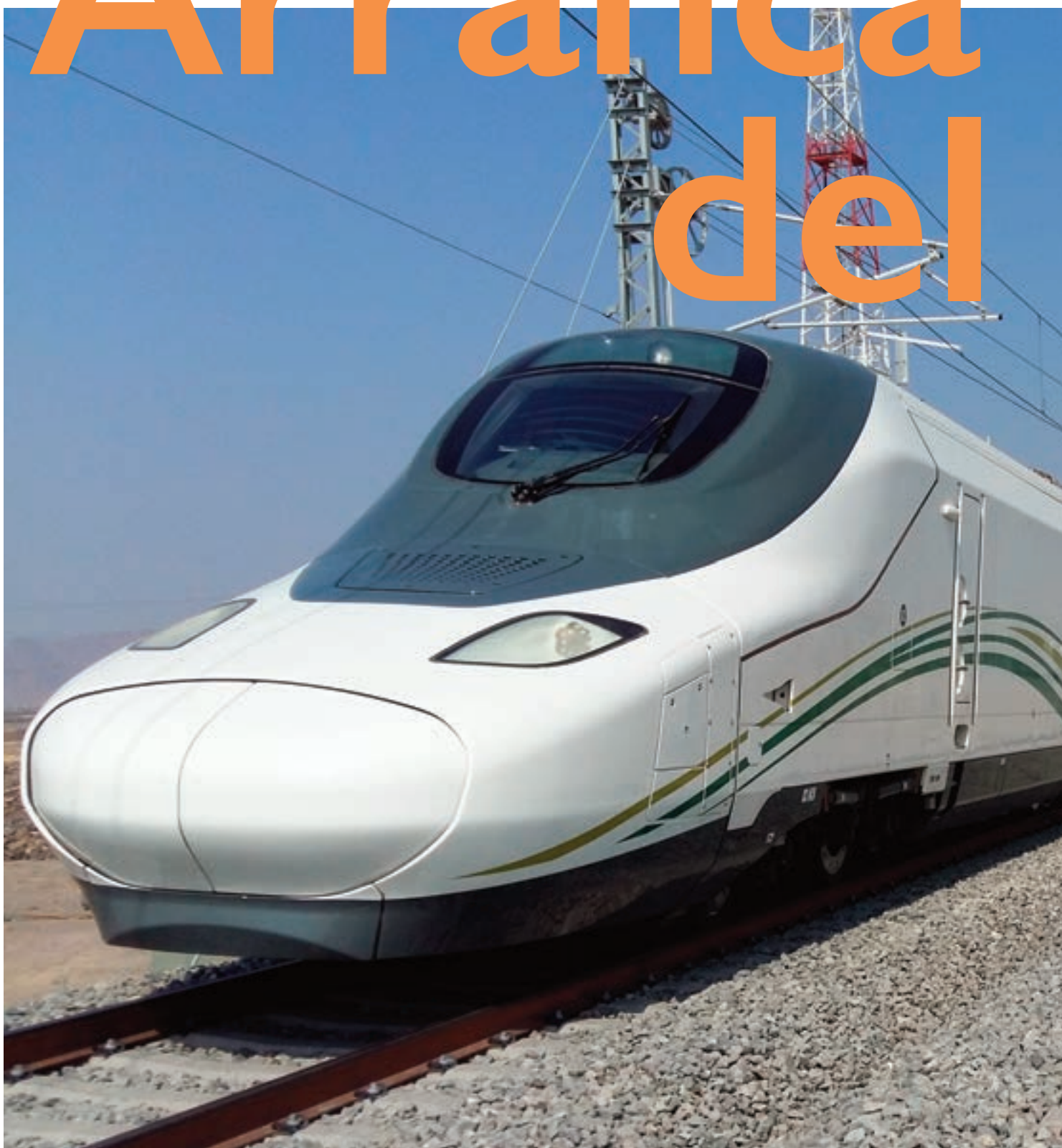


# Arranca del



# el AVE

# desierto

EN SERVICIO LA LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LA MECA-MEDINA,  
EL MAYOR PROYECTO FERROVIARIO ESPAÑOL EN EL EXTERIOR



► Tramo en el pk 273 del área 4 del trazado, entre las estaciones de KAEC y Medina

La línea de alta velocidad La Meca-Medina, construida y equipada tecnológicamente por un consorcio público-privado español, ya es una realidad. A finales de septiembre se inauguró esta singular infraestructura y en octubre arrancaron las circulaciones comerciales de trenes, con prestaciones que se reforzarán progresivamente. La puesta en marcha de la primera línea de alta velocidad de Oriente Medio reafirma la posición de vanguardia de la industria ferroviaria española, que ahora asume a través del consorcio el reto de su explotación y mantenimiento, tarea que recaerá sobre todo en Renfe, Adif y Talgo.

