



**Centro de mantenimiento  
Cerro Negro de Renfe Integria. En la imagen el  
tren laboratorio "Séneca" de ADIF.**

# Introducción a las operaciones de servicio de viajeros

**Palabras clave:** Gestión del servicio de viajeros, programación, monitorización, mantenimiento, diagrama de Gantt, Servicio de Información Geográfica.

## Resumen

Los trenes son conocidos, admirados y fotografiados, pero la gestión de su servicio es una gran desconocida. Los viajes son posibles cuando los trenes cumplen sus horarios, los operarios realizan el mantenimiento necesario y cualquier incidente es solucionado adecuadamente. Este artículo explica los procesos y tareas necesarios para implementar dicho servicio de viajeros. La espera en los andenes puede ser aburrida o excitante pero después de su lectura, será también diferente.

**Key words:** *Management of railway service, scheduling, monitoring, maintenance, gantt chart, Geographic Information System.*

## Abstract:

*Trains are known, admired and photographed, but the railway service's management is unknown. Journeys are possible when the trains meet their schedules, people perform the necessary maintenance and any incident is resolved properly. This article explains the processes and tasks necessary to implement such service for railway passengers. Waiting on the station platform can be boring or exciting, but after reading this article, it will be different too.*



**Luis Fernando Real Martín**

Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones. Durante varios años ha sido diseñador hardware y firmware de equipos de acceso de transmisión de datos para líneas dedicadas de Alcatel-Lucent. Como Analista de Capgemini S.L. participó en un proyecto de Renfe Operadora para la integración de las aplicaciones de servicio de viajeros. Actualmente su transición profesional se está dirigiendo hacia ámbitos de Seguridad de la Información y Seguridad de las Redes.

## Introducción

A pesar que el tren es utilizado por miles de pasajeros, su gestión es una actividad desconocida. En el presente artículo se describen someramente las operaciones del servicio de viajeros: la planificación de un tren en una línea, las relaciones de las empresas propietarias de los trenes con las administradoras de las infraestructuras ferroviarias, la revisión y el mantenimiento de los vehículos en los talleres y el seguimiento de las incidencias del tren en tiempo real con sistemas de información geográfica. Los siguientes párrafos explican la complejidad del quehacer diario relacionado con los trenes y se enumeran algunas aplicaciones técnicas que facilitan las tareas del servicio.

## Las operaciones de servicios ferroviarios

Las empresas de servicios se conocen como operadoras. Las operaciones consisten en el conjunto de tareas organizadas en un proceso que desarrolla la producción del negocio: el servicio ferroviario. Las operadoras ferroviarias son las que disponen de los trenes para ofertar los servicios de transporte interurbano de viajeros y mercancías sobre la infraestructura administrada por otra entidad. Las estrategias comerciales de las operadoras están orientadas a obtener el máximo beneficio, no sólo económico sino también social, con el mayor rendimiento de la actividad.

Las actividades de una operadora ferroviaria, de una forma simplificada, se articulan en los siguientes tres ejes fundamentales que se muestran en la Figura 1:

- La gestión comercial: desarrolla la política tarifaria considerando itinerarios, regularidad, paradas y franjas horarias y administra los sistemas de ventas y reservas, venta on-line, etc.
- La gestión de recursos: adquiere, homologa y mantiene el parque móvil. Se vincula con fabricantes y talleres. (la gestión del personal como recurso no se representa aquí).
- La gestión operativa: planifica, programa y monitoriza los servicios de trenes en coordinación con la administradora de infraestructuras.

Figura 1. Actividades en las operaciones ferroviarias



En el esquema, la Gestión de la Explotación corresponde a una administradora de infraestructuras como ADIF.

Dependiendo de las características de la operadora, como son su tamaño, el ámbito territorial o tipo de transporte, estas actividades tendrán sus particularidades. Por ejemplo, Renfe Operadora divide el negocio según la infraestructura, la extensión y la demarcación como: Alta Velocidad, Larga, Media Distancia y Cercanías. COMSA Rail Transport se dedica al transporte de mercancías por corredores concretos de ADIF, y FEVE gestiona sus

trenes y líneas, actualmente en proceso de integración con Renfe y ADIF.

