

(Primera parte)

# Las nuevas unidades de cercanías de Renfe

**H**ace ya casi cinco años que comenzó a circular por las vías de RENFE la primera unidad de tren de la serie 446 que, junto con la más moderna serie 447, forman un conjunto de material específico para los servicios de cercanías, un sector del transporte ferroviario que ha experimentado un gran crecimiento en los últimos tiempos en nuestro país. Tanto es así que desde hace varios años constituye el principal objetivo de las inversiones de RENFE.

En este tiempo dichos servicios de cercanías han sufrido unas modificaciones sustanciales, tanto en su gestión tras la creación de la Dirección General Adjunta (DGA) de Cercanías, como en el material utilizado. Es por ello que, aunque el objeto de este artículo es el estudio técnico de estas nuevas unidades y su origen, el prototipo 445, es inexcusable hacer una referencia a los acontecimientos protagonizados por las cercanías desde la década de los ochenta hasta nuestros días, puesto que constituyen una parte fundamental de la historia del nacimiento del nuevo material. Esta primera parte trata este tema junto con la descripción de la unidad prototipo de la serie 445, dejando para el próximo número de CARRIL la historia y descripción técnica de las unidades de las series 446 y 447.



La UT 446.028 realizando el Cercanías 24058 Xàtiva-València entrando en la estación de València-Terminal. (Foto: Eduard Ramírez Sanz, 25.08.90).

## INTRODUCCION

Desde la creación de RENFE hasta la década de los ochenta se venían realizando unos servicios de cercanías basados en los heredados de las antiguas compañías. Aunque la compañía nacional introdujo notables mejoras, sobre todo con la electrificación de bastantes líneas y la adquisición de unidades de tren y automotores ligeros, los servicios se movían por la inercia del tiempo. En los años cincuenta y sesenta, cuando se realizaron estas mejoras, el tráfico de cercanías experimentó un apreciable incremento debido al crecimiento de las grandes ciudades por efecto de la emigración. Pero todas las actuaciones se limi-

taban a mantener la oferta en un marco en el que RENFE todavía acaparaba parte del mercado del transporte con absoluta hegemonía, de modo que no tenía necesidad de realizar una gestión comercial de un producto que entonces era de primera necesidad; no era necesario invertir en el mantenimiento o captación de unos usuarios a los que no les quedaba más remedio que serlo del ferrocarril.

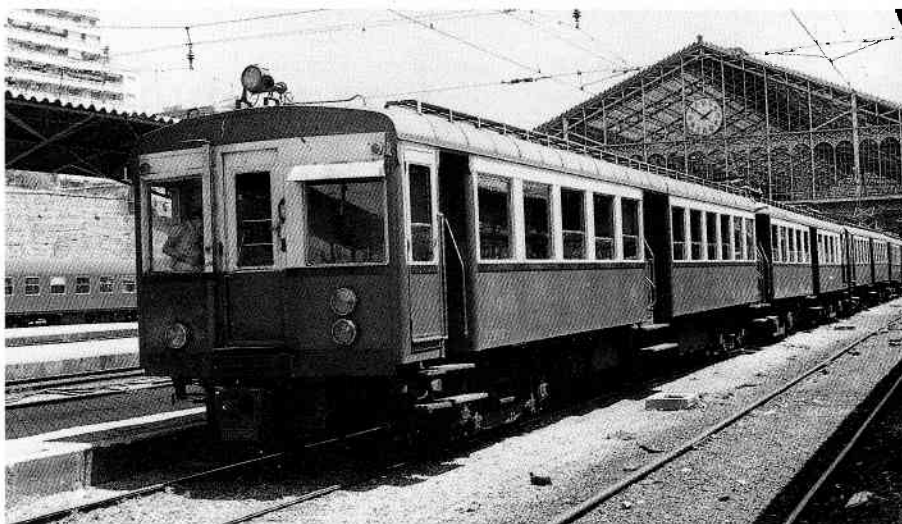
Pero, ya en ese tiempo comenzaban a proliferar los servicios de transporte público de cercanías por carretera, con un parque de autobuses que creció de forma bastante rápida. Parte del incremento de la movilidad de las personas en las

áreas de influencia de las grandes ciudades fue absorbido por este medio, consolidándose los nuevos servicios con gran celeridad y llevándose, en numerosos casos, potenciales usuarios del ferrocarril. Un poco más tarde se puso el automóvil particular al alcance de la mayoría de los ciudadanos. A este nuevo medio de transporte se pasaron usuarios de los servicios públicos de forma totalmente incontrolada. La falta de previsión condujo la situación al irremediable caos circulatorio en las carreteras a finales de los ochenta.

Pero retrocedamos un poco en el tiempo, a la mitad de la década de los setenta, cuando ya las ciudades estaban inundadas por una enorme masa de vehículos particulares que comenzaban a causar los primeros problemas de atascos, saturación, ruidos y contaminación. En este contexto el 28 de octubre de 1976 se inauguró en el área metropolitana de Madrid una nueva línea concebida exclusivamente para el servicio de cercanías: el ferrocarril Aluche-Móstoles. Este hecho no tiene gran importancia si se mira sólo desde el punto de vista técnico, ya que las obras de infraestructura y superestructura, por tratarse de una línea de poca longitud, no conllevaron ni dificultades importantes ni grandes inversiones. Pero si se mira desde el punto de vista de la filosofía del servicio adquiere una gran importancia. Se trataba de una línea por la que sólo circularían trenes de cercanías, con un servicio cadenciado y con una explotación inspirada en los ferrocarriles metropolitanos, algo totalmente nuevo en RENFE. Además se la dotó de material específico para este tipo de servicio: diez unidades de la serie 440 en composición M-Rc, con lo que se conseguía aumentar la aceleración y deceleración al tener menos peso remolcado. Era la primera vez que en RENFE se daba al servicio de cercanías una valoración propia, un reconocimiento de servicio de suficiente importancia como para tratarlo de forma independiente, abandonando la consideración de servicio secundario o complementario de los demás.

La inauguración de esta línea marcó el punto de partida para la transformación experimentada en los últimos años por los servicios de cercanías. Y es que en RENFE estos servicios se han realizado, desde siempre, utilizando líneas de tráfico universal: los trenes de cercanías circulan entre otros de largo recorrido, regionales y mercantes. Todo ello crea enormes dificultades para ofrecer la frecuencia, calidad y fiabilidad adecuadas. A todo esto hay que añadir unos métodos de explotación tremendamente inflexibles, que pueden provocar que un simple adelanto de un tren por otro se convierta en una operación sumamente lenta, desembocando en un inevitable retraso.

Esta delicada situación se convertía en grave en algunos puntos de la Red. Sirva de ejemplo el tramo de vía doble entre Madrid-Atocha y Villaverde-Bajo en 1982, que se encontraba al límite de la saturación: por él circulaban los trenes de



*Dos Pingüinos de la segunda subserie estacionados en los andenes de cercanías de la madrileña estación de Príncipe Pío. (Foto: Javier Aranguren, junio de 1968).*

cercanías que se dirigían hacia Fuenlabrada, Parla y Aranjuez además de todos los de largo recorrido, regionales y mercantes encaminados hacia la mitad sur del país. Evidentemente, una incidencia en este tramo repercutía de inmediato sobre el servicio de todos estos trenes.

La ausencia de infraestructuras propias para los servicios de cercanías viene dada, principalmente, por las circunstancias históricas tan particulares del ferrocarril español así como, en general, de todo el transporte público. La construcción de las líneas férreas, realizadas mayoritariamente en el siglo diecinueve y principio del veinte, no se basó en conceptos de estricto servicio público. Aunque genéricamente se aduce a problemas orográficos y a muchas otras fábulas y leyendas, la realidad es que los intereses particulares del capitalismo de la época (la corrupción no nos pilla por sorpresa) marcaron para siempre el desarrollo ferroviario español. Los técnicos de la época no tuvieron, o no les dejaron tener, la suficiente capacidad de imaginación para prever lo que sí se preveyó en otros países, donde las líneas exclusivas de cercanías surgieron desde los primeros años de este siglo.

¡Y en el extranjero también tienen grandes montañas!

Pero como nuestro país, aunque con retraso, no es ajeno al devenir de la historia, a RENFE no le quedó mas remedio que dar una respuesta clara y firme en lo que a movilidad de personas en las áreas de las grandes ciudades se refiere. Recordemos que en esta década de los ochenta el tráfico en las carreteras y calles ya se hacía

muy difícil. Una primera solución llegó con el ferrocarril Aluche-Móstoles. Era la primera de una serie de grandes obras encaminadas a corregir los defectos del ferrocarril en el servicio de cercanías. Hay que hacer notar que las principales medidas se adoptaron en el área de Madrid, pues no en vano siempre ha sido la zona de la Red con mayor movimiento de trenes de todos los tipos, acaparrando el 50 % de los viajeros de cercanías de RENFE.

