

# SIEMENS

## Nueva línea de alta velocidad Madrid–Sevilla: Historia de un récord mundial.



IID  
575

# El camino de España al siglo XXI: Con Europa y con una red ferroviaria de alta capacidad

## Finales de 1986

Los miembros del Consejo de Ministros del Gobierno español acaban de colocar la primera piedra para acoplar su país al futuro. Ha nacido el Plan de Transporte Ferroviario (PTF), un gran proyecto con el que se pretende modernizar y ampliar la red ferroviaria española sobre una base extensa. La infraestructura y las posibilidades de transporte no han de seguir quedándose atrás en el desarrollo dinámico y económico del país; se pretende fortalecer la situación de competitividad del ferrocarril de baja repercusión ambiental. Y otra cosa más: el papel de España en la CE exige nuevas estructuras.

Las tareas son gigantescas. En los próximos años cambiará el rostro de España. El gobierno está reformando ministerios completos para que el PTF se pueda desarrollar de modo racional y planificado, convirtiéndose en un hecho para el año 2000.

Aquí hay una estación intermedia importante: 1992, el año en el que el

mundo dirige su mirada hacia Iberia. 500 años desde el descubrimiento de América; Madrid como capital europea de la cultura, Barcelona como organizadora de los Juegos Olímpicos de verano. Pero sobre todo tiene lugar la exposición mundial, la Expo'92 en Sevilla. Por ello el PTF tiene buenas razones para pretender, además de la modernización de la red ferroviaria, una nueva línea de alta velocidad, de doble vía y alta capacidad, entre Madrid y Sevilla.

## Octubre de 1987

Aún quedan cuatro años y medio hasta la Expo'92. Con este plazo como objetivo, en Octubre de 1987 comienzan las obras para la línea Madrid-Sevilla.

## Diciembre de 1988

En Diciembre de 1988 se toma una importante decisión en política de transportes sobre el sistema "rueda-carril": para la nueva línea de alta velocidad se introducirá el ancho de vía internacional de 1435 mm. Así se abre el camino para conectar España a la red europea de alta velocidad.



## Siemens como líder del Consorcio: Porque al construir también se exige alta velocidad

El plazo hasta la Expo'92 urge. Para quienes deciden en RENFE, se plantean cuestiones importantes: ¿Quién suministra los trenes, quién las locomotoras, quién es responsable de la técnica de vía?

En los trenes de alta velocidad, la elección recae en un Consorcio franco-español.

Se le encarga a un Consorcio germano-español el suministro de 75 locomotoras del tipo S 252, que son locomotoras de alta potencia desarrolladas conjuntamente por Siemens y Krauss-Maffei, para velocidades de 220 km/h y adecuadas para el transporte mixto.

En los meses siguientes, los responsables españoles enfilan otros proyectos. Se suscribe un contrato marco entre RENFE y el Consorcio Hispano-Alemán: Se trata de la construcción de las instalaciones fijas, de la electrificación de la línea y de la técnica de señalización y telecomunicación para unos 140 km en principio. El Líder del Consorcio es Siemens.

RENFE creó para esta línea y el material rodante un nombre: "Alta Velocidad Española", abreviadamente AVE.

### Mayo de 1990

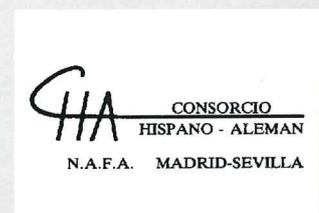
El mismo Consorcio celebra en Mayo de 1990 un contrato para la construcción de los 331 km restantes con el segundo socio importante, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Una vez más se establece la fecha de finalización para los casi 500 km: Abril de 1992, justo a tiempo para la inauguración de la Expo'92.

Las dimensiones del proyecto son considerables. Tan solo para las instalaciones fijas, el valor del pedido asciende

a 1.500 millones de DM, y por las quince locomotoras para el ancho de vía europeo se añaden otros 125 millones de DM.

Con estas dimensiones se plantea la cuestión de la mejor coordinación posible. Las entidades decisorias españolas solucionan el problema del modo más eficaz posible: adjudican la obra como proyecto "llave en mano". Así Siemens, en su calidad de Líder del Consorcio, tiene la responsabilidad, para el provecho de todos.



Proyecto "llave en mano":  
Máxima utilidad para RENFE  
y MOPT

- Los riesgos de la realización del proyecto corren por cuenta del contratista; él es también quien garantiza que se construya con rapidez y dentro del marco financiero.
- El contratista es responsable de controlar y coordinar la colaboración con subcontratistas.
- El proyecto aprovecha por completo las experiencias internacionales de la empresa Líder del Consorcio.
- La rápida ejecución minimiza los costes de capital durante la obra; la situación mejorada de ingresos y costes se produce antes.
- En RENFE y MOPT se movilizan menos recursos; así los participantes pueden concentrarse en el seguimiento del proyecto.

## El Consorcio hispano-alemán: Entidad fiable para los clientes MOPT y RENFE

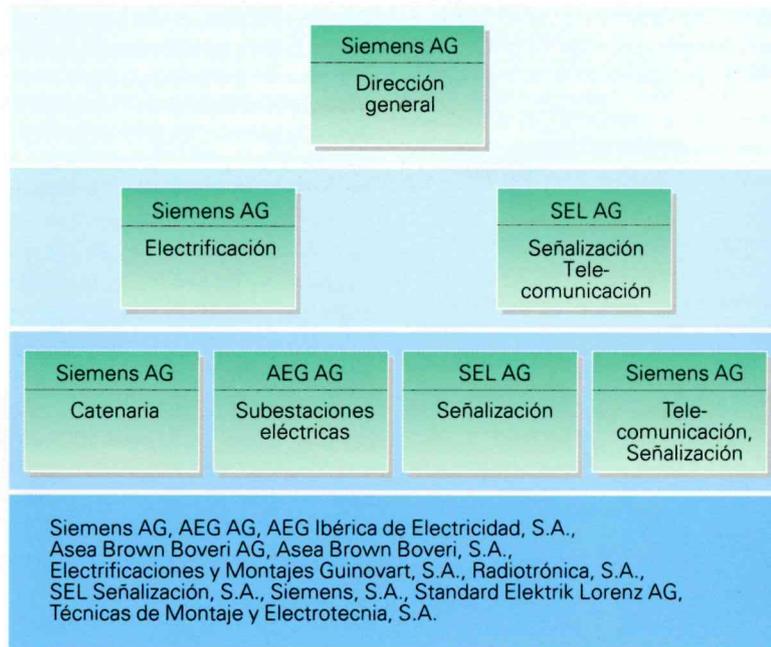
La coordinación con el cliente se convierte en un reto especial para el Consorcio. En primer lugar, porque se trata de dos clientes diferentes que han distribuido sus ámbitos de responsabilidad en tres tramos de la línea:

- RENFE: Madrid–Getafe
- MOPT: Getafe–Córdoba
- RENFE: Córdoba–Sevilla.

En segundo lugar, para las secciones parciales del equipamiento eléctrico, es decir, la señalización y la telecomunicación por un lado y la electrificación por otro, también se han firmado contratos separados.

La coordinación es complicada, porque evidentemente la técnica debe ser unitaria en todos los tramos de la línea.

Se precisa un rígido management del proyecto que también tenga en cuenta los interfases. Los grandes proyectos como este no solo son importantes desde el punto de vista de la técnica ferroviaria, sino que también tienen una alta dimensión política. Por no hablar de que el plazo comprometido para la finalización, la EXPO '92, se acerca cada día que pasa. Por ello, para el cliente es una obligación colaborar con un socio competente.



En su calidad de Líder del Consorcio, el Grupo Sistemas de Transporte Siemens se encarga de la gestión en el marco del management del proyecto de lo siguiente:

- la supervisión de la planificación técnica global y la coordinación de los plazos de suministro y prestaciones de acuerdo con el programa de trabajo general,
- la coordinación de las prestaciones de los consortes en la fase de planificación y de ejecución,
- la dirección general de la obra para la planificación, la realización, las pruebas y la puesta en servicio.

Once empresas acreditadas de España y de Alemania trabajan bajo el management del proyecto del Grupo de Sistemas de Transporte Siemens, tratándose de cooperación europea en vivo.

# Cuando en los sistemas ferroviarios se juega el todo por el todo: Sistemas de transporte Siemens

Tiempo, costes y calidad. Estos tres criterios determinan la decisión de a quién será adjudicado el contrato de Madrid-Sevilla por MOPT y RENFE.

El hecho de que el Grupo de Sistemas de Transporte Siemens dirija el Consorcio tiene buenas razones.

La empresa está especializada en realizar instalaciones de cercanías y de largo recorrido de forma rentable y dentro de plazo como proyectos "llave en mano", manteniendo la máxima calidad.

Aquí, obviamente, no basta con suministrar componentes. Los sistemas ferroviarios tienen la estructura compleja de una técnica combinada. Para poder realizarlos como instalación global se requiere una estrategia fiable de desarrollo con la que se puedan integrar sin fricciones las diferentes unidades de obra.

En el Grupo de Sistemas de Transporte Siemens, el núcleo de esta estrategia es el sistema de management de proyecto. Sus estructuras, maduras hasta el detalle, garantizan una dirección óptima del proyecto, el control del pro-

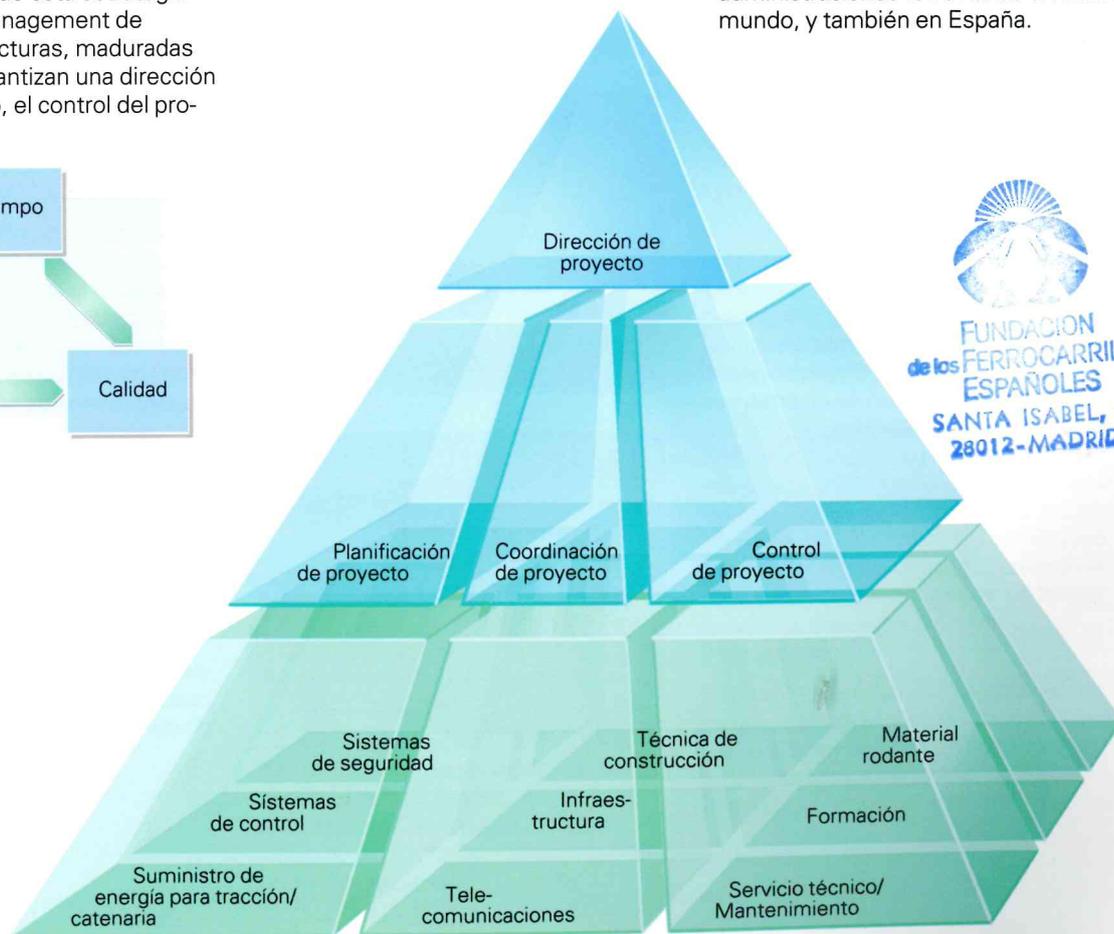
yecto, su realización y la integración de sistemas. El objetivo es acortar en lo posible la duración de todo el desarrollo, pues cuanto antes empiecen a subir al tren viajeros de pago, tanto más pronto se rentabiliza la inversión para el cliente. Esta estrategia de desarrollo se basa en experiencias de muchos años como contratista general y como empresa Líder de consorcios, y se ha acreditado de modo excelente en todo tipo de proyectos internacionales.