## Servicios de viajeros: necesidades y soluciones

El transporte de viajeros está condicionado por la forma en la que cubre las necesidades de este servicio:

- Transporte de viajeros para largas distancias, cuyo objetivo es que se realice en el menor tiempo posible, como ocurre con la Alta Velocidad. La calidad del servicio se valora principalmente por su puntualidad.
- Transporte masivo de viajeros con altas densidades de tráfico en medios



Metro de Madrid, ejemplo de un servicio regido por la frecuencia de trenes.



Un tranvía de Metro Valencia en el complejo entramado urbano.

urbanos y periurbanos como el Metro, Metro Ligerio o Cercanías.

El paradigma de modelo masivo es el metropolitano. A diferencia del servicio de Cercanías, el Metro es más fácil de gestionar porque suele estar en un entorno cerrado y exclusivo mientras que el servicio de Cercanías tiene un trazado exterior; expuesto a inclemencias meteorológicas o con tramos de líneas compartidos por otros trenes. Algo similar ocurre con los tranvías, abocados a circular entre el tráfico ajetreado de la ciudad.

En este modelo el viajero valorará el servicio según los minutos que espere hasta la llegada del próximo tren, dentro del intervalo de circulación de los trenes. Las frecuencias de paso se adecuan, según la demanda, en las franjas horarias diarias y semanales. Las Figuras 2 y 3 muestran servicios regidos por el tiempo de espera.

La organización de la operadora, la planificación de los servicios y la gestión de los recursos están supeditadas a cada modelo de transporte.

### Planificación, Programación y Seguimiento

La operación es un proceso de cuatro fases principales: Planificación, Programación, Seguimiento y Resultado. La Figura 2 muestra las fases de la operadora (recuadros amarillos), del administrador de infraestructuras (en

azul) y los elementos de las vías o los sistemas embarcados en los trenes (en blanco). Las flechas representan las relaciones mutuas. En cada fase se busca la optimización de las actividades desde criterios técnicos y económicos.

### La Planificación del Servicio

Cuando se conoce la necesidad de ofrecer un servicio, la primera fase es su diseño y planificación a largo plazo. Se realiza el estudio de viabilidad económica y la disponibilidad y previsión

de los recursos materiales y humanos. Los vehículos se seleccionan para que sean compatibles con las características de la vía (ancho de vía, electrificación, señalización, etc.) y las estaciones del itinerario. Prever el consumo energético, el coste de los cánones, las plazas de viajeros y las ofertas, entre otros aspectos, forma parte de esta fase.

Las aplicaciones informáticas para la planificación utilizan la información del estado de la red ferroviaria y las características técnicas de los vehículos. Funcionan *off-line*; es decir, estos datos están actualizados pero no necesariamente en tiempo real (*near real time*). En la Figura 3 se esquematiza el uso de una base de datos durante esta fase.

### Las marchas y los trenes

La primera tarea es el diseño de la *marcha* del tren en la línea, dividida en tramos, desde el origen hasta el destino a través de estaciones y puntos intermedios. Las estaciones pueden ser de paradas comerciales —subida y bajada de pasajeros— o técnicas. La marcha se muestra como un listado de las estaciones y referencias (puntos kilométricos) con la distancia y el tiempo de paso por cada uno con respecto al origen (indirectamente indica