En esta línea de actuaciones, con el objetivo de descongestionar las rutas de acceso a Madrid, en el año 1982 se inauguraron las duplicaciones de vía y electrificaciones hasta Fuenlabrada y Parla, tramos de las líneas de Madrid a Cáceres y Badajoz respectivamente. Ese mismo año se introdujo en la tarifa de cercanías para Madrid el Bonotrán, una tarjeta multivaje que beneficiaba a los viajeros habituales. Todas estas realizaciones comportaron un inmediato, aunque moderado, crecimiento de la demanda. En este estado de las cosas se presentó un nuevo problema: el material móvil.

Las series de unidades de tren existentes en ese momento (unidades eléctricas de las series 433, 434, 435, 436, 437, 438 y las entonces nuevas 440 y 441 así como los Ferrobuses 591) permitían cubrir la demanda sin problemas. Parte de este material había entrado ya en el tiempo de su jubilación, sobre todo los Pingüinos 433 y los automotores 435 del Bilbao-Portugalete-Triano y se preveía que las primeras Suizas deberían retirarse del servicio a finales de los ochenta. Además hay que tener en cuenta que las unidades eléctricas



*En la década de los ochenta las Suizas aún soportaban una parte muy importante de los servicios de cercanías, como en el caso de la línea de Barcelona a Mataró.  
(Foto: **Luis Rentero Corral**, Mataró, 24.09.84).*



*La 440.501, con equipos de potencia basados en el uso del troceador, captada en la estación de Aljaima el 30 de junio de 1993 realizando el tren de cercanías 23613 Alora-Málaga.  
(Foto: **Juan Martín Padilla**).*

tenían, en su mayoría, una concepción de universalidad o ambigüedad que las hacía aptas para todo tipo de servicios, tanto de cercanías como regionales e incluso de medio y largo recorrido. Es por ello que en 1980 RENFE inició unos estudios encaminados a crear una unidad de tren eléctrica

apropiada para los servicios de cercanías en áreas metropolitanas, con lo que se podría cumplir el doble objetivo de sustituir el material antiguo contando con unas nuevas unidades adaptadas al servicio específico que se pretendía ofrecer.

## *El estudio de un nuevo material*

RENFE y la industria nacional, habituada a construir material bajo licencia aunque no a diseñarlo, salvo algunas excepciones, pensaron que se les presentaba una buena oportunidad para embarcarse en un proyecto de factura exclusivamente española de cara al diseño y construcción de estas nuevas unidades de tren. A su favor contaban con el tiempo, ya que no sería necesario disponer de la nueva serie hasta la década de los noventa.

Así fue como en el primer trimestre de 1982 se presentó el proyecto de las nuevas unidades de cercanías conocido como Cedeti. En el desarrollo de dicho proyecto participaron RENFE, el Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial (CDTI) dependiente del Ministerio de Industria, y cinco empresas particulares: La Maquinista Terrestre y Marítima (MTM), General Eléctrica Española (GEE), Material y Construcciones S.A. (MACOSA), Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (CAF) y Westinghouse Española (WESA).

El objetivo era construir una unidad de tren eléctrica para servicios de cercanías metropolitanas, utilizando la tecnología más moderna, sobre todo en su parte eléctrica (tracción y control), y de diseño y construcción enteramente nacional. Las cinco empresas se pusieron a trabajar conjuntamente asistidas por el asesoramiento del CDTI y sometidas a la supervisión técnica de Tecnología e Investigación Ferroviaria S.A. (TIFSA), empresa filial de RENFE creada para "potenciar el desarrollo tecnológico en el campo ferroviario". La apuesta era fuerte.

Sin duda la principal novedad del proyecto residía en el uso de la electrónica de potencia basada en el troceador de corriente (chopper), la cual RENFE sólo había aplicado en seis vehículos de su parque (series 440.5 y 269.6). Precisamente en aquella época se encontraban en fase de proyecto o construcción diversas series de unidades de tren con control de tracción por troceador (unidades 3000/4000 para el metro de Barcelona, 2000 para el metro de Madrid, estas ya con motores de tracción trifásicos asíncronos, las 111/211 para FGC, las 200 de ET/FV y las UTA 3700 para FGV), todas ellas utilizando tecnología extranjera. Seguramente todos pensaron en la posibilidad de utilizar los conocimientos aprendidos en esos proyectos para diseñar un equipo con una tecnología que aún era demasiado nueva para nosotros. Pues sin experiencia, aunque seguro que con entusiasmo, decisión y firmeza, se lanzaron estos aventureros hacia una empresa que les habría de depurar numerosos problemas.

La unidad prototipo 445 inició sus ensayos en el año 1984. En los dos años siguientes realizó todo tipo de pruebas, tanto en fábrica como en línea, con marchas en vacío o en servicio regular





Una UT de la serie 440 de dos coches, de la serie de diez construidas para el Aluche-Móstoles, en una vía de Madrid-Chamartín prestando servicio en la línea de Cercanías C-7 de Príncipe Pío a Vicalvaro. (Foto: Javier Aranguren).



La unidad 445 en el depósito de Madrid-Fuencarral en el transcurso de sus primeras pruebas en la capital del Estado en el verano de 1985. (Foto: Ignacio Martín Yunta).

con pasaje. La puesta a punto fue difícil y laboriosa y, a medida que pasaba el tiempo, se tuvieron que ir sustituyendo o modificando diferentes partes de la unidad, principalmente del equipo eléctrico y electrónico de potencia. Así se llegó a los últimos días de 1986, momento en que se realizaban las últimas pruebas previas a la recepción oficial de la unidad por RENFE.

Fue entonces cuando se comenzó a hablar de la adquisición de una serie de sesenta unidades de cercanías derivadas de la 445. Pero, ciertamente, de esta unidad no se podía aprovechar más que la filosofía y algunos elementos mecánicos. El prototipo, ya dado de alta en el parque de RENFE, fue asignado al depósito de Madrid-Fuencarral, desde donde realizaba servicios en las cer-

canías de la capital del Estado. En las postrimerías del verano de 1987, RENFE encargó la construcción de cincuenta unidades de "cercanías urbanas", con una opción para otras cincuenta unidades, formalizada más tarde, al grupo industrial del proyecto Cedeti al que se añadieron dos nuevas empresas: Mitsubishi Electric Co. (MELCO) y Associate Designers (AD). Estas dos empresas fueron realmente las abanderadas de la construcción de la serie. Y es que la industria ferroviaria nacional, no se sabe si por falta de medios, por falta de entendimiento o por otras oscuras e impenetrables causas no fue capaz de llevar a buen puerto el proyecto Cedeti.

Mitsubishi solucionó, con su tecnología largamente experimentada, el insalvable escollo de los equipos de tracción, siendo la empresa barcelonesa AD la encargada de diseñar el aspecto de la nueva unidad, tanto exterior como interiormente. Era la primera vez que RENFE acudía a un gabinete profesional de diseño para aplicar sus soluciones en la construcción del material móvil, en un momento en que la empresa comenzaba a entender que el ferrocarril hay que comercializarlo.

Navegando ya por aguas tranquilas, con un rumbo seguro, estas siete empresas iniciaron de inmediato la construcción de las nuevas unidades. La primera composición comenzó a rodar por las vías de RENFE en julio de 1989. Tras un corto período de pruebas, de resultado satisfactorio, inició sus servicios regulares en las cercanías de Madrid junto con sus hermanas de serie que comenzaban a ser entregadas por los constructores.

## Las grandes inversiones

Mientras sucedía todo esto el servicio de cercanías de RENFE iba modificando su fisonomía. En las principales ciudades se emprendieron medidas encaminadas a mejorar la calidad global del servicio. En un primer momento se incrementaron los servicios gracias a una mejor utilización del material. Pero esto no era suficiente.

Era imprescindible adaptar las infraestructuras a las nuevas necesidades. La demanda de este servicio vivía un crecimiento continuo aunque controlado, que permitió a RENFE establecer los planes de actuación en función del crecimiento de esta demanda. Las principales obras acometidas fueron la duplicación o cuadruplicación de vías en los tramos más saturados de Madrid y Barcelona. Se aumentó la potencia eléctrica de las líneas con más movimiento con la construcción de nuevas subestaciones y la instalación de teletendidos centralizados para su control. También se inició la prolongación de algunas líneas en Madrid (Aluche-Móstoles hacia el centro de Madrid y la línea de Cantoblanco hacia Tres Cantos) y la electrificación

## HORA PUNTA

La prestación de los servicios de cercanías presenta unas características muy especiales y propias de los mismos que está totalmente condicionadas por la adaptación a la movilidad de las personas a lo largo del tiempo. Vamos a ver, de una forma muy resumida, dichas características y alguna de sus consecuencias.