El Grupo de Sistemas de Transporte Siemens dispone para el management eficaz de proyectos de un equipo dinámico que controla el avance de obra como "centro de información". Gracias a cortos recorridos de decisiones y la colaboración entre departamentos se puede aprovechar el tiempo de modo óptimo, que es lo que desea el cliente.

A esto se añade la capacidad para la integración de sistemas. El Grupo de Sistemas de Transporte Siemens integra tecnología altamente especializada, tanto propia como ajena, procedente de la mecánica, la electrotecnia y la electrónica. Esto llega hasta la técnica de construcción y el equipamiento de estaciones con infraestructuras completas.

Otros recursos se pueden utilizar no solo gracias a la colaboración con Siemens AG, sino también a la participación en empresas punteras del sector de construcción de vehículos.

Todos estos puntos ayudan a convertir al Grupo de Sistemas de Transporte Siemens en ofertante global en temas de sistemas ferroviarios. Además, la supremacía tecnológica se debe a sus técnicos especialistas. Gracias a su amplia experiencia, sus conocimientos de idiomas y de países, han convertido al Grupo de Sistemas de transportes de Siemens en un socio solicitado por las administraciones ferroviarias en todo el mundo, y también en España.



# Primero el trabajo, después el récord: La planificación detallada asegura el éxito

## Verano de 1990

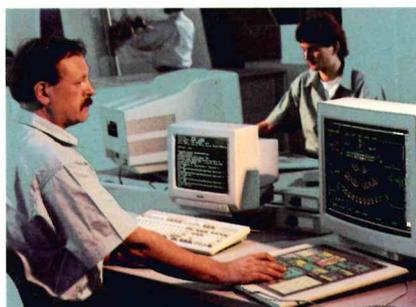
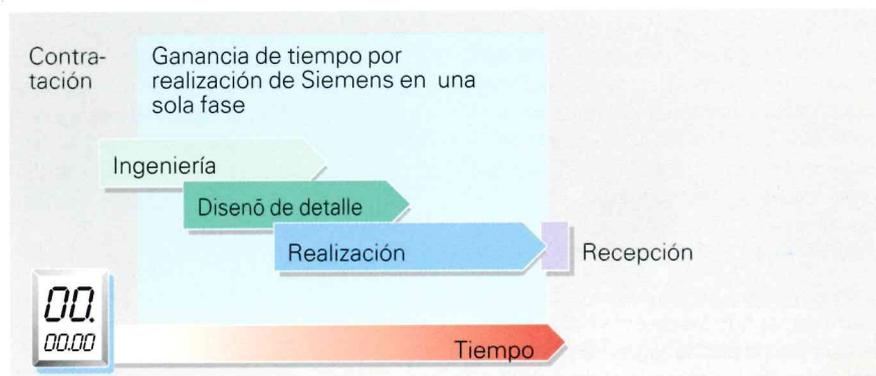
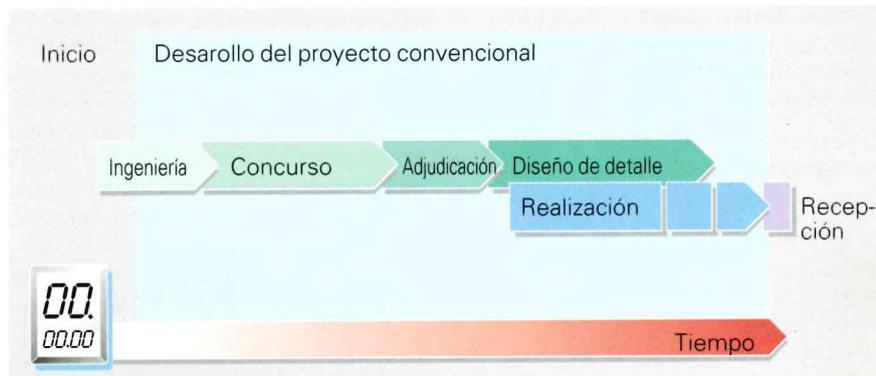
Mientras que un tramo de la línea ferroviaria Madrid-Sevilla todavía se está diseñando "en el tablero de dibujo", en la vía ya están en marcha los trabajos de la obra.

Esta realización en una sola fase que practica Siemens es tan poco usual como efectiva:

En el desarrollo convencional de un proyecto, después de la planificación vienen por fases la licitación, la adjudicación y el diseño de detalle hasta la realización.