**La nueva línea** fue inaugurada el 25 de septiembre y 16 días después comenzaron las circulaciones de trenes con pasajeros en la fase de preoperación comercial, con una ocupación prácticamente total. Esta fase, pactada entre el titular de la infraestructura (Saudi Railways Organization, SRO) y el consorcio español encargado de su construcción y explotación (Al Shoula), durará casi un año y permitirá compaginar los ajustes finales en esta línea de 450 kilómetros –la distancia entre Madrid y Lleida– con el nuevo servicio. Ini-

cialmente, la oferta comercial está formada por cuatro viajes diarios La Meca-Medina, cuatro días a la semana, con parada en dos estaciones intermedias (Yeda y KAEC), a 200 km/h, para un tiempo de viaje de unas tres horas. Desde enero de 2019 habrá 12 frecuencias diarias, incluyendo a partir de marzo parada en la quinta estación (KAIA Aeropuerto). La velocidad se irá elevando hasta alcanzar los 300 km/h previstos en la fase comercial, que se iniciará en septiembre de 2019. Será entonces cuando el viaje en tren entre La Meca y Medina se hará en menos de 2 horas 30 minutos, la mitad de tiempo que en carretera, cumpliendo así con el objetivo del proyecto Haramain.

La puesta en servicio de esta línea es un hito en la internacionalización del sector ferroviario español, personalizado en los socios de Al Shoula (las compañías públicas Adif, Renfe e Ineco, dependientes del Ministerio de Fomento, y las privadas Talgo, OHL, Indra, Copasa, Cobra, Imathia, Abengoa Inabensa, Siemens España y Consultrans, más dos locales). Este consorcio, con apoyo del sector, ha superado el reto de implantar la primera línea de alta velocidad en un desierto, equipándola con tecnología española, y ahora la explotará comercialmente, ratificando con este proyecto el liderazgo español en alta velocidad y multiplicando las opciones para exportar el modelo AVE a nuevos mercados. Para Arabia Saudí, se trata de un eslabón más en la revolución del transporte que vive el país (nuevas autopistas y redes de metro, modernización del ferrocarril, ampliación de aeropuertos...) dentro

## LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD LA MECA-MEDINA (450 KM)



de la estrategia Visión 2030, cuyo fin es diversificar la economía para reducir la dependencia del petróleo y potenciar sectores estratégicos como el turismo.

La culminación del proyecto Haramain ha requerido años de trabajo. Este proyecto fue concebido en la pasada década por las autoridades saudíes para incrementar las cifras de visitantes a las ciudades santas de La Meca y Medina mediante un transporte moderno y alternativo a la carretera, saturada en los días álgidos de los periodos de peregrinación (Hajj y Umrah), pero también para conectar con Yeda y su aeropuerto internacional y para fomentar el crecimiento de una nueva ciudad junto al mar Rojo (King Abdullah Economic City, KAEC). En 2008, SRO lanzó la licitación del proyecto. Dada su magnitud, se dividió en tres fases: construcción de plataforma (fase P1P1), adjudicada en 2009 a un consorcio chino-saudí; ejecución de cuatro estaciones (fase P1P2), adjudicada en 2011 a otro consorcio similar –se construye la quinta dentro de la ampliación del aeropuerto de Yeda–; y construcción de superestructura, suministro de trenes y explotación y mantenimiento durante 12 años (fase P2), adjudicada en octubre de 2011 al consorcio Al Shoula por 6.736 M€. El importe actualizado de la fase P2 supera hoy los 7.000 M€, casi un 60% del total del proyecto, siendo el de mayor cuantía de empresas españolas en el exterior.

### Fase CAPEX

El consorcio Al Shoula inició en 2013 sus trabajos, divididos en dos fases consecutivas: CAPEX (construcción de superestructura y sistemas, suministro

de trenes) y OPEX (operación comercial y mantenimiento). En los casi seis años que se ha prolongado la fase CAPEX, los ingenieros, constructores y técnicos del consorcio han diseñado y construido sobre la plataforma entregada una línea exclusiva para pasajeros con los estándares de la alta velocidad española: doble vía de ancho UIC, electrificación a 25 kV AC 60, subestaciones y centros de autotransformación, telemando de energía, sistemas de señalización ERTMS nivel 2 y ASFA Digital de respaldo, comunicaciones fijas y móviles GSM-R y dos centros de control de operaciones, además de dos talleres de mantenimiento, entre otros. En ese periodo, Talgo ha completado la fabricación de los 35 trenes serie Haramain previstos en el contrato (que prevé otros 20 opcionales), de los cuales ya ha entregado 26 y el resto aún está en fábrica, además de un tren VIP para la familia real saudí. Cada uno de estos trenes está formado por dos cabezas tractoras y 13 coches, con 417 plazas y 215 metros de longitud.

