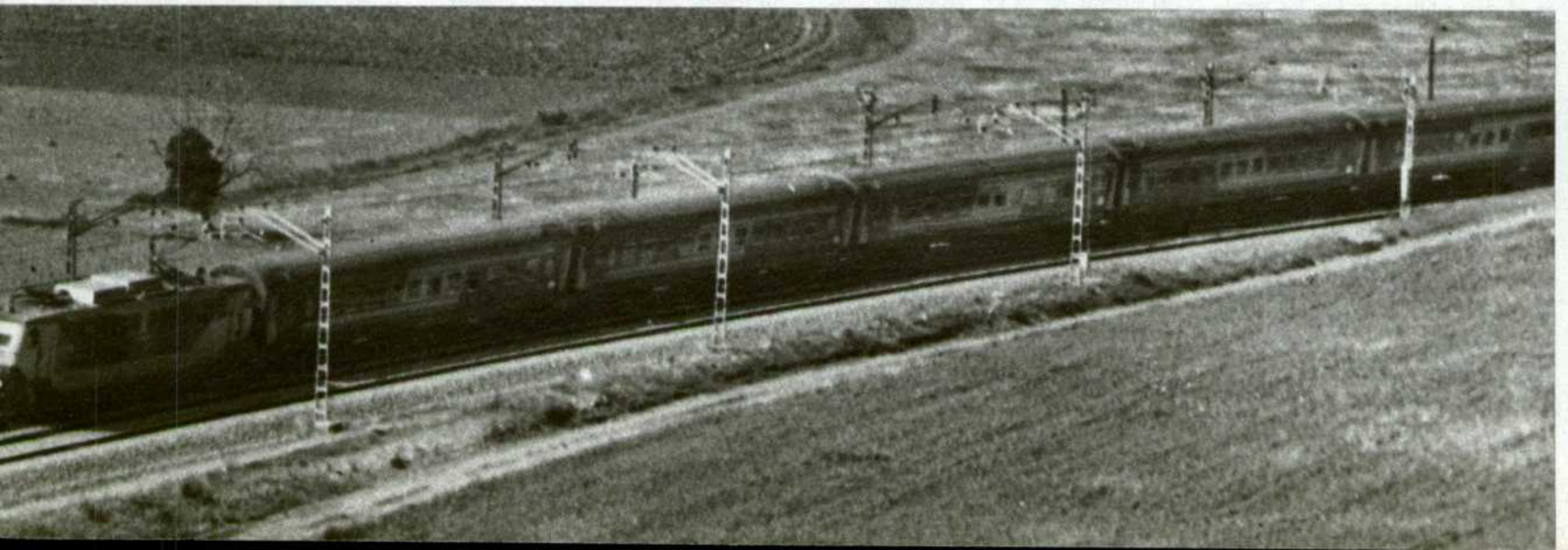
## Una nueva generación de material

La implantación de servicios intercity a alta velocidad prevista en el PTF, tanto en las variantes de nueva construcción como en las líneas principales de la Red básica actual, exige la inmediata construcción de una *nueva generación de material motor eléctrico de alta velocidad y de gran potencia*. Este nuevo material tendrá características muy diferentes a la del material existente. Está prevista la adquisición de las dos siguientes clases de nuevo material de alta velocidad:

— *Locomotoras eléctricas* aptas para remolcar trenes a 200 km/h.  
— *Trenes de alta velocidad (TAV)* capaces de circular a 250 km/h.

Tanto las locomotoras como los TAV serán eléctricos. En efecto, las grandes potencias necesarias para la alta velocidad exigen la tracción eléctrica, ya que no sería posible prácticamente instalar esas potencias tan elevadas si se utilizase la tracción Diesel. Los servicios de alta velocidad existentes en el mundo, desde 200 hasta 270 km/h., se efectúan casi siempre con tracción eléctrica. Es el caso de Francia, Japón, Alemania, Italia y Estados Unidos. La única excepción la constituye, por el momento, Gran Bretaña, don-

*Locomotora eléctrica serie 250, remolcando el tren rápido Madrid-Barcelona con coches 9.000.*

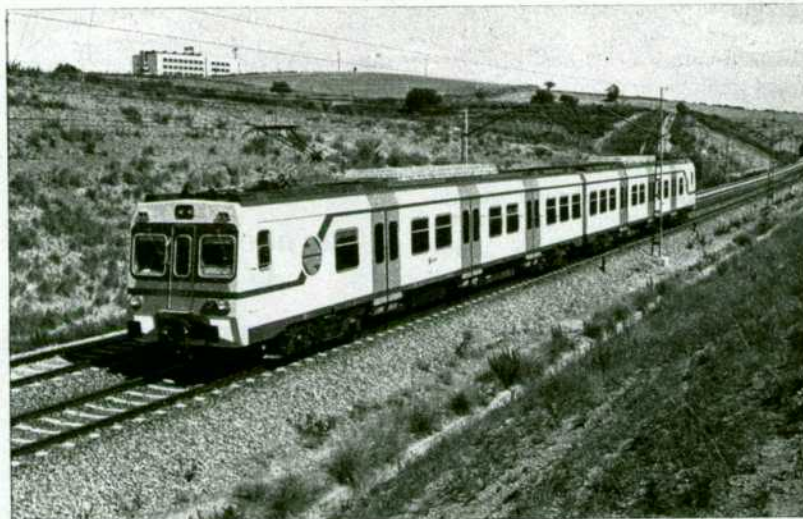




Unidad 440, que con 255 unidades se utiliza en servicios de cercanías de las grandes ciudades, en servicios regionales y rápidos. A su lado, el prototipo de unidad CDTI.