En cualquier línea de cercanías los servicios se deben organizar en base a una frecuencia de circulación de trenes, que deberá ser mayor o menor en función de la demanda generada por los lugares servidos por dicha línea. Esta frecuencia debe mantenerse a lo largo de toda la jornada. Pero durante esta jornada, en la mayoría de las líneas, se producen las denominadas horas punta, en las que la demanda es muy superior que durante el resto del día. La explicación de este fenómeno es sencilla: la gran mayoría de desplazamientos en trenes de cercanías se realizan por motivos laborales y escolares. Así que la mayor demanda se produce en las horas de entrada y salida de los trabajos y los centros de estudios. Veamos como se desarrolla el servicio a lo largo de un día laborable normal.

Normalmente los servicios comienzan hacia las 5.00 h., aunque en algunas líneas se adelantan los primeros trenes a las 4.00 h. ó 4.30 h. En este primer momento los trenes circulan con una frecuencia baja. Entre las 6.00 h. y las 7.00 h. el número de viajeros crece paulatinamente, principalmente por las personas que se dirigen a sus puestos de trabajo. Es entonces cuando comienza la hora punta de la mañana. Poco después se incrementa con mucha fuerza la cantidad de pasaje, ya que se suman más trabajadores y los estudiantes. A lo largo de dos horas o dos horas y media, hasta las 9.00 h. ó 9.30 h., se produce la mayor demanda de todo el día.

Desde que acaba esta primera hora punta hasta las 13.00 h. nos encontramos en un período valle, en el que desciende notablemente el número de viajeros. La mayoría de desplazamientos en este período son de personas que van de paseo, de compras, a hacer gestiones, etc. A las 13.00 h. comienza una nueva hora punta, ya que parte de los trabajadores y estudiantes retornan a sus residencias. El número de viajeros aumenta pero no se llega a las aglomeraciones de la hora punta de la mañana. Hacia las 15.00 h. comienza un nuevo período valle que se alarga hasta las 17.00 h.

Es entonces cuando comienza la hora punta de la tarde, que se extiende hasta las 20.30 h. ó 21.00 h. De nuevo crece la cantidad de pasaje pero, al igual que en la hora punta del mediodía, tampoco se llega a las aglomeraciones de la mañana. Los trabajadores y estudiantes retornan a sus residencias de forma escalonada. A partir de las 21.00 h. desciende el número de viajeros hasta la finalización de los servicios, que se sitúa entre las 23.00 h. y las 0.00 h.

Sobre estas variaciones a lo largo un día laborable normal hay que hacer varias observaciones.

1. El fundamento de los servicios de cercanías, ya se ha dicho, es el servicio cadenciado. Esta cadencia básica se ha de mantener constante a lo largo de todo el día, excepto al inicio y al final, aunque en las horas valle se transporte un número de viajeros realmente bajo. Además, en las horas punta se ha de incrementar la frecuencia, añadir trenes complementarios para cubrir la demanda o aumentar la longitud de los mismos.

2. En cuanto a los tres periodos punta del día, el más importante es el de la mañana, el cual se podría calificar de período superpunta. Y es que las horas de entrada a los trabajos y a las escuelas, para la gran mayoría de personas, se sitúa entre las 7.00 h. y las 9.00 h. Sin embargo las salidas se realizan de forma más escalonada: una parte al mediodía y otra parte mayor a diferentes horas de la tarde.

3. Finalmente hay que observar que, debido al gran número de trenes en circulación, durante el día resulta sumamente difícil realizar trabajos en las instalaciones. Es por ello que durante la noche deben quedar entre cuatro y seis horas en las que no circule ningún tren para poder realizar los trabajos de mantenimiento de vía, electrificación, señalización, estaciones, etc., de tal modo que resulta difícil y arriesgado alargar el servicio, tanto al inicio como al final así como realizar circulaciones nocturnas.

Otra de las características de los servicios de cercanías es la gran variación de la demanda entre los días laborables y los festivos o períodos de vacaciones. Durante los fines de semana y días festivos desciende muy notablemente el número de viajeros dado que la mayoría de trabajadores y estudiantes disfrutan de su descanso semanal. Aún así este descenso es menor los sábados, días en los que se desplazan bastantes personas por motivos de ocio. En este sentido, en algunas líneas se producen unos períodos semipuntas en las tardes de los sábados. Los servicios prestados los sábados, domingos y festivos normalmente se basan en una frecuencia fija a lo largo de todo el día, menor que en los días laborables y sin trenes complementarios en horas punta puesto que no se producen estas demandas extraordinarias.

En los períodos vacacionales (Navidad, Semana Santa y, sobre todo, agosto) sucede algo parecido. En Navidad y Semana Santa hay que hacer notar el descenso de viajeros escolares, ya que los trabajadores normalmente sólo descansan los días señalados como festivos. Es por ello que, generalmente, se mantienen los servicios habituales para días laborables y festivos. Durante el verano hay que distinguir tres períodos. El primero va desde finales de junio o principios de julio hasta el último día de este mes. Los estudiantes disfrutan de sus vacaciones aunque siguen los desplazamientos por motivos laborales. En este período se reducen parcialmente los servicios en las líneas que atienden centros de enseñanza importantes. En el resto de las líneas no se modifican los servicios aunque se registra un descenso de pasaje. Durante todo el mes de agosto, en que casi todo el mundo está de vacaciones, se reducen los servicios quedando como si se tratara de domingos o festivos. Finalmente, en los primeros diez o quince días de septiembre se vuelve a estar en el mismo caso que en el mes de julio.

Respecto a las instalaciones y al material móvil es evidente que deben ofrecer en todo momento unas condiciones de funcionamiento óptimas, por no decir excelentes. Y es que nadie puede permitirse el lujo de que una avería produzca grandes retrasos en los trenes, sobre todo en la hora punta de la mañana, dado que los viajeros deben cumplir con sus horarios laborales o escolares. Para ello los elementos vitales de estas líneas, principalmente la vía, la catenaria, los sistemas de bloqueo y señalización y el material móvil están sometidos a rigurosos programas de mantenimiento preventivo que reducen las incidencias al mínimo. En esta situación, teórica en unos casos, real en otros, sólo una avería grave, de esas que se dan en contadas ocasiones, puede desmontar el cumplimiento del servicio.



*La estación de Madrid-Atocha registra el más importante movimiento de trenes de toda la Red, la mayor parte de los cuales son de cercanías.  
(Foto: Víctor M. García, diciembre de 1993).*

de la línea Silla-Gandía. De forma general se trabajó en renovaciones de vía, catenaria y en un mantenimiento de las líneas más intensivo y cuidado. En lo que a explotación se refiere se dio un gran paso con el inicio de la instalación de la banalización en los principales tramos de vía doble, una aplicación reciente en nuestro país, y se avanzó en la instalación de bloqueos automáticos y CTC en varios tramos que presentaban gran complejidad en su explotación. Asimismo la reglamentación se fue modificando para conseguir, en conjunto, una prestación del servicio más flexible, eficaz y segura, cuya culminación llegó al inicio de 1993 con el nuevo Reglamento General de Circulación, que contempla todas las situaciones del ferrocarril moderno en que se está convirtiendo RENFE.

El servicio fue así mejorando lentamente. En todas las grandes áreas metropolitanas del país se incrementó el número de trenes y se dio un cambio radical en la consideración del viajero. El mercado del transporte comenzó a vivir una gran competencia y las personas ya no tenían la necesidad de utilizar un medio concreto sino que podían y querían elegir en función de criterios de confort, rapidez, horarios o tarifas. Al fin se entendió que el viajero es cliente de un producto que RENFE tiene que vender. Y si RENFE vende un mal producto o no sabe venderlo, el cliente no compra, el viajero no viaja. Asimismo las tarifas que favorecían el uso diario del tren, mediante tarjetas multiviaje y abonos mensuales o anuales, se fueron extendiendo a otras ciudades. En Madrid se creó el abono combinado entre RENFE, el metro y los autobuses con una tarificación zonal en lugar de la tradicional por recorridos, la cual posteriormente se extendió a la mayoría de servicios de cercanías de la Red.