Junto al desafío técnico de construir una línea de alta velocidad en otro país, con las implicaciones logísticas consiguientes, el consorcio adaptó desde el inicio el proyecto a los condicionantes ambientales del desierto saudí: tormentas de arena, dunas en movimiento, polvo en suspensión y oscilaciones térmicas entre 0 y 50 grados. Para neutralizar el potencial impacto de arena y polvo sobre vías y sistemas, en las zonas más expuestas del trazado –sobre todo junto a la estación KAEC– se han instalado 80 kilómetros de vía en placa (sobre hormigón), lo que dificulta la acumulación de arena y facilita el mantenimiento; el resto va montado sobre balasto o con carril embebido en las estaciones. En los márgenes de la plataforma, además, se han ejecutado medidas de contención contra la arena (zanjas, fijación de dunas con material de vertido, muros de



► Los maquinistas de Renfe han instruido a sus colegas saudíes en la conducción del Talgo Haramain.

contención, etc.), que deben completarse con un importante mantenimiento. Asimismo, todos los equipos y sistemas del trazado tienen una protección especial, y las estaciones, centros de control y talleres han sobredimensionado la refrigeración. Por último, los trenes incorporan un paquete específico de soluciones para contrarrestar las altas temperaturas y minimizar los efectos abrasivos de arena y polvo en el exterior.

La fase CAPEX se ha desarrollado sobre los trabajos realizados por los consorcios responsables de la obra civil (plataforma y estaciones), heredando una media de 20 meses de demoras en su entrega,

que se han trasladado a capítulos como la instalación de los sistemas de señalización y telecomunicaciones. Estas demoras han sido reconocidas en los dos acuerdos (*settlement agreements*) alcanzados en 2017 y 2018 entre SRO y Al Shoula, por medio de los cuales el cliente prorrogó la fase CAPEX, fijando el calendario de las fases precomercial (octubre 2018-septiembre 2019) y comercial (a partir de septiembre de 2019) del proyecto, además de establecer compensaciones económicas en concepto de retrasos, sobrecostos, adecuación de estaciones y pruebas, entre otros. Estos acuerdos han determinado dos rasgos de la fase precomercial: la operación se realizará sin tres de las cinco estaciones finalizadas –Adif gestiona las dos ya acabadas (Medina y KAEC) y ha recepcionado con limitaciones otras dos (Medina y Yeda), que han habilitado zonas para esta fase–; y la infraestructura y los trenes funcionarán

---

La fase de explotación de la línea es igualmente relevante para la imagen del sector ferroviario español

---

con el sistema Asfa Digital –lo que implica menor velocidad– hasta la entrada en servicio del sistema ERTMS nivel 2, previsto para la fase comercial.

A medida que se completaba la instalación de la superestructura en las seis áreas en que se dividió el trazado, el consorcio ha desarrollado desde 2017 las pruebas de sistemas y de trenes: primero viajes con técnicos para testar el comportamiento del material

rodante sobre las partes acabadas de la infraestructura y luego simulaciones comerciales con invitados (*service demonstration*), una modalidad prevista en los acuerdos SRO-consorcio para dar a conocer la línea entre los saudíes. El primer viaje

de demostración en el trazado completo se realizó el pasado 31 de diciembre, con una duración de 2 horas 52 minutos, superando los 300 km/h entre las estaciones de Medina y KAEC. Desde esa fecha y hasta septiembre se han prestado 162 servicios de pruebas, con una distancia recorrida total superior a 100.000 kilómetros, casi 16.000 pasajeros transportados y la consecución de los tiempos de viaje y las previsiones de puntualidad, que han servido para comprobar la operatividad de la línea. En las pruebas, los trenes han sido homologados, lo que significa que han alcanzado una velocidad de 330 km/h.

En total, la fase CAPEX ha supuesto una carga de empleo directo de más de 1.500 trabajadores, la mayoría españoles, con un alto índice de empleo cualificado (sobre todo ingeniería y perfiles técnicos ligados al diseño, ejecución y gestión de proyectos ferroviarios) y una presencia media de



Rover-Alicia

► Base de mantenimiento de material rodante en Medina, una de las dos bases que posee la línea.

