



Línea 9 del metro de Barcelona: un reto de integración

La línea 9 del metro de Barcelona será la línea sin conductor UTO (Unattended Train Operation) más larga de Europa cuando se completen sus 48 km en el año 2014. Constará de 52 estaciones, en Barcelona, L'Hospitalet de Llobregat, El Prat de Llobregat, Badalona y Santa Coloma de Gramanet, que conectarán con las restantes líneas de metro. De este modo, la línea 9 unirá aeropuerto, puerto, recintos feriales, zonas industriales, zonas dormitorio y zona centro de la ciudad condal. El primer tramo, de 4 km y 5 estaciones, ya está en período de pruebas y entrará en servicio comercial a finales de este año. La línea 9 se considera la obra de mayor inversión en la historia de la Generalitat de Catalunya.

La extensa participación de SENER, de la mano de sus clientes, GISA (Gestió de Infraestructures, S.A.) e IFCAT (Infraestructures Ferroviaries de Catalunya), en este proyecto suma una importante referencia a otros grandes proyectos de infraestructuras metropolitanas: SENER lleva trabajando varias décadas en proyectos repartidos por cuatro continentes, como el plan de expansión del metro de Valencia, así como en los metros de Lisboa, Oporto, Bilbao, Madrid, Argel, Bogotá, Qatar, Santiago de Chile...

La actividad de SENER en la línea 9 se inicia con la redacción del Proyecto Funcional, documento en el que se recoge la definición funcional, o ingeniería conceptual, tanto de la línea completa como del modo de explotación de la misma, esencial al tratarse de una línea UTO. Este documento, y sus posteriores revisiones, son la base fundamental en los procesos de diseño, construcción y puesta en marcha, ya que será la guía para comprobar que en todas las fases se cumplen las funcionalidades previstas y, en el caso de cambios de diseño, evaluar la repercusión en dichas funcionalidades.

A su vez, será la guía en el proceso de preparación por parte del operador para la explotación, así como para comprobar, en el momento de la entrega, qué funcionalidades debe cumplir la línea, por lo que regula el proceso contractual entre el operador y el propietario de las infraestructuras.

La participación de SENER en la fase de diseño ha sido también relevante, con el desarrollo de los proyectos o pliegos de sistemas fundamentales como: ATC (Automated Train Control), PCC (Puesto de Control Central), Sistema de Puertas de Andenes, Energía (tracción y distribución en MT y Asistencia Técnica (AT), telecomunicaciones fijas y móviles, ticketing, equipamientos electromecánicos, etc., así como el proyecto de las obras civiles de uno de los tramos, de 11 km.

Así mismo, SENER participa en las Direcciones de Obra de los sistemas antes relacionados, así como en la Asistencia Técnica de Integración (ATI), que tiene como objetivo asegurar los requerimientos de funcionalidad y seguridad de la línea 9 para su puesta en servicio.

Un sistema automático que gana en seguridad

Un sistema de conducción automática (ATC – CBTC) ofrece a los usuarios una mayor seguridad, regularidad y disponibilidad del servicio, además de una mayor flexibilidad para adaptar la oferta a la demanda, ya que de forma automática se incorporan o retiran trenes de la línea en función de las necesidades de transporte.

El sistema automatizado cuenta con un PCC con personal cualificado, que centraliza todas las operaciones y supervisa la circulación de los trenes en función del tráfico global. Un segundo puesto de control de emergencia, capaz de tomar el mando en caso de que falle el puesto principal, garantiza el perfecto funcionamiento de las instalaciones.

Entre el PCC y los trenes se establece una comunicación continua para ajustar los intervalos y horarios, y a su vez se implementan

otros sistemas de telecomunicaciones para mantener informados a los viajeros y supervisar la seguridad en toda la línea. De este modo, tanto los trenes como las estaciones de la línea 9 estarán dotados de cámaras de videovigilancia, unas 2.500 en total, que transmitirán imágenes en tiempo real al puesto de control. También contarán con sistemas de telefonía, interfonía y megafonía para garantizar la comunicación entre los propios controladores, así como con los viajeros y los servicios de emergencia. Estos sistemas se articulan a través de dos redes de datos independientes, de tal modo que convergen la mayor parte del tráfico de voz, vídeo y datos en una misma plataforma IP.