de el HST es de tracción Diesel, pero hay que resaltar que las dos líneas donde estos trenes alcanzan los 200 km/h. son prácticamente llanas, y que la electrificación de las líneas británicas ha sido mucho menor que en el continente. Actualmente, los BR están electrificando la línea de la costa Este, con lo que allí los HST serán sustituidos, en un futuro no lejano, por trenes de alta velocidad remolcados por locomotoras eléctricas.

Está previsto utilizar el sistema de electrificación a 25 kV. y 50 Hz. en la nueva línea de Andalucía por Brazatortas, a causa de las grandes potencias exigidas por la alta velocidad, lo que supone un importante ahorro en las inversiones a efectuar en las instalaciones fijas de electrificación. Otro aspecto importante a considerar es que el delicado problema de la captación de corriente entre pantógrafo y catenaria está resuelto en el sistema de 25 kV., que es el que utilizan todos los trenes que actualmente circulan en servicio comercial a más de 200 km/h., mientras que la experiencia de captación a alta velocidad con corriente continua es todavía muy reducida. También conviene señalar que la introducción de este nuevo sistema en RENFE conducirá en el futuro a poder electrificar con corriente alterna líneas cuya electrificación no podría justificarse económicamente en corriente continua. Hoy, en 1987, hay que lamentar que la decisión de implantar los 25 kV. a 50 Hz. no se hubiera tomado hace dos o tres décadas.



Unidad CDTI, de la que, una vez introducidas las modificaciones aconsejadas por la experiencia, se construirán 50 unidades para cercanías urbanas.

Desde el punto de vista de la concepción del nuevo material motor, esta decisión de RENFE de utilizar el sistema de 25 kV. en la nueva línea de alta velocidad de Andalucía, exige que todo el material que vaya a circular por dicha línea ha de ser *bicorriente*, es decir, apto para poder circular bajo catenaria tanto de 25 kV. como de 3 kV., ya que, aunque la nueva línea esté electrificada en corriente alterna, las penetraciones en Madrid y Córdoba serán las actuales, electrificadas con corriente continua, y además los trenes han de seguir su recorrido hacia Sevilla y otras ciudades andaluzas.

Los modernos equipos electrónicos de tracción permiten una concepción relativamente sencilla de los

vehículos motores bicorrientes. En efecto, es suficiente añadir un transformador para reducir la tensión y un puente rectificador para convertir la corriente alterna en continua, con lo cual se consigue poder utilizar el mismo equipo de tracción tanto en el caso de circular bajo catenaria de corriente continua como en el de corriente alterna. El aspecto más crítico de esta solución está en el *peso del vehículo motor*, ya que la adición del transformador y el rectificador supone un incremento de varias toneladas, sin que sea posible superar unos pesos por eje determinados, lo cual presenta dificultades en la concepción y construcción de dichos vehículos motores bicorrientes.

La puesta en servicio de la nueva línea de Andalucía, prevista para los importantes acontecimientos del año 1992, concede un plazo muy reducido de solamente unos cuatro años, para la concepción, proyecto y construcción del nuevo material de gran velocidad, lo que exigirá probablemente la transferencia, por parte de nuestra industria, de alguna *tecnología extranjera* que esté avalada por una experiencia satisfactoria y amplia en el país de origen, e introduciendo las modificaciones indispensables para adaptar esa tecnología a las condiciones de explotación españolas.

## Las nuevas locomotoras eléctricas

Las *características básicas* previstas para las nuevas locomotoras de alta velocidad son las siguientes:

- Tipo: BB, dos bogies con dos ejes cada uno.
- Alimentación: Bicorrientes, 25 kV./3.000 V.
- Velocidad máxima: 200 km/h.
- Masa: 90 toneladas, como máximo.
- Potencia: 5.500 k/W, como mínimo.

Estas locomotoras serán *capaces de arrastrar*:

- Trenes de viajeros de 500 toneladas, a 200 km/h. en horizontal y con una aceleración residual de 5 cm/s<sup>2</sup>.
- Trenes de mercancías de 750 toneladas en rampas de 20 milésimas a 80 km/h.

El *servicio universal* exigido a estas locomotoras, es decir, su aptitud para remolcar trenes de viajeros y mercancías sin recurrir al uso de los complicados bogies birreductores, obliga a que la locomotora pueda desarrollar su potencia nominal en un intervalo muy amplio de velocidades. Esta condición, junto con el elevado valor de la potencia, exige utilizar *motores de tracción trifásicos*. Estos motores tienen la importante ventaja de eliminar el colector, que es el punto más débil de los motores actuales.

El freno neumático será apto para remolcar sólo trenes enfrenados por *aire comprimido*. Además, las locomotoras tendrán un freno eléctrico de alta potencia, concebido para ser utilizado como freno de retención en el descenso de fuertes pendientes y como freno de parada, actuando entonces conjugando con el freno de aire comprimido del tren.