Una de las medidas que consiguió incrementar el número de viajeros fue el establecimiento de aparcamientos disuasorios en las estaciones de los alrededores de las grandes ciudades y la aplicación de tarifas que incluyen el aparcamiento de un día y el viaje de ida y vuelta en tren al centro de la ciudad. Este gran "invento" se implantó primero en Madrid a finales de los ochenta, aunque en otros países cuentan con aparcamientos disuasorios desde hace muchos años. En cualquier caso, los ciudadanos del área metropolitana de Madrid descubrieron las ventajas de este transporte combinado y se volcaron en su uso.

El material móvil seguía casi invariable. Tan sólo se acometieron algunas reformas que afectaron, principalmente, a las unidades Suizas, haciéndoles una profunda renovación o transformándolas en las nuevas 435 (que no deben confundirse con los antiguos automotores 435 del Bilbao-Portugalete-Triano, entonces ya dados de baja). Asimismo se recibieron las últimas unidades de la gran serie 440 y las UT diesel de las series 592 y 593 que, aunque concebidas para servicios regionales, desde un principio se asignaron tam-

bién a líneas de cercanías en sustitución de los ferrobuses.

Pero el cambio definitivo en los servicios de cercanías vino con el plan de empresa aprobado por el consejo de administración de RENFE en su última reunión de 1989. Este plan modificaba totalmente la estructura de gestión de la compañía, que a partir de entonces iba a estar basado en la autonomía de los diferentes servicios y áreas productivas de RENFE. El 2 de marzo de 1990 se presentó el nuevo organigrama de la empresa mediante el que se creaba la Dirección General Adjunta (DGA) de Cercanías.

La creación de este organismo autónomo vino acompañado de una racionalización de los servicios. Se crearon los núcleos de cercanías (Asturias, Barcelona, Bilbao, Cádiz, Madrid, Málaga, Murcia, San Sebastián, Santander, Sevilla y Valencia) donde se organizaron los servicios por líneas numeradas como si se tratara de una red de metro. Además la DGA pasó a disponer de su propio material y personal, con lo que la gestión de sus recursos de forma directa incide directamente en la mejora de la productividad. Ello ha provocado un afortunado incremento de la calidad de los servicios. Asimismo se ha adoptado una imagen de marca propia que permite identificar perfectamente el producto que el cliente compra. Esta imagen se basa en los colores blanco, rojo y gris y en un símbolo formado por una "C" blanca dentro de un círculo rojo, aunque al poco tiempo alguien torció la "C" quedando el símbolo como todos lo conocemos ahora.

Al respecto de esto de torcer la "C", hay quien dice que fue por problemas con una patente que utilizaba un símbolo muy similar. Pero hay otra versión que interpreta que la "C" es un logotipo de la palabra "cercanías", y si bien en castellano es correcto, en Catalunya se habría de simbolizar con una "R" de "rodalies" y en Euskadi con una "A" de "aldiriak". Así que, para evitarse un problema lingüístico, cultural e histórico la "C" ya no es "C" y ahora es, simplemente, el símbolo de la DGA de Cercanías. Sea por el motivo que sea la "C" perdió el sentido del equilibrio y se torció.

Poco tiempo después de que se creara la DGA de Cercanías, el Consejo de Ministros del 4 de mayo de 1990 aprobó el Plan para el Transporte en las Grandes Ciudades, popularmente conocido como "Plan Felipe", en el que se incluía el Plan de Transporte de Cercanías para el período 1990-1993. Este plan contemplaba grandes inversiones en las cercanías de RENFE, aunque los núcleos más beneficiados fueron Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Asturias. Además de las mejoras en las instalaciones, se presupuestó la adquisición de 70 unidades más de la serie 446 y doce composiciones de coches de dos pisos. Estas actuaciones tienen la continuidad asegurada en el marco del Plan Director de Infraestructuras (PDI), elaborado por el Ministerio de Obras Públicas y



*Tren de cercanías saliendo de Madrid-Chamartín en dirección a Madrid-Atocha, poco antes de entrar en el túnel que atraviesa la ciudad de norte a sur.  
(Foto: Javier Aranguren).*

Transportes (MOPT), que abarca el período comprendido entre los años 1993 y 2007.

En el mismo momento se comenzó a elaborar el proyecto de una variante de las 446 que, conservando íntegramente su constitución, introducía una nueva tecnología en la parte eléctrica de tracción. De este modo nació la serie 447, al amparo de las inversiones del "Plan Felipe", de la que en mayo de 1991 se encargaron un prototipo y una serie de 70 unidades. Asimismo se encargó la construcción de quince trenes de dos pisos de la serie 450 y 30 automotores para dotar de tracción autónoma a las doce composiciones existentes, con las que se formarán nueve trenes de la serie 450 en composición M-R-R-R-M y doce de la serie 451 en composición M-R-Rc.

### *La subversión del cliente Madrid, enero de 1990*

En 1990 sucedió un hecho imprevisto que desbarató todos los planes de RENFE, y que por





*Al poco de entrar en servicio esta composición de coches de dos pisos de la serie 450 efectúa su entrada en Alcalá de Henares realizando un servicio de cercanías procedente de Cantoblanco-Universidad. (Foto: Luís Rentero Corral, 23.04.91).*

su repercusión en la Red y la implicación de las nuevas unidades en el mismo es imperativo destacar. Las mejoras introducidas progresivamente en las redes de cercanías y, sobre todo, la grave situación de las carreteras y autopistas de acceso a Madrid, totalmente colapsadas en las horas punta de la mañana y de la tarde, provocaron una avalancha de viajeros en los servicios de cercanías. Durante unos meses RENFE pasó verdaderos apuros para satisfacer la demanda.

A lo largo del año anterior esta demanda en las líneas de cercanías de Madrid creció un 100 % en horas punta. En los últimos días de diciembre la situación fue alarmante, calificada de "situación de emergencia" por la propia RENFE; los trenes circulaban abarrotados hasta los topes. Pero los problemas nunca vienen solos. La enorme ocupación de los trenes trajo consigo el inflado de los tiempos de parada en las estaciones al realizarse con suma lentitud y dificultad la evacuación y acceso de viajeros a los trenes, produciéndose unos retrasos demasiado grandes. Además estos retrasos, en una red saturada y con poca flexibilidad, originan un efecto en cadena. Por otra parte el material móvil estaba sometido a excesos de trabajo, suponiendo ello una mayor fatiga y siendo el caldo de cultivo ideal para el incremento de las averías.

Este era el fiasco que tenía a media RENFE en pie de guerra en enero de 1990. Pero

la cosa no acabó aquí. Los clientes de Cercanías-Madrid, hartos, indignados e impotentes ante un gran descenso de la calidad de los servicios, cansados de viajar en condiciones infrahumanas y de llegar tarde a sus puestos de trabajo y, al mismo tiempo, inconscientes de ser ellos los causantes del problema al volcarse masivamente en el uso de los trenes de cercanías, decidieron tomar cartas en el asunto. Fue así como, durante unos días de los meses de enero y febrero de 1990, se realizaron una serie de actos de protesta contra los servicios de RENFE, organizados de forma espontánea por la cólera de los clientes. Entre ellos destacaron las sentadas de viajeros de hora punta en las vías de Madrid-Atocha cortando la circulación de trenes. Este sí fue el límite.

Ante situaciones de emergencia, medidas de emergencia. RENFE se vio obligada a incrementar el número de trenes en servicio en Cercanías-Madrid. De este modo se intervinieron una gran cantidad de unidades de la serie 440 de todos los depósitos de la Red que vivieron un traslado forzoso a la capital del estado. Con esta medida la situación se pudo controlar, de manera que en el mes de mayo se redujeron las aglomeraciones y se recuperó gran parte de la regularidad perdida. En esa fecha Cercanías-Madrid tenía 142 unidades de tren en servicio en la hora punta de la mañana. Así que el problema se solucionó. Pero se creó otro.

Como hemos visto, todos los depósitos de la Red vieron reducida su dotación de unidades de tren, aunque fue Aragón la zona más afectada, con lo que resultaba sumamente difícil cubrir todos los trenes previstos en los itinerarios. Pero el servicio tenía que salir adelante. Así que se echó mano de todo el material disponible y con una gran dosis de imaginación se pudo suplir la falta de material. Durante 1990 y 1991, mientras que las unidades 446 y 450 iban entrando en servicio y poco a poco se volvía a la normalidad, se procedió a una reestructuración de los turnos de material para servicios de cercanías y regionales. Las Suizas y las unidades de la serie 439, que ya habían comenzado a darse de baja del parque de RENFE, vivieron un nuevo, aunque corto, período de esplendor. Se suspendieron las bajas programadas de estas series y se amplió su radio de acción. En la mayoría de núcleos de cercanías las Suizas llevaban el peso de todo el servicio. En Catalunya las unidades 440 de varios trenes regionales pasaron a los servicios de cercanías. Esos trenes regionales pasaron a realizarse con Electrotrenes 444. También en Asturias y La Mancha se tuvo que acudir a los Electrotrenes 432 para algunos servicios regionales.