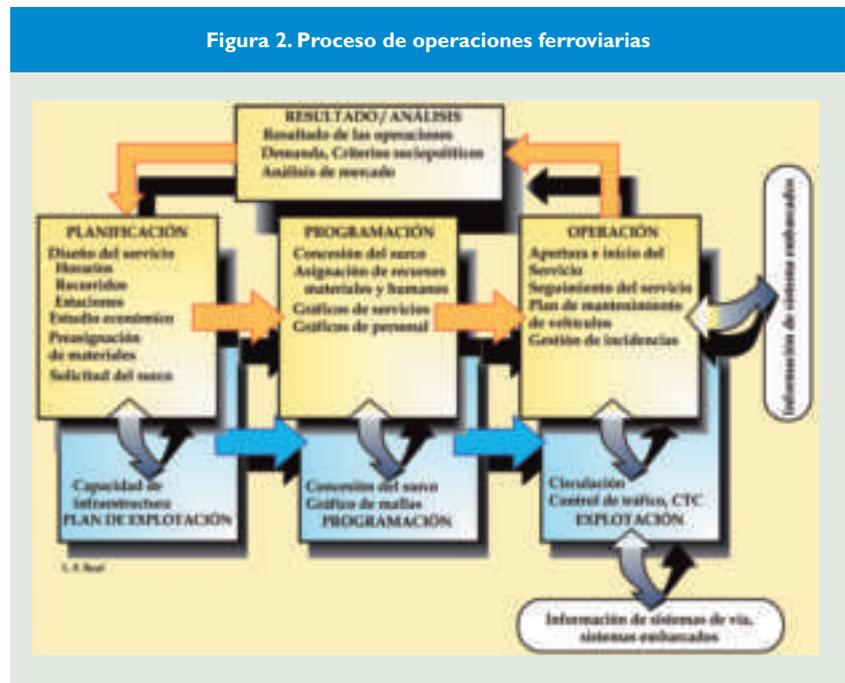
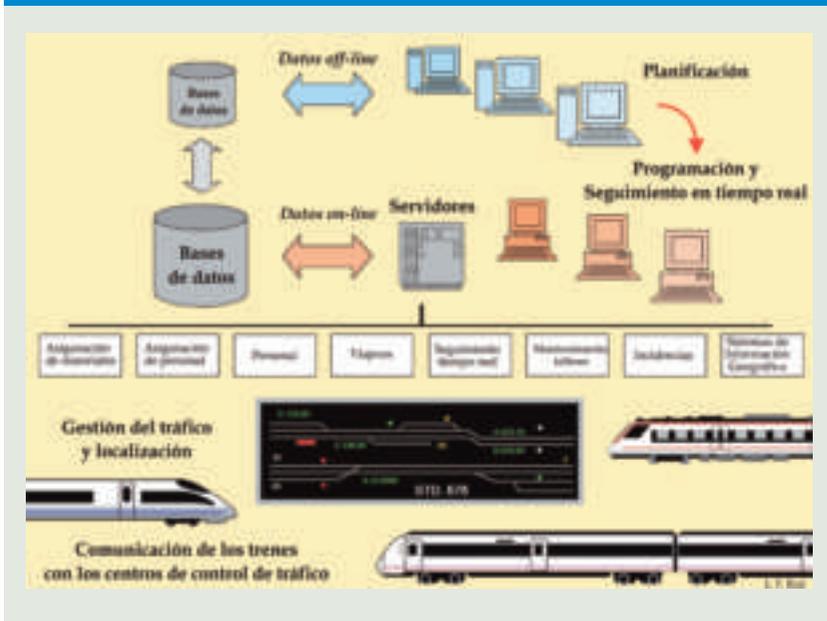


Figura 3. Los datos y su gestión en las aplicaciones de operaciones



la velocidad del tren). La marcha se crea teniendo en cuenta las características de la infraestructura de la línea:

- Estaciones, tiempos de parada, si es de paso o final. Considera la topología de la estación: número de vías, longitud de los andenes, categoría de estación, cánones, etc.

- Tipo de tren. Las características técnicas de la serie o la composición<sup>1</sup>: el modelo de locomotora, el número y tipo de coches, la longitud del tren, la velocidad y la capacidad de carga, los sistemas de señalización y seguridad embarcados, etc. Por otro lado, las características comerciales para conocer la oferta de plazas, el confort o las tarifas. La Figura 4 muestra dos ejemplos con este tipo de información.

- Velocidades y cargas máximas (Cuadro de Velocidad Máxima, CVM y Cuadro de Carga Máxima, CCM) en los diversos tramos condicionados por la infraestructura: el tipo de vía, las curvas, las pendientes, los puentes, el galíbo, etc.

Inicialmente la marcha se calcula para una serie o composición concreta y se denomina *marcha tipo*. La *marcha ideal* será la que invierta el menor tiempo, es decir, la que haga que se consiga la velocidad máxima en cada

tramo dentro de los márgenes de seguridad y de comodidad del viajero. Cualquier cambio crea una marcha tipo distinta que también se tendrá en cuenta en la planificación del nuevo servicio. El resultado de la circulación del tren cuando la realice en el futuro será la *marcha real* de dicho tipo de tren. La Figura 5 es un ejemplo de marcha de la Serie 103 de la línea de

Alta Velocidad, desde Madrid a Barcelona, con las estaciones, los kilómetros y los horarios de llegada y salida de cada una de ellas.

Cuando a la marcha se le asigna una fecha y un horario entonces se habla de *marcha de tren* propiamente dicha. Cada marcha de tren se identifica con un *código de servicio*<sup>2</sup> que lleva implícita toda su información.