### Transferencia de conocimiento

El proyecto Haramain incluye una callada pero importante labor de formación de personal local a cargo de empresas del consorcio. Estas compañías han desarrollado programas formativos en distintos ámbitos, desde conducción y control de tráfico hasta mantenimiento, atención al público en estaciones y servicios de a bordo, que suponen una transferencia continua de *know how* a los futuros profesionales encargados de la explotación de la línea. En esta labor destacan Renfe y Adif.

Renfe se ha encargado de la formación de maquinistas. Entre 2013 y 2014 instruyó a los 10 primeros aspirantes en la Escuela Técnica Profesional de Conducción y Operaciones (ETPCO), centro de la operadora en Madrid. La colaboración se amplió a raíz de un acuerdo suscrito con Saudi Railway Polytechnic (SRP) para impartir formación teórica a cargo de personal de la ETPCO en las instalaciones del centro formativo saudí en Buraidah (provincia de Qassim). En diciembre de ese año se inició el primer curso con 25 alumnos, que desde marzo pasado realizan la formación práctica en la línea. Paralelamente, la ETPCO implementó un plan para formar al personal docente del centro. En junio comenzó el segundo curso, con 24 alumnos. En ese caso, la ETPCO ejerce de auditor y certificador de la formación teórica del SRP, además de impartir la formación práctica en la línea. Por otro lado, Renfe también ha contratado y formado a más de 150 saudíes para realizar tareas comerciales, tanto en estaciones como a bordo, además de personal de seguimiento de la operación en el puesto de mando.

Adif ha formado hasta ahora a 150 personas, la mayoría saudíes menores de 30 años, en tres ámbitos. Por un lado, ciclos formativos sobre *management* en gestión, mantenimiento y operación de estaciones, que incluye cursos teóricos, prácticas en los puestos de trabajo y cursos de riesgos laborales. Por otro, formación sobre circulación en colaboración con el centro de SRO en Buraidah, un modelo que se extenderá a otros ámbitos del sector ferroviario saudí para proyectos distintos del Haramain. Y por último, formación de los trabajadores del resto de empresas del consorcio para aquellas posiciones necesarias para la operación, como el personal de mantenimiento de la vía.

500 profesionales expatriados, así como más de 5.500 trabajadores de empleo indirecto, según el consorcio.

### Fase OPEX

La inauguración del Haramain High Speed Railway y el inicio de la preoperación comercial ha abierto la puerta, aunque sea transitoriamente,

a la segunda parte del proyecto, la fase OPEX, que comprende tanto la operación y explotación comercial de la línea como el mantenimiento de la infraestructura y el material rodante. Esta nueva fase, que tendrá una mayor duración temporal que la fase CAPEX, es igualmente relevante para la imagen del sector ferroviario español.

El objetivo de la fase OPEX, con independencia de los resultados de explotación de la línea, es garantizar

el funcionamiento de la infraestructura con sus máximas prestaciones (está previsto una conexión La Meca-Medina sin paradas en 2 horas 10 minutos), y su mantenimiento durante la vigencia del contrato, para prestar un servicio seguro, fiable y cómodo a millones de visitantes a las dos ciudades santas musulmanas. El consorcio ha encargado a una consultora independiente la elaboración de un estudio de mercado que permitirá actualizar las proyecciones originales sobre demanda de pasajeros y que es considerado como un instrumento clave para fijar las necesidades de servicio de la línea.

de infraestructura y sistemas, una actividad crucial para garantizar la operatividad de la línea.

Esta reorientación de las cargas de trabajo en el consorcio tendrá su correspondencia en las cifras de personal español destinado al proyecto, que en la nueva fase procederá mayoritariamente de las tres compañías mencionadas. Aunque no hay cifras globales de esta participación, el equipo de Talgo estará integrado por unas 230 personas cuando la explotación esté a máximo rendimiento, según fuentes de la compañía. En todo caso, el porcentaje



► Vestíbulo de la terminal de Medina, una de las dos estaciones término de la línea.