Pero volvamos al caso de Aragón, donde se destruyó toda la calidad del servicio. Los trenes que de Zaragoza iban a Castejón, Logroño, Miranda, Pamplona y Alsasua se realizaban con unidades 439 del depósito de Miranda, con Suizas de Zaragoza y con Electrotrenes 432. De vez en cuando, como no había ninguna unidad disponible, ¡ninguna!, algunos trenes tenían que ser suspendidos y realizar su servicio por carretera. Lo mismo sucedía con los trenes de Zaragoza a Monzón y Lleida, aunque en este caso la sustitución de los trenes por autocares estaba a la orden del día. Naturalmente los autocares "circulaban" con un retraso abrumador, que en muchas ocasiones alcanzaba las dos, tres y hasta cuatro horas. En la línea de Zaragoza a Caspe, Mora y Reus se alternaban las Suizas con los Electrotrenes 444. Y en los servicios de Zaragoza a Calatayud y Arcos era habitual el uso de UT diesel de la serie 592 y de Electrotrenes de la serie 448. El último regional Zaragoza-Calatayud del día se solía cubrir con el 448 de un Intercity Madrid-Zaragoza que llegaba a la capital maña después de la hora de salida del regional.

No fue hasta bien entrado el año 1991 cuando las 440 requisadas por Madrid fueron volviendo a sus lugares de origen gracias a la rápida y masiva puesta en servicio de las unidades 446 y 450, las cuales también permitieron incrementar los servicios de las principales líneas.

### *El conjunto del nuevo material*

Los servicios de cercanías siguen hoy en

## LA EVOLUCION DE LA DEMANDA...

Tal y como se indica en el texto, el servicio de cercanías de RENFE ha vivido en los últimos años un incremento de la demanda que se sitúa muy por encima de todas las previsiones. A continuación se presenta una tabla comparativa donde se puede ver el crecimiento real de los diferentes núcleos de cercanías de RENFE entre los años 1987 y 1992, ambos incluidos, estando ordenados de mayor a menor volumen de viajeros. Las cifras indican millones de viajeros en el año referido.

	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Madrid	68.87	72.38	80.75	109.30	144.60	172.41
Barcelona	40.17	41.26	42.56	53.37	63.83	72.56
Bilbao	22.52	23.18	23.54	23.89	26.08	24.48
Valencia	8.92	9.07	9.36	11.35	14.48	17.34
Málaga	8.97	9.37	9.67	10.04	10.07	7.52
San Sebastián	4.37	4.38	4.40	4.83	6.80	7.38
Asturias	4.25	4.38	4.52	4.61	5.07	5.48
Sevilla	3.19	3.38	3.51	3.81	3.18	6.13
Murcia	1.98	2.06	2.14	2.19	2.54	3.0
Cádiz	0.67	0.73	0.76	0.78	1.25	1.70
Santander	0.50	0.51	0.53	0.98	1.02	1.01

Respecto a estos datos hay que hacer varios comentarios. Por un lado se observa que el núcleo de Madrid transportó, en 1992, el 54.03 % del total de viajeros de la DGA de Cercanías y que también es el núcleo que ha registrado un incremento mayor en el transcurso de estos seis años. En este sentido los núcleos con un porcentaje de crecimiento mayor son, junto con Madrid, los de Barcelona y Valencia. En el resto se ha producido un incremento más moderado e incluso algunos están viviendo un retroceso debido, principalmente, a la actual situación de crisis económica. Finalmente hay que observar que el crecimiento registrado por el núcleo de Sevilla en 1992 es puntual y no se puede aceptar de forma estricta, ya que durante ese año estuvo en servicio la línea provisional C-2, abierta para cubrir los servicios entre la ciudad de Sevilla y el recinto de la Exposición Universal.

Otro indicativo estadístico interesante es el de la cantidad media de viajeros transportados en un día laborable normal, con datos referidos al año 1992. En este aspecto de nuevo el núcleo de Madrid se sitúa a la cabeza, con 506.151 viajeros/día, seguido a distancia por los 211.050 viajeros/día del núcleo de Barcelona y los 72.348 viajeros/día de Bilbao. El núcleo más modesto, el de Santander, registró una media de 2.124 viajeros/día. Contando la totalidad de los núcleos, la media de viajeros en un día laborable normal del año 1992 fue de 930.469 viajeros/día.

### ... Y DE LOS SERVICIOS

Como consecuencia del crecimiento de la demanda RENFE ha tenido que aumentar los servicios en las líneas de Cercanías, sobre todo en las horas punta. Para verlo de una forma más gráfica a continuación se detallan la cantidad de trenes en circulación en hora punta en algunos tramos o líneas de los tres núcleos que han vivido un crecimiento mayor.

En este cuadro se indican los trenes que circulaban entre las 7.00 h. y las 9.00 h., el período de mayor movimiento de viajeros en un día laborable normal, en los tramos y sentidos señalados (sólo un sentido) durante los horarios de invierno de los años 1986/87, 1989/90 y 1992/93.

	1986/87	1989/90	1992/93
<b>Núcleo de Barcelona</b>			
Mataró-Barcelona	7	8	15
Vilanova-Barcelona	4	8	15
Molins-Barcelona-Terrassa	6	6	10
<b>Núcleo de Madrid</b>			
Alcalá de Henares-Madrid	11	14	16
Aranjuez-Madrid	5	5	9
Parla-Madrid	8	15	24
Fuenlabrada-Madrid	8	15	24
Móstoles-Madrid	20	24	27
<b>Núcleo de Valencia</b>			
Gandía-Valencia	3	3	4
Xàtiva-Valencia	6	6	8
Castelló-Valencia	2	2	4



*Esta fue la última Suiza de dos coches asignada al depósito de Oviedo. Se encargaba de realizar los trenes de cercanías de la línea Oviedo-Trubia. (Foto: Luis Rentero Corral, 05.11.91).*



día con su metamorfosis. Se han introducido grandes cambios pero aún es largo el camino por recorrer. En el plazo de unos quince años este sector se habrá transformado desde un estado arcaico hacia las redes metropolitanas que ya se comienzan a definir. El papel que juegan en las grandes ciudades es fundamental y el proceso iniciado en 1976 con el Aluche-Móstoles es irreversible. La DGA de Cercanías tiene ya una gran cuerpo de clientes habituales que prefieren el tren al vehículo particular. Y sigue creciendo.

El parque de material ha vivido una transformación total en estos cuatro últimos años. Las unidades de las series 446 y 447 se han erigido en protagonistas de las nuevas redes metropolitanas, siendo el material idóneo para trayectos de una duración máxima de 60 minutos con paradas frecuentes y una corta distancia entre estaciones. La serie 446 está formada por 170 unidades y la serie 447 cuenta con 71 unidades, aunque existe la opción de adquirir 110 trenes más.

Las series 450 y 451 de trenes de dos pisos, que cuando se completen estarán formadas por 24 y 12 unidades respectivamente, son idóneas para los servicios de cercanías de mayor longitud y tiempo por tener un gran número de plazas sentadas. Asimismo es difícil utilizarlas en los servicios metropolitanos dado que, aunque las plataformas de acceso de los coches son muy grandes, el tiempo de acceso y desalajo es superior al de las unidades 446 y 447, que tienen tres plataformas por coche con menor capacidad de viajeros. Además plantean problemas de gálibo en algunas líneas de la Red.

Todo este material de nueva tecnología compartirá servicios con las unidades de la serie 440, una parte de las cuales se está transformando expresamente para los servicios de cercanías. Por su mayor velocidad son idóneas para las líneas con distancias grandes entre estaciones. El resto de la serie 440 cubrirá servicios regionales de las líneas electrificadas, pudiendo así dar de baja definitivamente a las series más antiguas. Las series 433, 434 y 439 ya han desaparecido del parque de RENFE y de la gran familia de las Suizas sólo quedan unos pocos ejemplares, repartidos entre las series antiguas y las modernizadas 435.

Cuando esté en servicio la totalidad del nuevo material, en el año 1994, se podrá cubrir suficientemente la nueva demanda generada. En ello inciden tanto la mayor fiabilidad y disponibilidad de estas unidades como un mayor parque. En el año 1989, cuando comenzaban a circular las primeras 446, RENFE disponía de 424 unidades de tren para cubrir los servicios de cercanías. En el año 1994 la DGA de Cercanías dispondrá de 530 unidades. Además hay que contar con que la mayoría de estas unidades tienen una capacidad mayor que el material antiguo, con lo que las plazas ofrecidas se incrementan mucho más.