### Gráfico de Mallas, visualización de los recorridos

La marcha se visualiza con un diagrama denominado *mallas* o *gráfico de tren*. En las ordenadas se colocan las estaciones separadas proporcionalmente y en las abscisas el tiempo. La marcha es la diagonal que une las estaciones. Al gráfico diario de la línea se añaden otros trenes. La Figura 6 muestra una malla de la línea de AVE Madrid-Barcelona, con mayor densidad de trenes en las primeras horas de la mañana.

### Gestión y actividades de mantenimiento

La operación de los servicios debe tener en cuenta intervenciones periódicas de revisión y mantenimiento de cada vehículo para cumplir con las

Figura 4 A y B. Ejemplos de características técnicas y comerciales de las series Civia y S103

| Características Técnicas   |                     |        |        |         |
|--|---------------------|--------|--------|---------|
| Serie (Civia)  | 462                 | 463    | 464    | 465     |
| Fabricante   | CAF/Siemens, Alstom |        |        |         |
| Composición  | 0+1                 | 0+0+1  | 0+0+1  | 0+0+0+1 |
| Indicados los coches en los coches, indicados los coches en los coches |                     |        |        |         |
| Masa del tren Vaco (t)   | 90                  | 104    | 132    | 176,7   |
| Masa con Carga max (t)   | 85,44               | 140,36 | 146,72 | 198     |
| Número de ejes   | 0                   | 0      | 3      | 12      |
| Tipo (Axe)   | 120                 | 120    | 120    | 120     |
| Longitud (metros)  | 44,5                | 42,35  | 40,5   | 94,05   |
| Eje (Ejes/metro)   | 275                 | 1400   | 200    | 2200    |
| Tipo   |                     |        |        |         |
| SEGURIDAD  |                     |        |        |         |
| ATP  | No                  | No     | No     | No      |
| ANFA   | No                  | No     | No     | No      |
| Características Comerciales  |                     |        |        |         |
| PLAZAS   |                     |        |        |         |
| Gran Clase   | 0                   | 0      | 0      | 0       |
| Primera  | 100                 | 100    | 100    | 100     |
| Clase  | 30                  | 30     | 30     | 30      |
| Tercera  | 202                 | 202    | 202    | 202     |
| Movilidad reducida   | 1                   | 1      | 1      | 1       |
| Sentados   | 300                 | 300    | 300    | 300     |
| Pw   | 0                   | 0      | 0      | 0       |
| Total Plazas   | 300                 | 300    | 300    | 300     |
| CONFORT  |                     |        |        |         |
| Bastidores   | No                  | No     | No     | No      |
| Calentador   | No                  | No     | No     | No      |
| Videos   | No                  | No     | No     | No      |
| Altoparlante   | No                  | No     | No     | No      |