Todo esto implica que las redes de telecomunicaciones no ferroviarias sean un factor crítico para la explotación. Sobre las redes de comunicaciones se transporta información vital para la explotación, como son los telemandos de energía o material móvil y las comunicaciones de voz con el pasajero en el interior del tren. Por otro lado, la convergencia tecnológica de las redes y servicios actuales de voz y datos a plataformas basadas en tecnología IP hace necesaria la incorporación de estas tecnologías al corazón del proyecto de comunicaciones. Además, la línea 9 será una de las más seguras de España gracias a su sistema de cierre de andenes, mediante paneles que impedirán el acceso a la vía de los usuarios y cuyas puertas se abrirán en sincronía con la apertura de las puertas del tren. Este sistema de cierre de andenes, que está presente en algunos metros de Europa, ofrece otras ventajas como la mejora del sistema de climatización o el aislamiento acústico de los andenes.

El diseño y la dirección de las obras de todas estas sistemas supone un reto tecnológico y de gestión, en el que SENER está inmerso mediante equipos de alta formación técnica específica y gran experiencia.

A estas actividades hay que sumar la participación de SENER en la ATI, mediante la aplicación de metodologías novedosas para el aseguramiento de la integración técnica, funcional y de seguridad de la línea, que se describe a continuación:

Ingeniería de integración de toda la línea: un reto técnico y de coordinación

La complejidad técnica y de coordinación que representa una línea ferroviaria requiere una gestión global del proyecto que asegure la correcta puesta en marcha.

En este sentido, hay dos hechos relevantes que hacen aún más crítica la puesta en marcha en óptimas condiciones: por un lado, la entrega de la línea a un operador para iniciar la explotación de la misma, sobre la base de una relación contractual con el propietario de las infraestructuras (IFERCAT). Y, por otro lado, la división de la construcción en diferentes contratos, lo que supone un importante esfuerzo de coordinación.

Interior de la estación.



Transporte Vertical de la estación de Fondo.



© IFERCAT

GISA, consciente de este importante compromiso, y con la ayuda de SENER, aborda la coordinación transversal entre todas las empresas y Direcciones de Obra relacionadas con la línea, con cuatro objetivos: homogeneizar las soluciones técnicas aplicadas; coordinar técnica y funcionalmente todas las interfaces; asegurar el cumplimiento funcional de cada subsistema, sistema y, de manera global, de la línea; y asegurar los niveles de 'safety' (seguridad).

TRABAJOS QUE INCLUYE LA ATI:

Aseguramiento Funcional

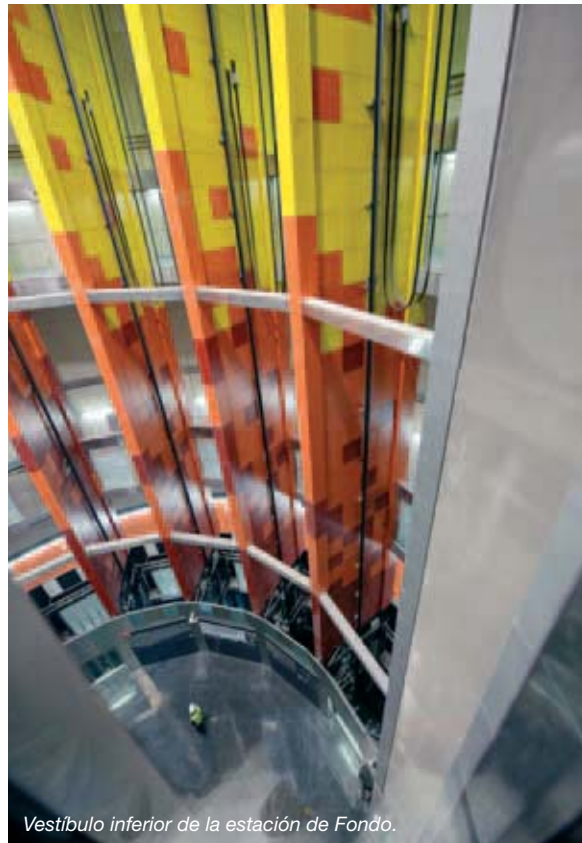
Consiste en asegurar que el sistema ferroviario de la línea 9 disponga de la operatividad y las funcionalidades requeridas en el diseño. Se distinguen la fase de revisión de diseños a través de los proyectos, constructivos y de detalle, desarrollados por los constructoras, instaladores y suministradores, de cada uno de los subsistemas (comunicaciones, energía, puertas de andén, etc.), 37 subsistemas en total. Para cada uno de ellos se detallan documentalmente, de manera unitaria y codificada, todas las funcionalidades que se exigen previas a la puesta en operación definitiva, y de manera dinámica se analiza su evolución a lo largo de las etapas de diseño, con el objetivo de completar rigurosamente las validaciones por parte de todas las entidades para evitar el riesgo de incumplimiento de alguna funcionalidad.