*El prototipo 445 durante sus primeros ensayos en la línea Castellbisbal-Mollet, fotografiado en la estación de Cerdanyola-Bellaterra. (Foto: Eduard Ramírez Sanz, 05.02.85).*

En los próximos años parece que las cosas no van a cambiar mucho. El esfuerzo desarrollado últimamente ha sido muy grande y ha cambiado totalmente los servicios de cercanías de RENFE, una RENFE que se ha transformado en una empresa que tiende vertiginosamente a la especialización de todos sus servicios. A partir de ahora el trabajo se ha de dirigir al mantenimiento y consolidación de estos servicios y al incremento de las inversiones para la mejora de las infraestructuras.

No sabemos que nos depara el futuro lejano; pero se puede hacer una aproximación y parece probable que en este país, de una vez por todas, tomemos conciencia de lo que es bueno y de lo que es malo para todos. Quizás entendamos que el uso del transporte público nos beneficia a todos en innumerables aspectos. En este sentido es muy probable que la demanda de cercanías siga creciendo tras el paréntesis de la actual crisis o incluso favorecido por ella. Por si acaso RENFE está preparando el camino, para que la realidad no les vuelva a pillar desprevenidos.

## EL PROTOTIPO 445

En el año 1980 RENFE realizó unos estudios encaminados a establecer las bases de un tren concebido especialmente para el tráfico de cercanías. Para elaborar este anteproyecto se tuvo en cuenta las especiales características de

este tipo de servicio. Fundamentalmente se trataba de diseñar una unidad que tuviese una elevada aceleración y deceleración, centrando la potencia de tracción en este cometido sin pretender alcanzar grandes velocidades, con gran capacidad de viajeros y que el acceso y evacuación de los mismos se pudiera efectuar con facilidad y rapidez. También se pensó en la economía del servicio, por lo que se consideró adecuado la utilización de electrónica de potencia para los equipos de tracción, que permite ajustar el consumo eléctrico estrictamente a las necesidades del esfuerzo de tracción, y la instalación de frenado eléctrico de recuperación, con lo que una unidad puede devolver energía a la catenaria siempre que en su misma sección se encuentre otra unidad que pueda consumir esa energía. En cuanto al interiorismo habría de tener un confort limitado, dado que los recorridos tendrían poca duración, y que permitiese albergar un gran número de viajeros de pie para las horas punta.

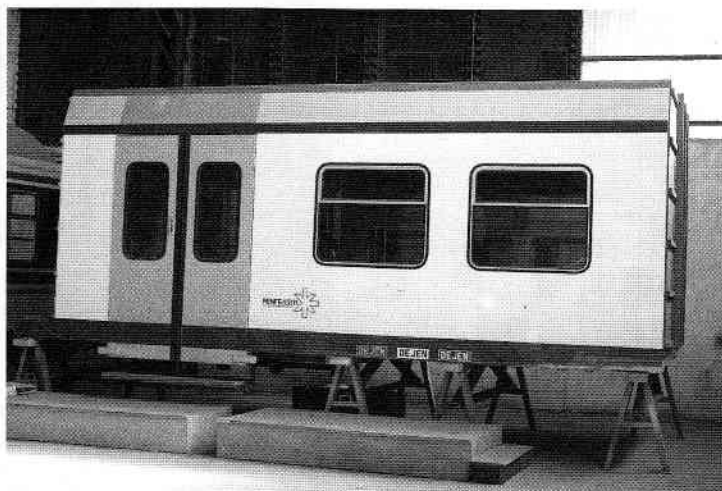
Una vez establecidas estas condiciones básicas se pasó a elaborar el proyecto definitivo. El diseño y construcción de los componentes de la unidad se repartió entre las cinco empresas privadas del siguiente modo: CAF se encargó de la estructura de las cajas y algunos accesorios y de los elementos de rodadura. GEE, la actual Conelec integrada en el grupo ABB, construyó los motores de tracción, los reductores y el disyuntor. MTM realizó los bogies y los convertidores estáticos. WESA, que ahora se denomina Cenemesa y también forma parte de ABB, confeccionó los principales equipos eléctricos y electrónicos del tren: tro-

ceador, aparellaje, manipulador de mando y equipos de alta. Finalmente MACOSA, que ha cambiado su denominación por la de Meinfesa, se encargó del equipo de aire acondicionado, toda la parte neumática y freno y la construcción de las puertas y ventanas. El montaje de todos los componentes del tren se realizó en la desaparecida factoría de MACOSA en el Poble Nou de Barcelona. El CDTI colaboró en el desarrollo de la tecnología y en la financiación del proyecto y TIFSA supervisó el proceso constructivo.

Según el proyecto inicial estaba previsto que la unidad se fuera montando en MACOSA a partir de septiembre de 1981 para tenerla terminada un año después y realizar las pruebas en línea desde octubre de 1982.

El 17 de marzo de 1982 se presentó a la prensa el proyecto, una maqueta a escala real del interior y exterior de la unidad y una serie de bocetos y dibujos del aspecto de la misma, mientras que la construcción de los dos coches motores se alargó hasta 1984. En el verano de ese año la nueva unidad de la serie 445, en composición M-M, realizó sus primeras salidas de la fábrica de MACOSA en una serie de marchas de pruebas por la playa de vías de la estación de Barcelona-Poble Nou y luego por las líneas del contorno de Barcelona, principalmente por el ramal de mercancías de Castellbisbal a Mollet, que por su escaso tráfico presentaba las condiciones idóneas para la realización de estas marchas.

Se inició así un largo período de casi tres años en los que alternaba la circulación en vacío por las líneas de Barcelona con las visitas a la factoría de MACOSA, donde en 1985 se inició la construcción del remolque intermedio de la unidad, con bogies fabricados por MTM y en el que se instalaron algunos componentes de CAF. Este remol-



*Aspecto de la maqueta a tamaño natural de la nueva UT de la serie 445 construida en 1982.*

**(Foto: Eduard Ramírez Sanz, 1983).**

que presentaba la novedad de su caja realizada con perfiles extruidos de aluminio frente al acero utilizado en los coches motores, con lo que se consiguió reducir notablemente su peso.

Durante el verano de 1985 la unidad, aún en composición M-M, se trasladó a Madrid para ser presentada a directivos de RENFE. También realizó varios viajes de pruebas en vacío y con viajeros. En el mes de septiembre volvió a Barcelona e inmediatamente se puso a circular en servicio regular en la línea de Barcelona-Sants al Aeropuerto.

Estas pruebas siguieron a lo largo de 1986 hasta que en el mes de noviembre fue acoplado a la composición inicial el remolque intermedio. En todo este tiempo la unidad sufrió continuas modifi-

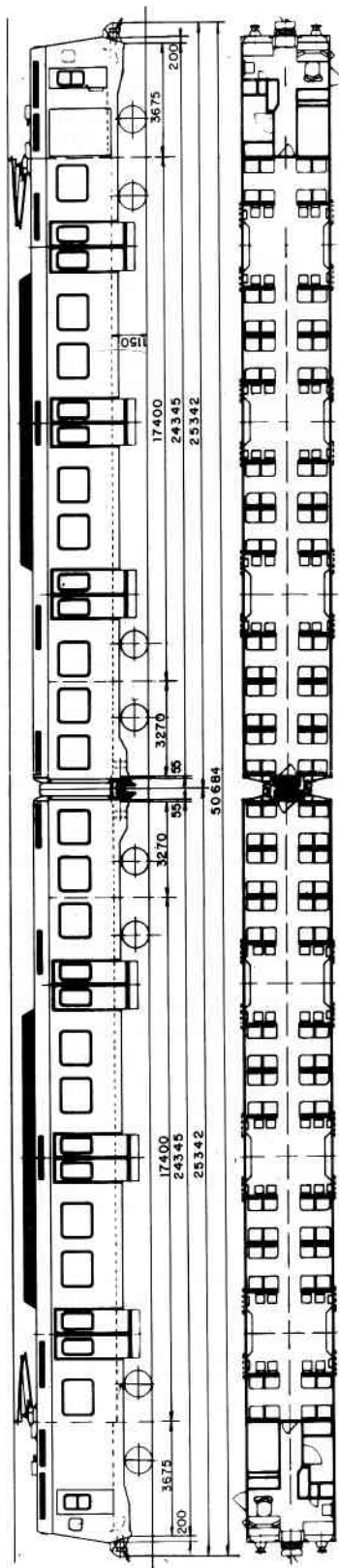
caciones, sobre todo en lo que respecta a los equipos de tracción, el troceador y los convertidores estáticos. En lo que quedó de 1986 y principios de 1987 se realizaron las últimas pruebas, previas a la recepción oficial de la unidad por RENFE. Estas últimas pruebas se iniciaron en Barcelona y se completaron en Madrid. El 8 de mayo de 1987 se dio de alta la UT 445 en el parque de RENFE, asignándola al depósito de Madrid-Fuencarral, desde donde prestaba servicio regular en la línea de cercanías C-2, de Madrid-Príncipe Pío a Pinar de las Rozas.