## Los trenes de alta velocidad

Los futuros Trenes de Alta Velocidad, denominados TAV, serán bicorrientes, es decir, aptos para poder circular bajo catenarias de 25 y 3 kV. y su velocidad máxima será de 250 km/h. Estarán formados por *dos cabezas tractoras* con un número de coches intermedios adecuado para transportar 300 viajeros, aproximadamente.

La nueva línea de Andalucía tiene largas rampas de 12 milésimas, necesarias para salvar el desnivel entre el valle del Guadalquivir y la meseta de Castilla, lo cual exige que la potencia del tren sea muy alta con objeto de poder subir esta rampa a una velocidad muy elevada, lo cual es necesario para poder cubrir el objetivo marcado por el PTF de efectuar el recorrido Madrid-Córdoba en dos horas a la velocidad comercial de 177 km/h.

La masa por eje motor del TAV no puede superar las 17 toneladas. La exigencia de dos cabezas tractoras, una en cada extremo del tren, tiene como objetivos el conseguir una mayor fiabilidad en el servicio y un menor peso por eje, al poder distribuir la potencia instalada entre un mayor número de ejes. El concepto de cabeza tractora ha de interpretarse con flexibilidad, puesto que podría admitirse que cada cabeza tractora sea en realidad una unidad tractora formada por más de un coche motor.

## La electrónica de potencia

Los equipos electrónicos de potencia de los TAV y también de las nuevas locomotoras serán electrónicos, constituidos a base de tiristores y diodos. Tanto las locomotoras como los TAV tendrán varios *grupos de potencia* independientes, pudiéndose eliminar uno o varios de esos grupos en caso de avería. Cada grupo de tracción estará constituido por un convertidor electrónico de potencia y los motores de tracción alimentados por dicho convertidor.

La aplicación de la electrónica de potencia en RENFE es ya una realidad irreversible. RENFE tiene ya 156 *vehículos motores* con electrónica de potencia, entre los que hay que destacar las 30 locomotoras eléctricas de la serie 251, con equipo chopper. Estas locomotoras constituyen la primera serie de locomotoras de RENFE dotadas en su totalidad con chopper. Prestan servicio en las líneas de Asturias, donde remolcan trenes de unas 1.000

toneladas en el difícil puerto de Pajares. El funcionamiento de los equipos chopper de estas locomotoras es totalmente satisfactorio. Otra aplicación muy importante de la electrónica de potencia en RENFE la constituyen los 605 *convertidores estáticos* de los coches de viajeros, de los que unos 420 están en servicio y el resto en construcción. En total, RENFE tiene ya más de 10.200 semiconductores de potencia instalados en sus vehículos motores y casi 30.000 en los coches de viajeros, lo que supone ya una muy notable *experiencia* con equipos electrónicos de potencia. En el futuro, todo el material motor de nueva concepción estará siempre dotado con *equipos de tracción electrónicos*, bien en forma de chopper, bien con motores trifásicos alimentados con convertidores de frecuencia.

## Los servicios de cercanías y regionales

Los servicios de cercanías constituyen otras de las directrices fundamentales del PTF. Las cercanías urbanas responden a la necesidad de movilidad obligada por motivos de trabajo, estudio, compras, etcétera, entre el centro de los grandes núcleos urbanos y sus poblaciones periféricas. El PTF contempla explícitamente el desarrollo de las redes de cercanías de Madrid, Barcelona y Bilbao con una inversión en infraestructuras de casi 70.000 millones de pesetas.

RENFE posee un importante parque de unidades eléctricas, constituido fundamentalmente por la serie 440. Se han construido 255 unidades 440, que se utilizan con mucho éxito, tanto en servicios de cercanías de las grandes ciudades como en servicios regionales y rápidos. RENFE también tiene un importante parque de 156 unidades de la antigua serie 600, cuya vida se aproxima ya a los treinta y cinco años.

Las perspectivas del PTF respecto a la ampliación de los servicios de cercanías urbanas han conducido a concebir un prototipo de unidad de tren especialmente concebido para *cercanías urbanas*.

Se trata de la unidad denominada CDTI, construida con proyecto español, desarrollado dentro del marco de un contrato suscrito entre RENFE, TIFSA, CDTI y la mayoría de los constructores nacionales (CAF, MACOSA, Maquinista Terrestre y Marítima, CENEMESA y CONELEC). Esta unidad ha sido concebida para prestar servicios de cercanías urbanas, es decir, un transporte masivo de viajeros entre los grandes centros urbanos y zonas residenciales situadas en un radio de

unos 10 ó 20 kilómetros. Un ejemplo típico de su servicio de cercanías urbanas lo constituye el ferrocarril Aluche-Móstoles, que en un futuro no muy lejano llegará hasta la nueva estación de cercanías de Atocha.

Por ello, la unidad CDTI ha sido diseñada de acuerdo con los principios siguientes:

— La unidad está formada por tres coches, *motor-remolque-motor*. La existencia de dos coches motores permite obtener una aceleración muy alta y una gran fiabilidad en el servicio. Ambas características son fundamentales en unos servicios con paradas muy próximas entre sí y en zonas con alta densidad de circulación ferroviaria, donde una avería puede provocar un verdadero colapso en el servicio.