Si en la fase previa la carga de trabajo del proyecto ha recaído en las ingenierías, constructoras e integradoras de sistemas, en la fase OPEX lo hará sobre las empresas más enfocadas a la operación, Renfe, Adif y Talgo, encargadas de cometidos muy amplios: la operadora lleva a cabo tanto la operación (aporta maquinistas y personal en estaciones) como la operación comercial de la línea; Adif implementa la planificación y programación de capacidad de la línea, la dirección de circulación, la gestión de las estaciones y el mantenimiento de la línea y los sistemas; y Talgo, que aún debe entregar las últimas unidades de trenes y realizar las correspondientes pruebas sobre el terreno, se encarga del mantenimiento del material rodante. El resto de empresas del consorcio lleva a cabo los respectivos planes de mantenimiento

de personal español en la operación de la línea, que para su explotación plena requiere de casi 3.000 personas, será significativo, sobre todo en los niveles de supervisión y dirección, allí donde pueden realizar la transferencia de conocimiento y de experiencia al personal local. Este porcentaje, no obstante, se irá reduciendo año a año dado que el proyecto prevé la saudización progresiva del personal a cargo de la línea.

Para la fase OPEX, los socios de Al Shoula se han agrupado en un nuevo marco de organización y gestión articulado en torno a una compañía ya existente, Saudi Spanish Train Project Company (SSTPC), radicada en Yeda. Esta empresa de operación y mantenimiento de la línea, primera española de este tipo en el exterior, está controlada

## Tecnología made in Spain

La línea La Meca-Medina supone la exportación del modelo AVE adaptado a las condiciones de Arabia Saudí. Tanto el *hardware* como el *software* del proyecto, diseñados según los estándares de la alta velocidad española, han sido proyectados, suministrados, instalados y testados por el consorcio o por empresas nacionales subcontratadas, de forma que la tecnología de la línea es cien por cien española.

**Superestructura.** Prácticamente todos los materiales que conforman la superestructura (carril, traviesas, aparatos de vía, balasto, hilo de cobre para la catenaria, postes de electrificación, cableado, señales de vía...), reforzados para afrontar el rigor climático saudí, han sido fabricados y suministrados por el sector ferroviario español. También procede de empresas españolas la tecnología de señalización (ERTMS nivel 2, Asfa Digital) y de comunicaciones (GSM-R), el sistema de control de operaciones de los puestos de mando de Yeda y KAEC –basado en la plataforma Da Vinci de Adif e Indra que gobierna las líneas AVE– y los simuladores de conducción y operación para el adiestramiento de personal. Asimismo, los talleres de mantenimiento de Medina y La Meca están equipados con tecnología similar a la de Renfe para desarrollar esta labor. Y tanto los manuales técnicos como los planes de operación y mantenimiento de la línea suministrados al cliente están basados en el *know how* español. Además, la tecnología de *ticketing* instalada en las estaciones también es un diseño *made in Spain*.

**Material rodante.** El tren Haramain es otro producto netamente español. Basado en el Talgo 350, para su construcción se han desarrollado patentes en protección contra el polvo y la arena desértica, seguridad y confort en climas extremos o soluciones para mejorar el mantenimiento, por lo que es un modelo único. Para este proyecto incorpora 30 tecnologías específicas, algunas de ellas basadas en la industria militar o las energías renovables, que conforman el llamado paquete desértico. Para luchar contra la arena y el polvo, los trenes incluyen un sistema de limpieza de carril por aire, acabado especial en cajas y ventanas, pinturas y recubrimientos anti-abrasión, estanqueidad de uniones mecánicas y eléctricas, filtros para expulsar el polvo del interior de los coches, sobrepresión interior y sellado especial de

puertas. Para contrarrestar las altas temperaturas, incorporan equipos autónomos de aire acondicionado de alta potencia con autonomía de dos horas por si falla la electricidad y aislamientos de gran rendimiento. Para mejorar el mantenimiento y reducir el desgaste del material, las ruedas de los trenes son de un diámetro mayor que el Talgo 350. Además, Talgo proyecta con Google Cloud una solución de *Big Data* para almacenar y procesar los datos que emite cada tren (2.000 señales por segundo), con objeto de monitorizarlos en tiempo real, almacenarlos y aplicar técnicas de *machine learning* que mejoren el mantenimiento predictivo.



► Interior del Talgo Haramain en el primer viaje de demostración.

por el consorcio que preside Jorge Segrelles, cuenta con un *general manager* de Renfe (Armandino Fombella) e incluye personal de los socios con atribuciones en operación, servicios comerciales, gestión de estaciones y mantenimiento de infraestructura y trenes. Al término de la fase OPEX, esta

empresa será transferida a SRO para continuar la operación de la línea, aunque el contrato prevé una prórroga a su funcionamiento.

Javier R. Ventosa. Fotos: Consorcio Al Shoula