Por el contrario, en el caso de la realización en una sola fase, la planificación, el diseño de detalle y la realización tienen lugar en paralelo. Esto ahorra costes porque ahorra tiempo. Pero también exige coordinación, sobre todo en un proyecto de la magnitud del de Madrid-Sevilla. El hecho de que los trabajos en la vía hayan comenzado sólo dos meses después de que el Consorcio entrase en el plan, es algo que no facilita la evolución de la obra: las condiciones marco requieren actividades paralelas de todos los participantes desde el principio hasta el final de los montajes en la vía.

En estrecha colaboración con el cliente, sus empresas constructoras de vía y todas las empresas que forman parte del Consorcio, el Grupo de Sistemas de Transporte Siemens consigue llegar a la terminación con éxito. Para ello también ayuda la capacidad de gestionar el programa de trabajo con flexibilidad, sin perder de vista el plazo final.

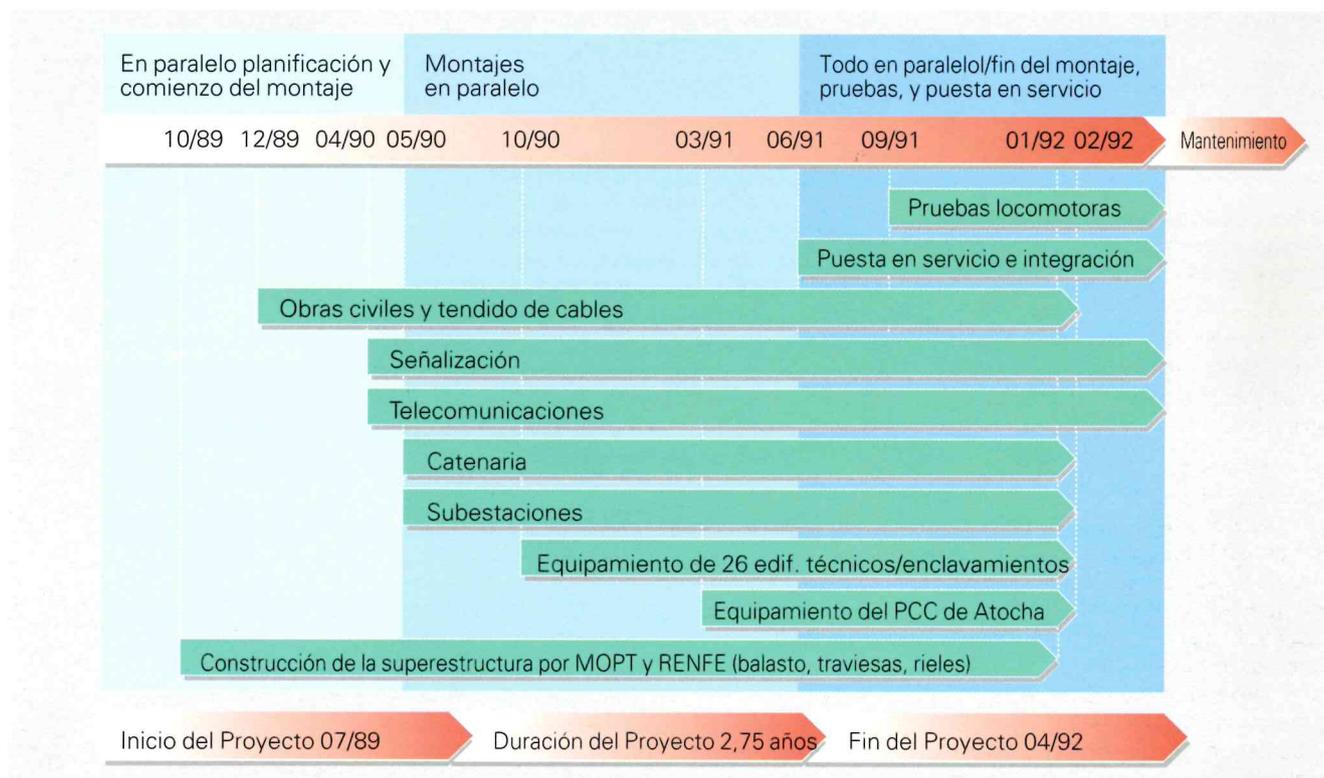


## Octubre de 1990

En Octubre de 1990 se ponen de acuerdo el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, RENFE y el Consorcio respecto a un programa de trabajo importante: En él se aprueban los datos marco para la línea correspondientes a cada paquete, que no pueden ser modificados. Es un auténtico desafío para todos los participantes, pues el plazo de la obra está medido con la máxima parquedad.

Esto resulta tanto más grave cuanto que las 28 partidas de construcción tienen un aspecto completamente distinto al comenzar las obras. Si en un tramo ya está colocada la vía, en el siguiente sólo existe la plataforma; cuando un tramo es accesible por la vía, en el siguiente sólo se pueden realizar montajes desde carreteras de obra.

# Planificación y control del proyecto: Siempre sin perder de vista el plazo final



Siemens y todas las empresas asociadas demuestran flexibilidad: la planificación detallada del trabajo para cada tramo de vía se adapta cada semana a las condiciones en situ, directamente en la obra.

El mal tiempo, los desperfectos de montaje y lamentablemente también el vandalismo producen retrasos: para recuperar dichas demoras, todos los participantes trabajan al máximo. Temporalmente se contratan todas las cuadrillas de obra disponibles en España para el montaje de la catenaria y se refuerzan además con expertos de Alemania. El plazo final no puede fallar.

A lo largo de los 471 kilómetros entre Madrid y Sevilla llegan a trabajar hasta 2.000 hombres. Todo tiene que estar perfectamente coordinado: el trabajo de esos dos mil, los proveedores y las empresas asociadas. Sin una coordinación minuciosa por parte del Grupo de Sistemas de Transporte Siemens, no sería posible un trabajo eficaz. La base de dicho trabajo está constituida por los modernos instrumentos de planificación.