Resolución de Interfaces

Para todos los subsistemas de la línea 9 se han identificado todos los interfaces, tanto externos como con otros subsistemas, distinguiéndose a la vez los físicos y los funcionales. Por ejemplo: la apertura de las puertas de andén debe estar sincronizada con las puertas del tren, con el sistema de ATC y también con los paneles de información al usuario pero, a su vez, hay que resolver la interfaz física con el andén, el galibo dinámico del vehículo, el gap entre el vehículo y el andén, la zona de seguridad eléctrica en el andén etc., y son muchas las tecnologías que hay que integrar y los proveedores que hay que coordinar. Para la detección de interfaces y su resolución, el equipo técnico de la ATI interactúa con todas las empresas involucradas y participa proactivamente para que se solucionen las barreras que pueda haber entre ellas y se adopte la solución más eficiente. Por ejemplo, se han identificado unas 500 interfaces funcionales que deben ser solucionadas completamente para la puesta en marcha del sistema. En la resolución de estas interfaces físicas y funcionales, se requiere una continua realimentación con los criterios funcionales y de 'safety', con el fin de no afectar a los mismos.

Safety

Para que la línea 9 pueda iniciar su operación comercial, explotación que estará a cargo de TMB (Transports Metropolitans de



Vestíbulo inferior de la estación de Fondo.

© IFERCAT

Barcelona), es necesario que los organismos oficiales certifiquen la seguridad del sistema global desde el punto de vista ferroviario. Para ello, se ha preparado un dossier de seguridad basado parcialmente en la normativa europea Cenelec, que incluye un Análisis de Riesgos Global, un Plan de Seguridad del Sistema de Transporte, un 'Hazard Log' y otros documentos relacionados con la seguridad intrínseca del sistema. Una vez establecidos los documentos base, se establecieron con cada Dirección de Obra los requerimientos de seguridad que debe cumplir cada uno de los subsistemas, de acuerdo con el alcance de cada pliego contractual. IFERCAT, como ente propietario y gestor de la línea 9, tramitará el dossier de seguridad con los organismos oficiales.

Fase de Pruebas

Una vez finalizadas, por parte de cada suministrador, las pruebas y ensayos (de serie y tipo) de cada equipo, se inicia el Plan General de Pruebas del Sistema, cuyo objetivo es validar el correcto funcionamiento de la globalidad de la línea, incluido el movimiento de vehículos conforme a los requerimientos de funcionalidad y de 'safety'. En el proceso de pruebas se analizan, de manera progresiva, diferentes niveles: equipos, subsistemas y sistemas. El equipo de la ATI evalúa, desde el punto de vista funcional y de 'safety', cada subsistema por separado, y después analiza su funcionamiento con los subsistemas con los que se relaciona, y así sucesivamente hasta verificar el cumplimiento global de todo el sistema. Este proceso requiere la coordinación global de todas las actividades que se van a realizar en el sistema durante el periodo de pruebas, incluido el movimiento de trenes, hasta la entrega al operador. La coordinación de la ATI es fundamental para realizar las pruebas de manera eficiente entre todos los contratistas y con las garantías de seguridad ferroviaria requeridas. La inauguración del primer tramo está prevista a finales de 2009, mientras que el tramo final será inaugurado en 2014. ■■