Todas las incidencias padecidas por la 445 durante los tres años de pruebas y ensayos nunca fueron totalmente solventadas por lo que su servicio regular se vio interrumpido en numerosas ocasiones. Ya en 1988 era frecuente que la unidad estuviera más tiempo en el depósito de Fuencarral que circulando. Definitivamente se apartó del servicio en 1990, año en que solo circuló unos 1000 km. Desde entonces su estado se ha ido degradando progresivamente, siendo incluso el blanco de actos de vandalismo. Actualmente se encuentra estacionada, en lamentable estado, en las vías del depósito de coches de viajeros de Madrid-Fuencarral.

Con sólo nueve años de existencia y tres de servicio comercial el tiempo ha puesto fin a una historia bastante hermética. Es cierto que los prototipos son vehículos que se han de someter a continuos y duros ensayos que muy fácilmente pueden provocar una muerte prematura. Pero este caso es diferente; el prototipo 445 nació manco y

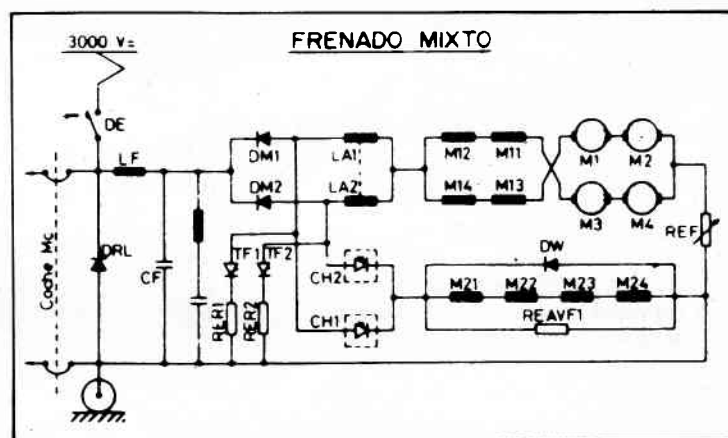
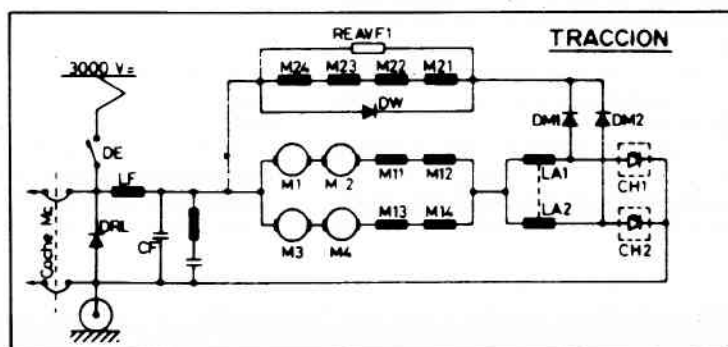


*Remolque intermedio de la UT 445 en construcción en la factoría de MACOSA.*  
**(Foto: Luís Rentero Corral, 27.06.85).**



Planta y alzado de la unidad prototipo CDTI. Abajo se muestran los circuitos básicos de tracción y frenado. (Doc. RENFE) y sobre estas líneas la cabina de conducción. (Foto: RENFE).

## CIRCUITOS SIMPLIFICADOS DE LA UNIDAD





tuerto. Tristemente no ha podido ser el germen del muy ambicioso proyecto de construir una gran serie de material con tecnología moderna exclusivamente nacional que, si se hubiera podido llevar a cabo, habría supuesto un gran salto hacia adelante de nuestra industria.

De todos modos, aunque el proyecto Cede-ti fracasó, toda la experiencia acumulada por la industria nacional y por la propia RENFE no ha caído en saco roto. La construcción de las series 446 y 447 ha resultado relativamente fácil ya que había el antecedente de la 445, que quizás habría que calificar como de anteproyecto del nuevo material más que proyecto. No se ha podido aprovechar la mayor parte de la tecnología desarrollada en el prototipo pero ha servido de mucho para clarificar la filosofía de concepto de las nuevas series. En cualquier caso ya no es posible volver a poner en marcha un proyecto similar, puesto que la mayor parte de la industria nacional se encuentra en manos extranjeras desde el asunto del AVE, con tecnología propia de muy alta calidad.

## Descripción técnica

La UT eléctrica prototipo de la serie 445 está formada por dos coches motores extremos con cabina de conducción y un remolque intermedio. Los vehículos están formados por una estructura autoportante de construcción clásica con acero en los coches motores y de perfiles de aluminio en el coche remolque, procurando en ambos casos la máxima reducción de peso posible. Este peso, sin carga, es de 63 T para los coches motores y de 36 T para el remolque. Los coches disponen de intercomunicación con estribos móviles, puerta de accionamiento manual y burletes de goma.

El interior de los vehículos está formado por un gran espacio que constituye la sala de viajeros. En los extremos exteriores de los coches motores se sitúan las cabinas de conducción, y entre éstas y la primera plataforma del coche, los armarios de alta que albergan el disyuntor y el convertidor. Las cabinas de conducción disponen de un pupitre situado a la derecha en el sentido de la marcha, un asiento regulable para el maquinista y varios armarios en la parte trasera con los mandos de los equipos del tren. A esta cabina se puede acceder por una puerta desde el interior del coche motor, por una puerta lateral situada en el mismo lado que el pupitre o por la puerta del testero. Los tres vidrios frontales son blindados. Esta unidad carece tanto de departamento furgón como de lavabos-retretes, considerados innecesarios dado el poco tiempo que el viajero va a permanecer en el tren.

La sala de viajeros tiene el piso al mismo

nivel en toda su longitud, incluidas las tres plataformas de acceso por coche. Estas plataformas disponen de una puerta de dos hojas por costado. Estas puertas son correderas-desplazables de accionamiento neumático, cuya apertura puede realizar el maquinista o los propios viajeros mediante dos pulsadores existentes en el interior y en el exterior, tras la permisión de apertura eléctrica accionada por el maquinista. Asimismo las puertas pueden ser cerradas individualmente por los viajeros desde el interior de las plataformas o en conjunto por el maquinista. Estas puertas, una vez abiertas, ofrecen un espacio libre de 1300 mm. Cada puerta dispone de un estribo móvil que se abre de forma conjugada con las mismas, con lo que la unidad se puede adaptar a los andenes de diferentes alturas existentes en la Red.

Los asientos de viajeros están separados de las plataformas de acceso mediante mamparas de cristal. Estos asientos son fijos, acolchados y sin apoyabrazos, con forro de tela de color marrón. Los coches motores tienen 64 asientos y el remolque 76. Están dispuestos de filas de 2+2 enfrentadas. Además existen ocho estrapontines por plataforma, que ofrecen otras 24 plazas de asiento. Contando las plazas de pie, la unidad completa admite un máximo de 720 viajeros, limitado a 642 viajeros con los estrapontines en uso.

Las paredes interiores y el techo están formadas por paneles de fibra plástica de color crema. El suelo es de goma de color marrón. Encima de los asientos se sitúan las rejillas metálicas



Testero del coche 9.445.002.  
(Foto: Javier Aranguren).

portaequipajes pintadas en color rojo. La iluminación de todo el interior se realiza con tubos fluorescentes. Toda la unidad dispone de aire acondicionado por lo que las ventanas están normalmente cerradas. En caso de necesidad el tercio superior de las mismas es parcialmente abatible.

Exteriormente la unidad está pintada en color crema con las puertas y la parte inferior del testero en color naranja y con franjas, techo y la parte superior del testero en color marrón. El aspecto general de la unidad recuerda a las últimas series de material autopropulsado de RENFE, principalmente los testers, muy similares a los de los "Camellos" de las series 592 y 593.

## Bogies

La estructura principal de los bogies, idéntica para los motores y los remolcados, está formada por un bastidor en forma de H construido con chapa de acero soldada. Cada bogie tiene dos ejes con ruedas enterizas sobre los que se apoya el bastidor a través de la suspensión primaria, formada por resortes helicoidales y amortiguadores para los movimientos verticales y laterales. La caja del coche se apoya sobre el bastidor del bogie a través de la suspensión secundaria formada por dos balones neumáticos de presión variable, que se regula automáticamente en función de la carga del coche para mantener constante la altura del mismo respecto al carril. La transmisión de esfuerzos entre la caja y el bogie se transmiten por el pivote de arrastre, mediante bielas y topes elásticos.