### La planificación asistida por ordenador neutraliza los obstáculos

En colaboración con el cliente, el Grupo de Sistemas de Transporte Siemens aprovecha el instrumento del diagrama tiempo/espacio. Para el seguimiento continuo y los informes mensuales, Siemens utiliza además planes reticulares de los que se derivan por computadora los programas de trabajo en función de la línea o de las unidades de obra. El banco de datos con la estructura del proyecto en función de la línea, elaborado de forma centralizada en el centro de cálculo de

Siemens, se transmite a sistemas descentralizados de ordenador locales, donde se pueden seguir directamente los plazos y planificar las modificaciones.

Identificaciones alfanuméricas ajenas a las empresas le permiten a Siemens controlar sin lagunas y dentro de los tiempos previstos toda la correspondencia con los clientes para el Consorcio. Así también se puede fijar de modo unitario para todos los socios la forma en la que deben subdividirse técnicamente las unidades de obra y coordinar las actividades del programa de trabajo; cómo se deben asignar las actividades y los subsistemas de la geografía de la vía y cómo se debe numerar de forma unitaria la documentación de las instalaciones.

Por poco espectacular que esto suene, es la base para el récord mundial al que los participantes se acercan paso a paso bajo la dirección de Siemens. Pero de eso hablaremos más adelante.

## Punto de partida Castilla: Desde Madrid–Atocha ...

### Primavera de 1991

Todavía queda un año para la inauguración de la Expo '92. Los trabajos en la nueva línea de alta velocidad van a toda marcha: Es el momento de hacer un primer balance.

La línea, de doble vía, servirá según el estándar internacional para el tráfico de trenes EuroCity al ritmo de uno por hora. Está dimensionada para una velocidad de 250 km/h, con posibilidad de aumentarla en el futuro hasta 300 km/h. La línea, de 471 km de longitud, pasa por un terreno a veces difícil y montañoso.

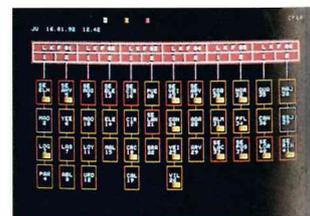
El punto de partida norte de la línea es Madrid–Atocha, estación principal de la metrópolis española. Ya que la nueva línea, al contrario de lo que sucede en la línea de RENFE, está dimensionada para el ancho de vía internacional, en la nueva estación de Atocha se requieren dobles instalaciones de vía.

El Consorcio comienza ya en la fase de la propia construcción de vía, con el montaje de la catenaria, indicadores de destino del tren, equipos de cronometría, megafonía y la infraestructura correspondiente. En los trabajos que se realizan en los edificios también se necesita una coordinación precisa, pues los trabajos de construcción y de excavación están totalmente en manos del MOPT y de RENFE.

### Todo controlado en todo momento: El Puesto Central de Control Madrid–Atocha

Directamente junto a la estación central de Atocha, en un edificio separado, se ha instalado el cerebro electrónico de la Línea de Alta Velocidad: el puesto central de control. La más moderna técnica de procesamiento de datos, de señalización y de comunicación controla y supervisa desde aquí la totalidad de los 471 km. En una pared de pantallas de más de 17 metros de anchura se representa por proyección de vídeo la totalidad de la línea, con todas las posiciones de los desvíos, las ocupaciones y los aspectos de las señales.

Desde el puesto central de control, los jefes de circulación realizan el control operativo de toda la circulación; también desde allí se supervisan y se coordinan todos los sistemas de telecomunicación y las cinco estaciones de pasajeros. En los enclavamientos que hay a lo largo de la línea se han instalado puestos de mando descentralizados, desde los cuales también es posible controlar e intervenir.





FUNDACIÓN  
de los FERROCARRILES  
ESPAÑOLES  
SANTA ISABEL, 44  
28012-MADRID

## ... hasta el corazón de Andalucía: El punto de destino es Santa Justa en Sevilla

Aproximadamente a 175 km al sur de Madrid se encuentra la primera estación de la línea de alta velocidad: Ciudad Real. Otros 40 km más al sur se encuentra Puertollano, puerta a Sierra Morena y punto de partida de un tramo muy variado con puentes, túneles y plena vía.