— Cada coche de la unidad tiene *tres puertas laterales*, con un estribo móvil, para facilitar el rápido movimiento de los viajeros en estaciones

en las que se introducirán las modificaciones aconsejadas por la experiencia en la explotación de la unidad prototipo y en las que también se aplicará una nueva y moderna decoración exterior e interior, realizada por una empresa especialista en estos temas.

## Coches de dos pisos

Cuando se trata de realizar servicios de cercanías no urbanas, es decir, a distancias del orden de 50 km. desde el centro de la ciudad, el mayor tiempo de recorrido exige incrementar el número de plazas sentadas. Los coches de dos pisos aportan una interesante solución a esta cuestión, al poder ofrecer un mayor número de asientos para una misma longitud de tren. Por ello, RENFE tiene prevista la próxima adquisición de ramas formadas por coches de dos pisos con aire acondicionado, utilizando para su remolque una



Locomotora 251 primera serie, dotada en su totalidad con equipo chopper.

con diferentes alturas de andenes. La distribución interior también está concebida para servicios de cercanías urbanas, por lo que la unidad carece de aseos y de departamento furgón, estando todo el espacio útil dedicado al transporte de viajeros.

— El equipo eléctrico de tracción es *chopper*, lo que permite un sensible ahorro de energía, especialmente en este tipo de servicio de cercanías urbanas con paradas muy próximas entre sí.

La unidad prototipo ha sido recepcionada en enero de 1987 y presta servicio comercial en las cercanías de Madrid. En la actualidad se va a comenzar la construcción de una primera serie de 50 unidades,

locomotora existente de la serie 269, o bien automotrices de dos pisos concebidas especialmente para este fin. Los coches de dos pisos previstos serán similares a los utilizados en las cercanías de París, pero las mayores temperaturas existentes en España aconsejan la introducción del aire acondicionado para aumentar el confort de los viajeros. La potencia del equipo de aire acondicionado es muy elevada a causa del gran número de viajeros de cada coche y de las temperaturas extremas que se registran en España, lo que exige la instalación de convertidores estáticos en los coches de dos pisos de mayor potencia que la utilizada en los coches 9.000 y 10.000.

Para atender los *servicios regio-*



## 40 países han elegido la tecnología ACEC. España también.

ACEC, especialista en transporte desde hace casi un siglo, está en vanguardia de la tecnología.

Fiabilidad y rendimiento son otras de las cualidades principales de los productos y sistemas ACEC.

Clientes de más de 40 países, España incluida, han decidido depositar su confianza en ACEC para la concepción y construcción de sus equipos urbanos y ferroviarios.

Las automotrices españolas están también equipadas con los materiales ACEC.



Sistemas de transporte, equipo eléctrico para metro ligero, metro, tranvías, trolebuses, locomotoras, unidad de tren, convertidores, señalización, disyuntores.

ACEC-ESPAÑA, S.A.  
Calle Fortuny, 39  
Tel: 410.38.39  
Telex: 45613  
Fax: 4107527-  
28.010 MADRID



## Experiencia mundial y tecnología avanzada

nales, RENFE cuenta actualmente con las unidades 440 en las líneas electrificadas y los trenes Diesel 592 y 593. Con estas series se atiende perfectamente el tráfico regional cuando la demanda alcanza un nivel suficiente. Sin embargo, existen servicios en ciertas líneas no electrificadas donde el número de viajeros es muy reducido, por lo que la explotación con los trenes Diesel 592 y 593 supone una oferta de plazas muy superior a la demanda, lo que origina un fuerte déficit en dichos servicios. RENFE estudia actualmente la posibilidad de explotar estos servicios de tráfico reducido y distancias pequeñas, con *auto-raíles ligeros* de dos ejes, que pueden considerarse como la versión ferroviaria de un autobús. Se trataría de vehículos con una estructura y unos equipos muy sencillos, lo que hace que su coste de adquisición y de mantenimiento sea muy bajo, permitiendo así reducir notablemente el déficit de los servicios regionales en líneas de baja densidad de tráfico.

La electrificación de la nueva línea de Andalucía a 25 kV. y 50 Hz. va a exigir la adquisición de *unidades eléctricas bicorrientes* para servicios regionales en dicha línea. La concepción de estas unidades sería similar a la de las 440, pero en este caso han de ser bicorrientes para poder utilizarse en recorridos electrificados parcialmente a 25 kV. y a 3.000 V.

## Coches-cama y literas

El PTF prevé un *incremento de plazas acostadas* en los trenes nocturnos de largo recorrido. En este sentido, RENFE tiene actualmente en marcha las operaciones siguientes:

- Adquisición de 35 remolques-camas de Talgo Pendular.
- Importación de 10 coches-cama tipo UH utilizados en otras administraciones.
- Transformación de 150 coches de la serie 8.000 en coches-litera BBL 11.600.
- Transformación de 40 coches de la serie 8.000 en coches-cama con ducha.
- Modernización de 460 coches de la serie 8.000.

Los nuevos *remolques-cama de Talgo Pendular* forman parte de un contrato para la construcción de 73 vehículos que se están entregando a RENFE a lo largo del presente año 1987, y de los que 35 son remolques-cama, todos ellos ya en servicio. Estos remolques-cama se reparan como sigue:

- Cinco de Gran Clase.
- 26 Single/Doble.
- Cuatro Turistas.