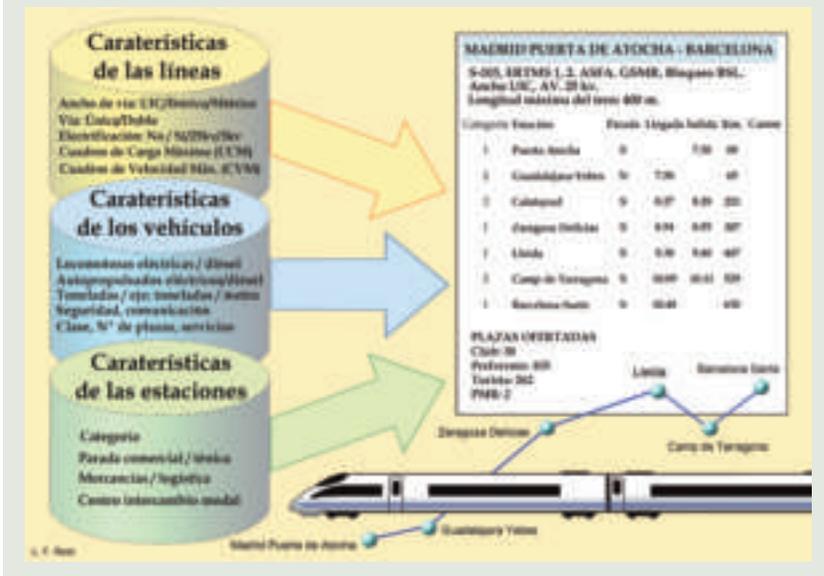
  

| Características Técnicas   |                 |
|--|-----------------|
| Serie  | 103 (8 coches)  |
| Fabricante   | Siemens         |
| Composición  | M+M+M+M+M+M+M+M |
| Indicados los coches en los coches, indicados los coches en los coches |                 |
| Masa del tren Vaco (t)   | 424,7           |
| Masa con Carga max (t)   | 436,5           |
| Número de ejes   | 32              |
| Tipo (Axe)   | 156             |
| Longitud (metros)  | 200             |
| Eje (Ejes/metro)   | 940,5           |
| Tubo (mm. brutas)  | 476,5           |
| SEGURIDAD  |                 |
| ATP  | Si              |
| ANFA   | Si              |
| Características Comerciales  |                 |
| PLAZAS   |                 |
| Gran Clase   | 0               |
| Primera  | 100             |
| Clase  | 30              |
| Tercera  | 202             |
| Movilidad reducida   | 1               |
| Sentados   | 300             |
| Pw   | 0               |
| Total Plazas   | 300             |
| CONFORT  |                 |
| Bastidores   | No              |
| Calentador   | No              |
| Videos   | No              |
| Altoparlante   | No              |

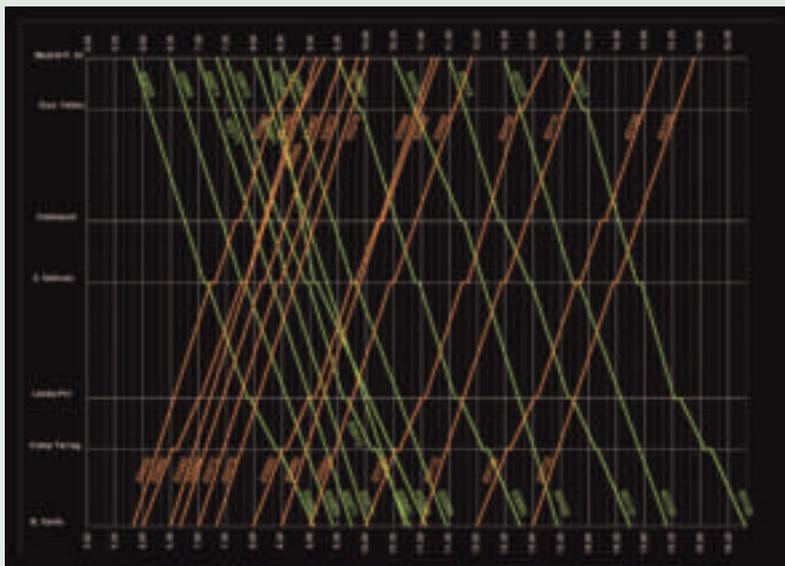
<sup>(1)</sup> Composición es el agrupamiento de unidades móviles para formar una rama de tren. Ésta es la parte motriz y los coches, ya sean independientes o unidos.

<sup>(2)</sup> Las empresas imponen diversos códigos alfanuméricos a los trenes para diferentes fines: circulación por las líneas, actividades comercial, etc.

**Figura 5. Ejemplo simplificado de una marcha de AVE Madrid Barcelona de la Serie 103**



**Figura 6. Ejemplo de malla del AVE Madrid Barcelona en ambos sentidos. Cada trazo se identifica con el número del código de servicio**



máximas condiciones de seguridad. Las actuaciones de mantenimiento pueden ser con fines predictivos, correctivos o preventivos. Los propietarios de los vehículos son los responsables de cumplir el *Plan de Mantenimiento* y conseguir la autorización de ADIF para circular<sup>3</sup>. El Plan de Mantenimiento está recogido en un documento que suministran los fabricantes. En él se describen y detallan las intervenciones



Trenes Talgo en su centro de mantenimiento. (Cortesía Talgo).

y actuaciones y la frecuencia en que se deben realizar. Las intervenciones se programan por kilómetros (distancia) o por días (tiempo) y, debido a que se repiten periódicamente, se denominan "*ciclos de mantenimiento*". Desde el punto de vista de los fabricantes de los vehículos, éstos cierran el círculo tecnológico: diseño, desarrollo, mantenimiento, corrección y el ciclo de vida de los productos.

Las operadoras tienen contratos con centros de mantenimiento (o talleres) especializados y dedicados a series y modelos de los diversos fabricantes. Las actuaciones se clasifican por niveles: pueden ser sencillas con estancias breves o complejas de mayor duración; por lo tanto la periodicidad de los ciclos puede que no sea constante.