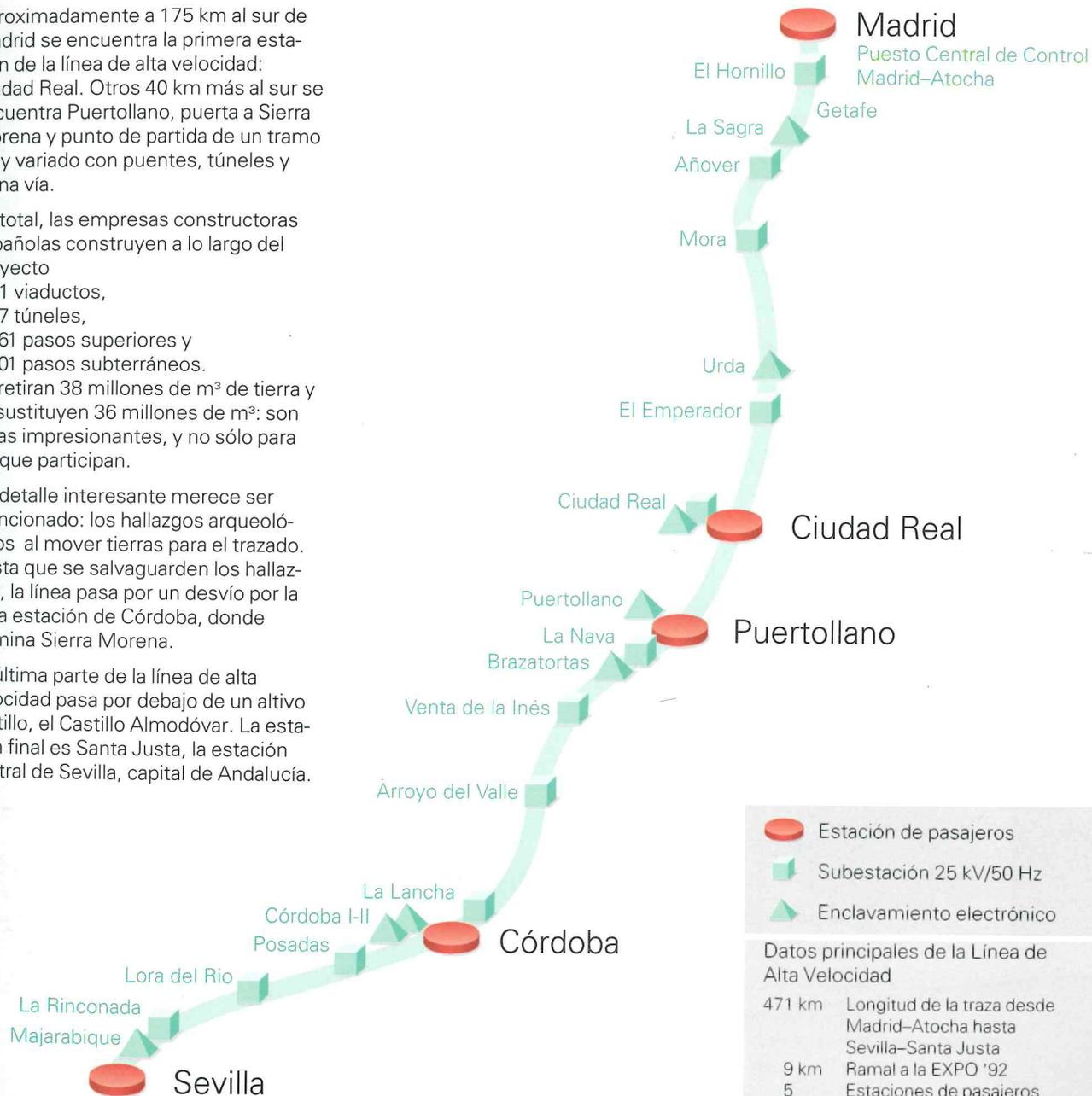
En total, las empresas constructoras españolas construyen a lo largo del proyecto

- 31 viaductos,
- 17 túneles,
- 161 pasos superiores y
- 101 pasos subterráneos.

Se retiran 38 millones de m<sup>3</sup> de tierra y se sustituyen 36 millones de m<sup>3</sup>: son cifras impresionantes, y no sólo para los que participan.

Un detalle interesante merece ser mencionado: los hallazgos arqueológicos al mover tierras para el trazado. Hasta que se salvaguarden los hallazgos, la línea pasa por un desvío por la vieja estación de Córdoba, donde termina Sierra Morena.

La última parte de la línea de alta velocidad pasa por debajo de un altivo castillo, el Castillo Almodóvar. La estación final es Santa Justa, la estación central de Sevilla, capital de Andalucía.



- Estación de pasajeros
- Subestación 25 kV/50 Hz
- Enclavamiento electrónico

### Datos principales de la Línea de Alta Velocidad

471 km	Longitud de la traza desde Madrid-Atocha hasta Sevilla-Santa Justa
9 km	Ramal a la EXPO '92
5	Estaciones de pasajeros
1	Estación de pasajeros en la Expo '92
18	Edificios técnicos
12	Subestaciones
1	Puesto Central de Control en Madrid-Atocha
8	Enclavamientos electrónicos
2	Talleres para los trenes y locomotoras
8	Centros de mantenimiento para señalización y telecomunicación
3	Centros de mantenimiento de electrificación
3	Intercambiadores



## Enclavamientos electrónicos: Preferencia para la seguridad

A lo largo de toda la distancia, más de 7.000 km de cable tradicional y cable de fibra óptica conectan el puesto central de control con la vía y con los 8 enclavamientos electrónicos. Para aumentar la seguridad y la fiabilidad, los cables son tendidos a ambos lados de la vía.

En conjunto, los ocho enclavamientos supervisan y controlan 18 edificios técnicos y aproximadamente 150 desvíos. Cada enclavamiento se ocupa de unos 60 km de vía, y también puede funcionar sin personal. La base para ello es un sistema de comunicación de máxima fiabilidad con gran capacidad de transmisión.

El sistema de conducción automática de trenes (CAT) proporciona una seguridad adicional: con su ayuda, el sistema de enclavamientos y la cabina de conducción de la locomotora intercambian continuamente datos sobre la posición y sobre la velocidad de los trenes en la línea. Como redundancia adicional se han instalado además avisos continuos de vía libre (FTG S); ellos también comunican la posición exacta de los vehículos en la línea y, así, se ocupan de que haya un control sin lagunas del tráfico de trenes.

De este modo, la señalización y la telecomunicación constituyen un sistema global cerrado que permite un control central del servicio para toda la línea y un funcionamiento casi totalmente automático.



## Energía que acelera: La base de la alta velocidad

Los trenes rápidos obtienen su energía a través de una catenaria de construcción ligera como la que utiliza la Deutsche Bundesbahn en sus líneas de nueva construcción. Esta catenaria está dimensionada para trenes que circulen a 250 hasta 300 km/h. El cable de suspensión y el hilo de contacto están suspendidos independientemente a través de un dispositivo mecánico con una fuerza de tensión de 15 kN; las ménsulas se calculan individualmente para cada punto de apoyo con ayuda de un programa de ordenador.

La catenaria está dividida eléctricamente en doce secciones; cada una de estas secciones es alimentada por distintas fases de la red eléctrica pública, con objeto de conseguir una distribución simétrica de la carga. Entre dos tramos vecinos se ha dispuesto una zona neutra sin tensión. Así, al pasar los pantógrafos se evitan cortocircuitos entre las diferentes fases.

El especial dimensionado del hilo de

contacto permite una vida útil de dos millones de pasos de pantógrafo.