La gran novedad la constituyen los cinco remolques de *Gran Clase*, que están ya en servicio en el Talgo Pendular-Camas Madrid-Barcelona y viceversa. Cada remolque Gran Clase tiene cinco departamentos con dos camas para poderse vender como Single o Doble. La Gran Clase se caracteriza fundamentalmente porque cada departamento posee una ducha y un inodoro, además del habitual lavabo. Las camas tienen unas dimensiones más generosas que las de los departamentos Single/Doble y Turista, y en este caso están situadas perpendicularmente al eje de la vía. También se ha mejorado el aislamiento acústico, reduciéndose el nivel sonoro en cinco decibelios. Otra novedad es la regulación individualizada del aire acondicionado en cada departamento de Gran Clase.

La entrega del conjunto de 35 remolques-cama ha permitido inaugurar un nuevo tren Talgo Pendular-Camas entre Madrid y Málaga, y aumentar la proporción de departamentos Single/Doble en el Talgo Madrid-Barcelona, donde era muy

frecuente que los departamentos Turistas se vendiesen como Singles, a causa de la mayor demanda de estos últimos.

Actualmente, RENFE está estudiando la implantación de nuevos servicios internacionales con trenes Talgo Pendular. Los servicios contemplados, entre otros, son Barcelona-Milán, Barcelona-Zurich y Madrid-Bruselas. Estos nuevos trenes podrían implantarse en un futuro relativamente próximo.

Con objeto de poder aumentar rápidamente el número de camas ofertadas al público, RENFE ha importado 10 *coches-cama UH*, que proceden de diversos países europeos donde se encontraban prestando servicio. Cada coche tiene 12 departamentos, con tres camas cada uno. Los bogies originales han sido sustituidos por otros con ancho de vía española y aptos para circular a 140 km/h.

La cada vez mayor demanda de plazas acostadas ha llevado a la *transformación de 150 coches BB 8.000 en coches-litera BBL-11.600*, con aire acondicionado y un nivel de decoración en línea con nuestros modernos coches literas 10.600. Otra novedad es la instalación de inodoro con circuito cerrado. Esta

transformación está siendo realizada por MACOSA, ATEINSA, BABCOCK & WILCOX y CAF. Actualmente hay ya unos 40 coches transformados que están prestando servicio.

Otra transformación que se está iniciando es la de 40 *coches de la serie 8.000 en coches-cama con ducha*. Tendrán 13 departamentos Single/Doble, una ducha y un lavabo en cada departamento. Se instalará aire acondicionado. Los bogies serán los originales, pero con importantes modificaciones en la suspensión. Esta transformación será realizada por CAF, en su factoría de Zaragoza.

También se ha iniciado la *modernización de 460 coches de la serie 8.000 en el TCR de RENFE en Málaga*. Se transformarán 25 coches de primera clase y 40 de segunda clase, es decir, un total de 65 coches, a los que se les dotará con aire acondicionado, y una nueva imagen consistente en una decoración interior y exterior similar a la de los modernos coches de la serie 10.000. También se transformarán 40 coches de segunda clase con aire pulsado y con la misma nueva imagen. Todos los coches modernizados se denominarán con la serie 12.000. A continua-



Se estudia la implantación de nuevos servicios internacionales con el Tren Talgo Pendular. Entre ellos los de Barcelona-Milán, Barcelona-Zurich y Madrid-Bruselas.

ción está previsto continuar la modernización de más coches hasta alcanzar la cifra total de 460, antes citada, y que se irá efectuando de acuerdo con la evolución de las necesidades comerciales.

### Nuevos coches de alta velocidad

Los modernos coches 9.000 y 10.000 tienen una velocidad máxima de 160 km/h., aunque como se indicó antes, se van a efectuar una serie de ensayos a 180 km/h. para verificar la posibilidad de elevar su velocidad máxima, introduciendo para ello las modificaciones que se consideren oportunas en sus bogies GC actuales.

Sin embargo, las previsiones del PTF de introducir la velocidad de

está ya en explotación comercial en los trenes Talgo Pendular y III. En los 20 electrotrenes que acaban de contratarse se introducirán mejoras de diseño y confort, y se utilizarán para sustituir a unidades 440 en servicios de largo recorrido, liberando así unidades para realizar servicios de cercanías.

### Locomotoras de maniobras

El parque de tractores de maniobras de RENFE tiene ya más de treinta años de servicio y es preciso proceder a su sustitución. Por ello, RENFE contrató con Maquinista Terrestre y Marítima el proyecto y la construcción de una nueva serie de 20 tractores, la 309, cuya recepción comenzó en 1986 y se ha terminado a media-

tos muy diferentes con campos de aplicación distintos: la locomotora MABI es válida para maniobras pesadas y el tractor 309 está concebido simplemente para maniobras normales, por lo que su capacidad de arrastre son notablemente diferentes.

Actualmente, RENFE tiene previsto adquirir locomotoras para maniobras pesadas tipo BB y que pueden construirse tomando como punto de partida la citada locomotora MABI, o bien aplicar otra solución equivalente.