Los frenos, de accionamiento neumático, son de disco y de zapata en los bogies motores. El freno de disco actúa sobre cada rueda mediante un cilindro independiente. Además cada rueda tiene una zapata accionada por otro cilindro. Los bogies remolcados sólo tienen freno de disco que es accionado por cilindros independientes sobre dos discos calados en cada eje. Uno de cada dos cilindros de freno de disco por eje disponen de freno de estacionamiento por muelle acumulador.

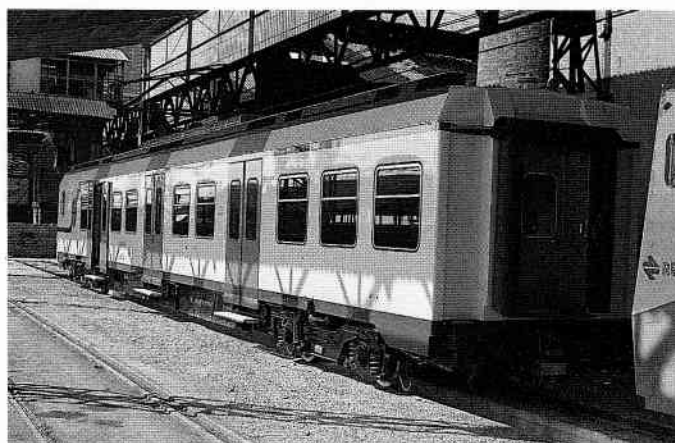
Los bogies motores tienen dos motores de tracción suspendidos del bastidor, del tipo GEE-326 autoventilado de excitación serie, suministrando cada uno una potencia máxima de 240 kW a 1500 Vcc. El par motor se transmite a los ejes por acoplamientos elásticos y reductores totalmente suspendidos.

## Equipos de potencia y mando

La captación de corriente se realiza mediante dos pantógrafos, situado cada uno en



Detalle del logotipo del Cedeti y de las empresas participantes en su desarrollo y construcción. (Foto: Eduard Ramírez Sanz, 1983).



Vista posterior del coche 9.445.001 en el interior de la factoría de MACOSA. (Foto: Eduard Ramírez Sanz, 1983).

un coche motor, del tipo AM-32. La corriente pasa por un seccionador de línea, un pararrayos, un filtro y entra en el circuito de potencia.

El componente principal de este equipo es el troceador que, mediante tiristores, controla las prestaciones de los motores de tracción. Cada coche motor dispone de un troceador bifásico de tipo AVF ("automatic voltage field", shuntado continuo de campo) con una frecuencia nominal de 183,1 Hz. Los cuatro motores de un coche están permanentemente acoplados en serie-paralelo (dos ramas de dos motores en serie). Los inductores de cada uno de ellos están partidos en dos, conectándose una parte en serie con su inducido y la otra en serie con el diodo de marcha libre. Por esta segunda parte de los inducidos pasa la corriente remanente en el circuito de los motores en el momento del ciclo de los tiristores en que no conducen. La electrónica del sistema AVF controla de forma continua el valor del campo de los inductores actuando sobre estas segundas partes. De esta manera se simplifica el control del campo al ser innecesarios los contactores, resistencias y bobinas de los sistemas clásicos. Además el sistema AVF permite incrementar la potencia del freno de recuperación.

Las ventajas del troceador son indiscutibles en cuanto al ahorro de energía. En primer lugar el consumo en tracción es menor, sobre todo en el arranque, debido a que no es necesario intercalar resistencias para el control de la velocidad del motor, las cuales producen un consumo adicional al del esfuerzo tractor. En segundo lugar la regulación es continua e infinita, sin escalones ni puntos como sucede con la regulación tradicional por resistencias y contactores. Además permite el frenado eléctrico por recuperación, consistente en

devolver a la catenaria la energía producida por los motores, convertidos en generadores, siempre que en la misma sección de la línea haya algún consumidor (otra unidad o locomotora eléctrica que esté traccionando o una subestación transfor-

madora capaz de absorber esa energía).

Pero la unidad también utiliza el sistema de freno reostático tradicional, el cual resulta imprescindible para cuando no hay ningún consumidor en la misma sección de catenaria, ya que si en una



La UT 445, en composición M-R-M, cuando ya se encontraba apartada en Madrid-Fuencarral junto a otro material fuera de servicio. Detrás suyo se encuentra el Platanito 443 y a su derecha un remolque intermedio de Suiza utilizado en las pruebas de los nuevos colores de la DGA de Cercanías y un Ferrobús de dos coches. (Foto: Ignacio Martín Yunta, mayo de 1991).

línea eléctrica no hay ningún elemento capaz de consumir, un generador no puede producir corriente y por tanto, en este caso, no existiría esfuerzo de freno dinámico. Si esto sucede, la energía eléctrica producida por los motores se transforma en calor en las resistencias de freno, situadas en el techo de los coches motores.

El mando del equipo de potencia es electrónico y está formado por el circuito de mando y protección del troceador, el regulador de velocidad y el control de aceleración, antipatinaje y antibloqueo.

La unidad puede ser conducida de dos formas diferentes: por la tradicional regulación de la tensión de los motores o por velocidad prefijada. El modo normal de conducción es este último. En este modo, el maquinista actúa sobre el manipulador principal del pupitre de mandos seleccionando la velocidad a la que desea que circule la unidad. Esta orden eléctrica pasa al regulador de velocidad, que actuará sobre el troceador y sobre el control del freno neumático, de manera que solicitará tracción para el arranque y la aceleración y frenado para la deceleración y parada. De la misma manera, una vez alcanzada la velocidad prefijada, el regulador de velocidad se encarga de mantenerla constante, independientemente de la carga y del perfil de la vía. Para ello puede variar las condiciones de marcha, solicitando tracción, marcha a la deriva, freno eléctrico y/o freno neumático. Si el maquinista escoge conducción por regulación de tensión, pasará a actuar directamente sobre el troceador, en tracción o freno eléctrico, y sobre el freno neumático, supliendo la función del regulador de velocidad mediante el mismo manipulador.

En ambos casos la aplicación del freno es combinada. El freno eléctrico actúa desde la máxima velocidad hasta algo menos de 10 km/h. La conmutación de la salida de la energía de freno (recuperación/reostático) es automática. En primer lugar entra el circuito de recuperación. Si la línea aérea no admite la corriente generada inmediatamente se intercalan en el circuito las resistencias de freno. El freno neumático, controlado eléctricamente, actuará en el momento y con la fuerza adecuada siempre que el freno eléctrico no sea capaz de producir la deceleración solicitada y, para realizar la parada del tren, desde poco antes de la desconexión del freno eléctrico hasta que la velocidad sea cero.

En cualquier caso las prestaciones máximas de la unidad son una aceleración media de  $0.72 \text{ m/s}^2$  entre 0 y 60 km/h y de  $0.58 \text{ m/s}^2$  entre 0 y 100 km/h. La deceleración media aplicando la máxima potencia de freno es de  $0.92 \text{ m/s}^2$  desde 100 km/h hasta la parada. Los valores de la aceleración eran notablemente superiores ( $1 \text{ m/s}^2$  en la aceleración de 0 a 60 km/h y  $0.8 \text{ m/s}^2$  en freno) cuando la unidad estaba formada sólo por dos coches motores. La velocidad máxima es de 100



km/h, siendo el esfuerzo tractor, a esta velocidad, de 76 kN.

### *Equipos auxiliares*

El suministro de la corriente para los equipos auxiliares viene producido por tres convertidores estáticos. Los que equipan a los coches motores tienen una potencia de 70 kVA y el del remolque es de 45 kVA. Suministran corriente alterna a la tensión constante de 380 V y 50 Hz de frecuencia.

Esta corriente se utiliza para alimentar los motores de los compresores, los equipos de aire acondicionado, el alumbrado, la carga de la batería además de otros equipos complementarios. Los equipos de mando toman la corriente de la batería.

En caso de avería de un convertidor principal los otros dos pueden mantener sin problemas el funcionamiento de los equipos auxiliares de todo el tren, excepto el equipo de aire acondicionado que pasará a funcionar a media marcha.

***Luís Rentero Corral***



(Foto Superior) La unidad 445 junto a una 440 en el taller de unidades de tren de Madrid-Fuencarral. (Foto: Ignacio Martín Yunta, 1989).

(Foto Inferior) Acabada salir de Macosa, en las vías del Poble Nou, aún sin el remolque intermedio. Obsérvense las ventanas cubiertas con madera. (Foto: Eduard Ramírez)

*Continuará...*