Para la alimentación de la corriente de tracción se obtiene la energía por medio de líneas de alta tensión elevadas, construidas expresamente, o bien a través de 12 subestaciones de corriente trifásica con distribución simétrica de la carga y subestaciones de tracción conectadas a continuación. Estas subestaciones convierten en la tensión de servicio de 25 kV, 50 Hz. Cada subestación de tracción está equipada con 2 transformadores principales, cada uno con una potencia de 20 MVA; solo en las secciones de las estaciones de cabecera de Madrid-Atocha y de Sevilla-Santa Justa, la tensión está adaptada al valor usual de RENFE de 3 kV de corriente continua.

# Trabajo en equipo entre socios alemanes y españoles: Un piñón engrana en el otro

Hasta la Expo'92, el Consorcio Hispano-Alemán consigue un logro impresionante: en solo dos años y medio equipa toda la línea Madrid-Sevilla bajo la dirección del Grupo de Sistemas de Transporte Siemens. Dos años y medio para una línea de alta velocidad de doble vía, para 8 enclavamientos electrónicos completos y para unos 7.000 km de cable de señalización y telecomunicación; para aproximadamente 1.200 km de catenaria y unos 17.000 postes, por mencionar solo algunos ejemplos...



El mayor desafío consistió en todo ello en el cumplimiento de plazos y en la precisa coordinación de los procesos de trabajo. El que todo funcionase sin fricciones se debió en buena parte a los socios españoles.

Pues en estos dos años y medio, los subcontratistas españoles aportaron aproximadamente el 30% de los suministros y las prestaciones. La inclusión de empresas regionales tenía varios objetivos:

- ahorrar tiempo utilizando la experiencia local,
- asegurar puestos de trabajo locales,
- aportar a la creación de valor nacional
- y comenzar una transferencia de tecnología entre empresas de Alemania y de España.

Así, por ejemplo, los motores y la electrónica de alta potencia para las locomotoras S252 ya se construyen hoy en España.

El Consorcio Hispano-Alemán estuvo encargado de las siguientes unidades de obra (electrificación, señalización y telecomunicaciones):

## Catenaria

1150 km para 25 kV/50 Hz en construcción ligera, de igual construcción y comprobados dinámicamente con Re-250 para 300 km/h, canaletas para cable y cruzamientos.

Postes:

16.000 postes de hormigón en plena vía, 700 postes metálicos para viaductos y estaciones.

Sistema de catenaria:

1.200 km de longitud; cable sustentador de bronce, 70 mm; hilo de contacto de cobre con aleación de plata, 120 mm  
Iluminación de los túneles.

## Alimentación de la corriente de tracción

A través de la red de 220 kV/50 Hz (Madrid-Córdoba) y la red de 132 kV/50 Hz (Córdoba-Sevilla) con una tensión de servicio de 25 kV/50 Hz.

Subestaciones:

Subestaciones de tracción con dos transformadores principales y una potencia de 20 MVA.

Circuitos de mando de interruptores de poste.

Equipamiento de estaciones.

Equipos para calefacción de agujas.

Subestación de corriente trifásica de Añover.

## Señalización

Central de control de tráfico.

Enclavamientos electrónicos.

8 enclavamientos supervisan 150 desvíos, de ellos 60 desvíos transiables a una velocidad de hasta 160 km/h por el ramal desviado.

Equipos exteriores de enclavamiento.

Instalaciones de vía de LZB.

1.900 circuitos de vía (FTG S).

Cable de vía.

Alimentación de energía para la señalización y la telecomunicación.

Equipos de vehículo LZB.

Medidas contra las interferencias.

Canaletas para cables.

## Técnica de transmisión y comunicación

Cables de comunicaciones y cables de fibra óptica.

Sistema de transmisión PCM.

Equipos de telemando.

Sistema de comunicación digital.

Equipamiento con teléfonos.

Red de comunicaciones por paquetes de datos.

Equipos de radiotelefonía tren-tierra.

Sistema de submultiplexores para la transmisión de datos.

## Equipos de aviso e información

Equipos para detección de cajas calientes.

Instalaciones contra incendios.

Supervisión de desprendimientos en bocas de túneles.

Instalaciones de cronometría.

Instalaciones de vigilancia por televisión.

Equipos indicadores de destino del tren.

Equipos de megafonía.

Puesto central de control de tráfico.

## Para todas las unidades de obra

Planificación y topografía.

Suministro.

Montaje y puesta en marcha.

Mantenimiento.

# La Eurolocomotora S 252: Una para todo



La locomotora para Madrid-Sevilla también es una producción comunitaria europea. Ha sido desarrollada por un Consorcio germano-suizo-español bajo la dirección del Grupo de Sistemas de Transporte Siemens para RENFE. La característica más destacada de la eurolocomotora S 252 es su capacidad de aplicación universal.

Se adecúa por igual para el transporte pesado de mercancías y para el rápido transporte de pasajeros, porque consigue su alta potencia continua de 5.600 kW en la gama de velocidades entre 70 y 220 km/h. Para España algo de especial importancia: la plena potencia se consigue tanto con 25 kV/50 Hz como con corriente continua de 3 kV. Además se pueden montar opcionalmente los bogies para el ancho de vía europeo normal o para el ancho de vía español.

La eurolocomotora ofrece otros detalles interesantes:

- motores asincrónicos de corriente trifásica robustos que desarrollan una alta potencia específica y también elevados pares de giro;
  - accionamiento de ejes individualizado, que asegura un aprovechamiento óptimo del coeficiente de adherencia y que permite grandes tolerancias;
  - freno eléctrico con realimentación, hasta una potencia de 5.600 kW, y también reostático;
  - electrónica de potencia en técnica GTO;
  - trenes de rodadura que permiten la marcha rápida por tramos con muchas curvas, con una aceleración libre lateral de hasta 1,5 m/s<sup>2</sup>.
- La potencia de la S 252 se basa también en su destacada antecesora: la madrina del concepto del sistema fue la serie 120 de la DB y del ICE.

Un refinado sistema de comprobaciones paralelas, recepciones, trayectos de prueba y conexión de sistemas permitió la terminación dentro de plazo.