### La tendencia en la construcción de vagones de mercancías

Los factores que actualmente influyen en el diseño del vagón de nueva construcción son la *calidad* de servicio y la *economía* del transporte en régimen de competencia y en coordinación con otros medios de transporte, en especial, la carretera.

La *calidad de servicio* está relacionada con el aumento de velocidad y con la adaptación del vagón al tipo de carga y a los medios utilizados para la carga y descarga al objeto de reducir el tiempo y coste de estas operaciones.

Respecto a la velocidad, las redes ferroviarias europeas se han marcado el objetivo de velocidad mínima de 90 km/h. para todos los vagones de tráfico internacional, a partir del 1 de enero de 1990. Además está en marcha otra acción, sin estar fijada la fecha de aplicación, para establecer un límite mínimo de velocidad de 100/120 km/h. para el mismo tipo de vagones, con la única exigencia técnica de estabilidad en marcha para estas velocidades, pero sin tener en cuenta el tipo de frenado, lo cual supone una mayor flexibilidad de los modos de explotación vigentes en dichas redes, con el fin de alcanzar lo antes posible el objetivo de aumento de velocidad. En efecto, los vagones de tráfico internacional actuales con velocidades 100 y 120 km/h. están dotados de un freno con unas determinadas prestaciones de potencia de frenado.

La adaptación de los vagones al tipo de carga y a los medios de manipulación de la misma conducen a un diseño de *vagón especializado*, aplicando soluciones técnicas sin excesiva complejidad para asegurar la fiabilidad de la explotación. Merecen especial mención los vagones de paredes deslizantes aptos para una mercancía paletizada que puede ser manipulada por ambos costados del vagón con gran maniobrabilidad de las carretillas empleadas en la carga y descarga. Para los productos líquidos y graneles se continúan utilizando vagones-cisterna y tolvas con sistemas de carga y



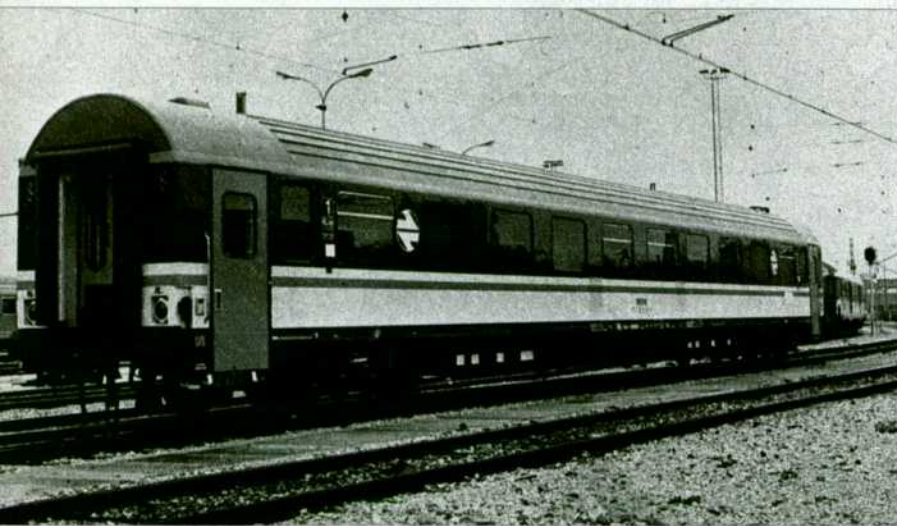
Electrotren 444-500, de los que ya hay en servicio seis y otros cinco en construcción. Serán completados con otros 20 recién contratados.

descarga adaptados a los productos y a las instalaciones existentes, debiéndose señalar la importancia de los vagones-cisterna especializados en el transporte de productos peligrosos, en el marco de una política de transporte de mínimo riesgo social.

Determinados tráficos, como líquidos, graneles y siderúrgicos, son característicos de una explotación habitual de los vagones aprovechando su máxima carga, y para optimizar económicamente dichos tráficos, se ha desarrollado en la práctica totalidad de las redes europeas, incluida RENFE, el vagón de *peso* máximo por eje de 22,5 toneladas. Este tipo de tráfico se realiza actualmente en régimen interior o, a través de acuerdos bilaterales entre redes, por la limitación que hasta ahora suponen las particulares exigencias de mantenimiento de la vía en cada Red y por el hecho de que aún no se tiene evaluada, suficientemente, la incidencia en la degradación de la vía originada por este peso máximo por eje de 22,5 toneladas. En RENFE, concretamente, las limitaciones para estos tráficos son una velocidad máxima de 80 km/h., una explotación en régimen de tren puro y la autorización previa del trayecto de transporte.

En el ámbito del tráfico en *coordinación* con la carretera existen vagones aptos para el transporte de contenedores, de cajas móviles y de semi-remolques, existiendo en estos momentos un aumento importante de tráfico de cajas móviles que ha obligado al diseño de nuevos vagones, en fase de desarrollo por la UIC, que permitan el transporte indistinto o combinado de contenedores y cajas móviles obteniendo la optimización de utilización del vagón.

La *caja móvil*, unidad de transporte típica de la carretera, no se ajusta a las exigencias dimensionales de longitud y contorno transversal definidas por la ISO, por lo que su incorporación al transporte ferroviario ha obligado al diseño de nuevos vagones y a una codificación de las líneas de cada



Los coches 10.000, junto con los 9.000, capaces para 160 km/h., que con las modificaciones oportunas en sus bogies GC podrán elevar su velocidad.

200 km/h. en las principales líneas de RENFE hacen necesaria la creación de una *nueva generación* de ramas formadas con coches de alta velocidad, aptos para circular a 200 km/h. remolcados por las nuevas locomotoras eléctricas concebidas también para dicha velocidad. Se prevé que estos coches tengan bogies GC adaptados para 200 km/h., un perfil aerodinámico adecuado para reducir la resistencia al avance a alta velocidad, y dada su utilización en trenes diurnos con tiempos de viaje sensiblemente reducidos, es preferible una disposición interior de tipo salón, con pasillo central.

También podemos citar aquí la reciente puesta en servicio de los primeros seis electrotrenes de la serie 444-500, que serán complementados por otros cinco en construcción, y además otros 20 recientemente contratados. Todos estos electrotrenes son aptos para 160 km/h. y estarán dotados con video para mejorar el confort del viajero. El video

dos de 1987. Se trata de un tractor de tres ejes motores, un motor Diesel tarado a 530 kW. y una transmisión hidráulica constituida por un turbo-inversor con dos convertidores de par para cada sentido de marcha, por lo que incluso este cambio de sentido se efectúa hidráulicamente.

También en 1986, RENFE recibió una locomotora destinada para maniobras pesadas y servicios en líneas secundarias con trenes ligeros. Se trata de la locomotora prototipo de la serie 311, conocida por las siglas MABI, palabra formada por las iniciales de Maquinista Terrestre y Marítima, Ateinsa, Babcock & Wilcox y del INI. Estas firmas construyeron esta locomotora prototipo con proyecto español. Esta locomotora se caracteriza por ser la primera de RENFE que tiene motores de tracción *asíncronos* alimentados con un convertidor de intensidad. Actualmente presta un excelente servicio de maniobras pesadas en la estación de Madrid-Chamartín.

Ambos vehículos son *dos produc-*





Red por las que pueden transportarse los distintos tipos de cajas móviles atendiendo a su contorno transversal de mayor dimensión que el de contenedores ISO.

El *semirremolque* es otra unidad de tráfico que ha obligado al diseño de vagones tipo «poche», dotados de una estructura de apoyo y alojamiento del tren de rodadura del semirremolque, habiendo sido necesario también aplicar la misma codificación definida para las cajas móviles, al objeto de agilizar su explotación y obtener la coordinación necesaria en todo transporte intermodal.

Dada la evolución constante de las dimensiones de cajas móviles y semirremolques, para hacer posible la aceptación al tráfico por la mayor parte de las líneas importantes de estas unidades de transporte sin limitaciones para la explotación, las diferentes Redes vienen acometiendo una política de *aumento del gálibo* disponible de sus líneas aprovechando las nuevas obras.

El ingreso de España en la CEE abre una expectativa de incremento previsible de *tráfico ferroviario con las redes europeas*, para lo cual podrá utilizarse el sistema actual de cambio de ejes en fronteras a los vagones que hagan este tráfico, debiéndose señalar que en RENFE están matriculados unos *3.000 vagones* de propiedad particular con estas características y que la casi totalidad de los vagones de RENFE construidos a partir del año 1977 están preparados para efectuar tráfico internacional. Las instalaciones para el cambio de ejes de vagones están situadas en Hendaya y en Cerbère.

Los únicos vagones actualmente en construcción para RENFE son 200 tolvas para balasto, destinadas para la construcción de la nueva línea de Andalucía por Brazatortas. Se están estudiando las necesidades de otros tipos de vagones, a la vista de la evolución del tráfico de mercancías.

## El freno de aire comprimido

La modernización del material existente está también contemplada

por el PTF. Dentro de las operaciones de modernización ya se han citado antes las efectuadas con los coches 8.000. Ahora vamos a exponer otra importante operación de modernización del material, que consiste en la *culminación de la eliminación del freno de vacío* en RENFE y su sustitución por el de aire comprimido.

El material motor y remolcado que se adquiere desde hace unos quince años tiene freno dual, aire-vacío. Además se acometió entonces la dualización de una parte importante del parque existente de locomotoras y de casi todos los coches de viajeros. En la actualidad hay ya unas *700 locomotoras con freno dual*, cifra que equivale casi al 70 por 100 del parque actual de locomotoras de línea. Todos los *trenes de viajeros* de RENFE circulan con freno de aire comprimido.

De los 35.252 vagones del parque de RENFE, aproximadamente el 60 por 100 tienen todavía freno de vacío solamente. Por ello, se ha elaborado un *plan de dualización de vagones* que, tomando como horizonte el año 1990, prevé la introducción del freno dual en casi *14.000 vagones* de un total de los 20.500 que carecen todavía de él. Solamente se dualizarán los vagones construidos desde 1957. La ejecución de esta operación se realizará en los TCR de RENFE. Simultáneamente se instalará el freno dual en 105 locomotoras. Actualmente, se han contratado ya los materiales para la dualización de 4.000 vagones a realizar en el período 1987/88.

Las principales *ventajas* de la implantación del freno de aire en los trenes de mercancías, que en la actualidad circulan todavía con freno de vacío, serán las siguientes:

- Aumento de la velocidad de los trenes de mercancías.