## Un récord mundial para la inauguración: Doble motivo para festejar

### 14 de Abril de 1992

Varios miembros del gobierno español se encuentran a bordo de un tren de alta velocidad. Los distinguidos pasajeros están aquí por un buen motivo: es el recorrido inaugural oficial de la línea Madrid-Sevilla. Por cierto, un viaje inaugural de tipo muy especial. Las damas y los caballeros también celebran un récord mundial: la línea se proyectó, se construyó y se equipó más rápidamente que cualquier otra en la historia del ferrocarril.

El hecho de que – cumpliendo las máximas exigencias de calidad – pudiera ser entregada incluso una semana antes del plazo final previsto, corona el rendimiento de todos los que han participado.

### 20 de Abril de 1992

Inauguración de la Expo '92. Comienza un espectáculo de lo superlativo. Técnica genética, navegación espacial, generación de energía ecológica, son solo algunos ejemplos de los temas que aquí se discuten. Con la Expo también se inicia el servicio comercial de pasajeros en la nueva línea: los trenes rápidos paran en una estación de la Expo construida especialmente. Hasta el 12 de Octubre, fecha en la que la exposición mundial cierra sus puertas, viajan por la línea unas 830.000 personas. Con unos 2.750 viajes del tren, esa cifra supone una cobertura del 92% por cada tren.

### 15 de Noviembre de 1992

El 15 de Noviembre de 1992 se cuenta el pasajero un millón. Y hay otras cifras que dan motivo para la satisfacción. Por ejemplo, el cumplimiento del horario y la disponibilidad de la nueva línea desde el inicio del servicio comercial está en el 98%, una muestra de que pese al poco tiempo disponible se hizo un trabajo a medida. La línea de alta velocidad Madrid-Sevilla supera así su prueba del fuego. La duración del viaje desde la capital del país hasta la capital de Andalucía se ha reducido de 7 a 2½ horas.



Lo que a finales de 1986 solo se suponía a grandes rasgos, se ha convertido en un impresionante éxito para todos: para el cliente, para los viajeros, para los miembros del Consorcio con sus empresas asociadas y suministradoras, para España. Y para Europa .

## Con dedicación en todo el mundo: Y continúa la historia de éxitos

La experiencia del Grupo de Sistemas de Transporte Siemens ya ha dado sus frutos en muchos proyectos; el de Madrid-Sevilla no ha sido el primero.

Allí donde hay que solucionar grandes tareas, nosotros planificamos y controlamos proyectos, integramos sistemas, aseguramos la calidad y la financiación. Formamos al personal para la explotación. Así, de diversas partes surgen instalaciones completas, y de ideas aisladas surgen visiones de conjunto. Para que estas visiones se conviertan en realidad, aseguramos que todos los socios tiren de la misma cuerda.

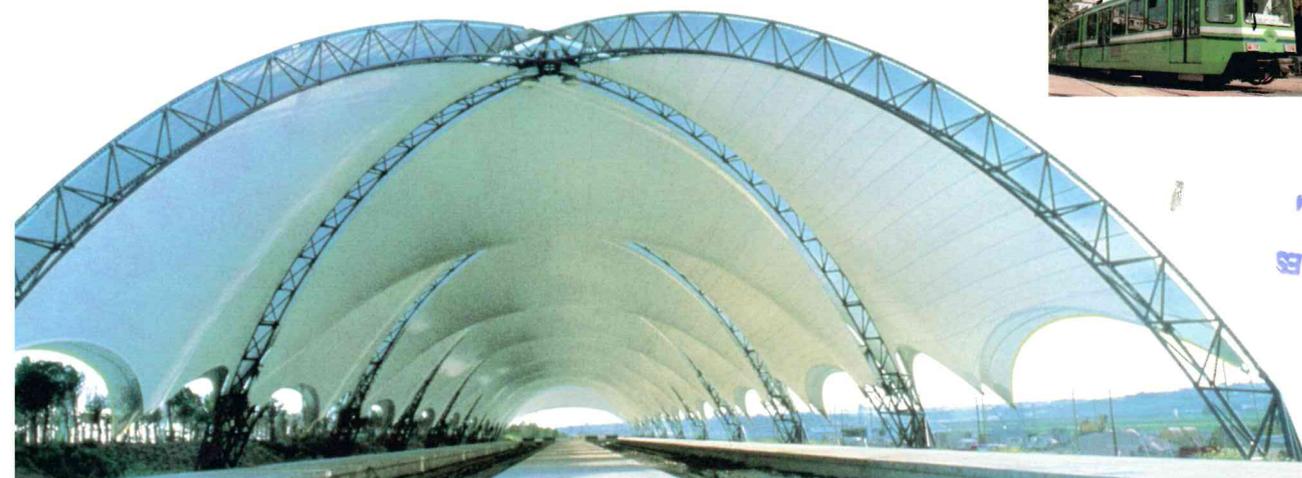
Por lo tanto, el suministro y la instalación son solo una parte de nuestro trabajo. En todos nuestros proyectos conservamos la visión de conjunto, desde el anteproyecto hasta la terminación, ya sea en el tráfico de largo recorrido entre Madrid y Sevilla, o en la línea Magdeburgo-Marienborn o en el tráfico de cercanías en Túnez, Atenas y Guadalajara.



FUNDACION  
de los FERROCARRILES  
ESPAÑOLES  
SANTA ISABEL, 44  
28012-MADRID



FUNDACION  
de los FERROCARRILES  
ESPAÑOLES  
SANTA ISABEL, 44  
28012-MADRID



Siemens AG  
Grupo Sistemas de Transporte  
Proyectos "llave en mano"  
Apartado 3240  
91050 Erlangen  
República Federal de Alemania

Siemens Aktiengesellschaft

Sujeto a modificaciones  
sin previo aviso



Un tramo por delante.  
Con los sistemas  
de transporte Siemens.

Ref.: A19100-V400-B446-X-7800  
Impreso en la Rep. Fed. de Alemania