- Aumento del número máximo de ejes en una composición, de 100 a 200 en los trenes tipo 60 a 80, y de 80 a 100 en los trenes tipo 100. Esto supone poder aumentar la carga de los trenes de mercancías.

- Reducción del tiempo empleado en la formación de los trenes.

- Eliminación de la necesidad de montar el doble sistema de frenado en los vagones de nueva construcción, con la consiguiente reducción de su tara y de su coste.

- El tráfico internacional exige el freno de aire comprimido.

- Se mejora la seguridad de la circulación.

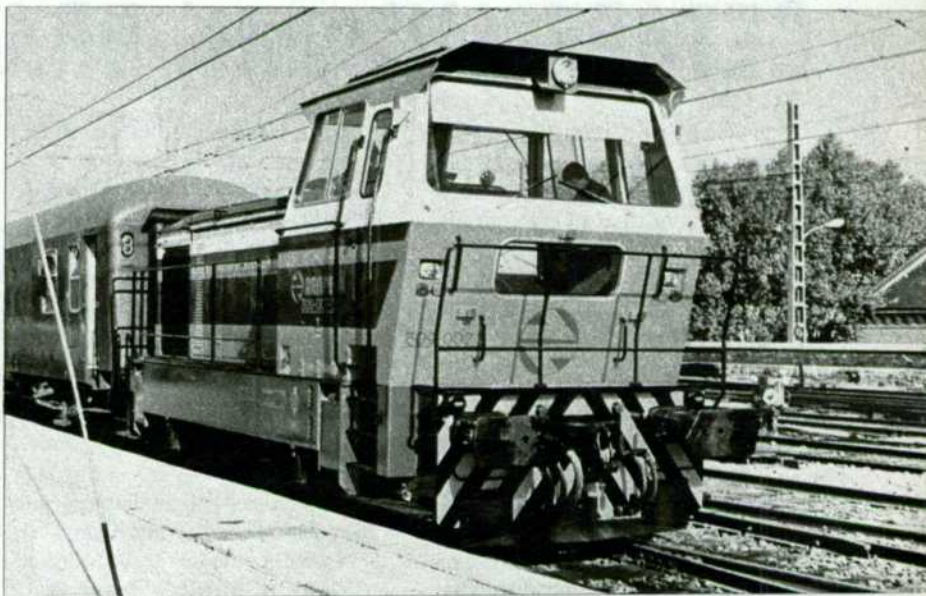
Respecto al parque de vagones particulares, que asciende a unos

9.000 vehículos, el freno de aire se va a instalar en 4.600 vagones, aproximadamente, estando ya montado en casi todos los vagones restantes.

## Otras operaciones de modernización

Para terminar, vamos a citar brevemente otras operaciones de modernización, y que son las siguientes:

- *La modernización de los 20 trenes TER* comprende una serie de intervenciones, unas que afectan a la funcionalidad del tren y otras a su confort y decoración. Entre las modificaciones funcionales destacan la mejora de la refrigeración y de los bogies. Se sustituyen los bogies en



Tractor de la serie 309, que cuenta con 20 unidades, concebido para maniobras normales. Con ello se ha empezado a renovar este sector del parque.

- coche motor por otros nuevos con incorporación de freno de disco y se efectúa la adaptación del freno de disco a los bogies retirados del coche motor para su aplicación al coche-remolque. Las mejoras relativas al confort afectan a la cafetería, asientos y diseño interior.

- *La remodelación y cambio de imagen en 20 trenes Diesel de la serie 592* tiene como objetivo que estos trenes puedan realizar los servicios que efectúa actualmente el TER, manteniendo 20 TER modernizados y sustituyendo paulatinamente otros servicios por trenes Diesel 592 transformados. La modificación a realizar consiste principalmente en incrementar su velocidad a 140 km/h., se introduce la primera clase en el remolque intermedio, se instala un minibar en un furgón y se modifica la pintura exterior

de acuerdo con la nueva imagen. — En el momento actual se está estudiando la *modernización de las unidades de tren de la serie 436/437/438*, con la tendencia a constituir unidades de composición M-R-M en lugar de las actuales M-R-Rc con objeto de mejorar la fiabilidad de los servicios.

## Conclusión

A lo largo de este artículo se han ido examinando las necesidades derivadas del PTF en el área de Material. El PTF va a suponer una fuerte inversión en material motor y remolcado, incluyendo tanto el de nueva construcción como la modernización del existente. La cuarta parte de la inversión total prevista

en el PTF corresponde al área de Material, lo que supone más de 500.000 millones de pesetas. Estas inversiones, como se ha indicado, van a producir una importante mejora de la calidad del material de RENFE. De forma especial puede destacarse la «ruptura» que va a suponer la adquisición, por primera vez en RENFE, de material de alta velocidad: locomotoras eléctricas de 200 km/h. y trenes de alta velocidad a 250 km/h. Este Plan constituye un evidente reto para toda la industria española y para la Administración Ferroviaria que habrá de estar preparadas para adaptarse al cambio cualitativo que suponen las nuevas tecnologías y su sistema de explotación. Estoy seguro que como en anteriores ocasiones con el esfuerzo e ilusión de todos se alcanzarán con éxito los objetivos previstos.