La operación de los servicios de viajeros se interrelaciona con la gestión propia de los servicios de mantenimiento. La planificación debe tener en cuenta los tipos de ciclos y la localización de los talleres adecuados para cada tren. Por lo tanto, los kilómetros recorridos o los días de servicio, servirán para prever las fechas en que los trenes deban efectuar cada ciclo de mantenimiento.

### Solicitud y concesión de surcos

El operador verifica la viabilidad de su proyecto y optimiza los horarios según los requisitos comerciales, las restricciones de tráfico u otros criterios. Para ello puede recurrir a programas informáticos obteniendo una planificación optimizada.

El servicio planificado se comunica a ADIF para que autorice los surcos.

<sup>(3)</sup> Otros procedimientos no mencionados corresponden a la homologación y validación del material rodante para que pueda circular.



on-line y la verificación constante de cada marcha de tren real con la programada.

Los Puestos de Mando de ADIF, a través de los centros Control de Tráfico Centralizado, CTC, habilitan los enclavamientos, las bifurcaciones y las señalizaciones para que los trenes circulen sin obstáculos cumpliendo la marcha y el itinerario según las circunstancias del momento (obras en la vía, inclemencias meteorológicas, etc).

### Apertura y cierre de operación

El servicio se inicia con la “apertura de la operación o del servicio”. Para que los trenes puedan circular deben cumplimentar la serie de documentos obligatorios indicados en Reglamento General de Circulación así como en las Normas, las Prescripciones Técnicas, Avisos u otros escritos.

La información básica de este documento de tren incluye:

- La marcha del tren.
- Las restricciones de velocidad en los tramos
- La composición y características de frenado del tren

El viaje se inicia cuando se verifica que lo escrito corresponde con la realidad del tren.

### Seguimiento y visualización de la marcha

En las aplicaciones en tiempo real se puede visualizar gráficamente la evolución de la marcha y contrastar con la marcha programada. El tren lleva una “circulación regular” cuando las gráficas se superponen y un retraso o adelanto cuando las líneas se separan, como se aprecia en la Figura 8.

### Herramientas de visualización SIG

El Sistema de Información Geográfica, SIG, (Geographic Information System, GIS) representa a los trenes sobre un mapa y lo muestra en una pantalla (videowall). Las tecnologías SIG permiten conectar, intercambiar y gestionar información de diferentes bases de datos a través de las coordenadas geográficas. La Figura 9 muestra las diversas funciones a través de SIG.

Figura 8. Seguimiento de una marcha en tiempo real (línea roja) respecto a la programada (verde)

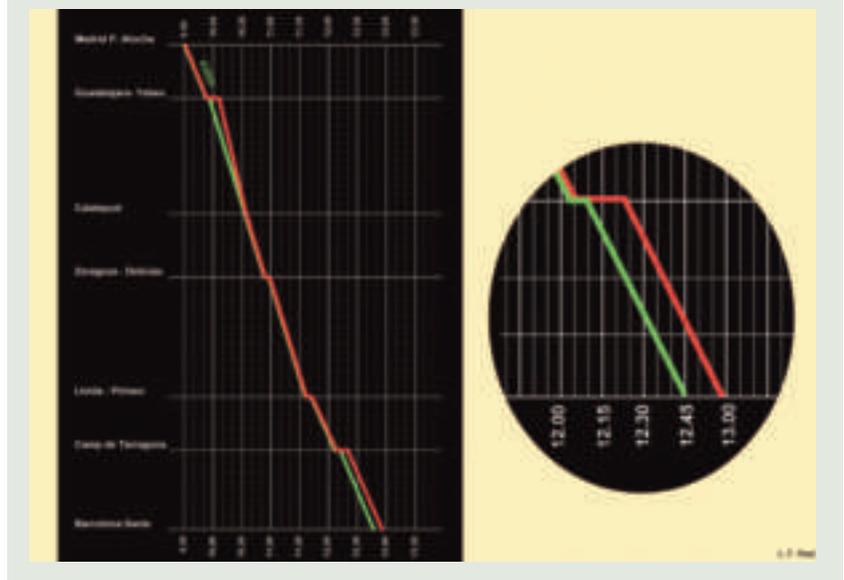


Figura 9. Funciones que se pueden gestionar a través de SIG



El mapa del SIG se crea con fotos aéreas georreferenciadas del trazado ferroviario. Posteriormente se asocia a estas referencias la información de la vía y las estaciones. Las bases de datos, Figura 10, que acompañan al sistema son:

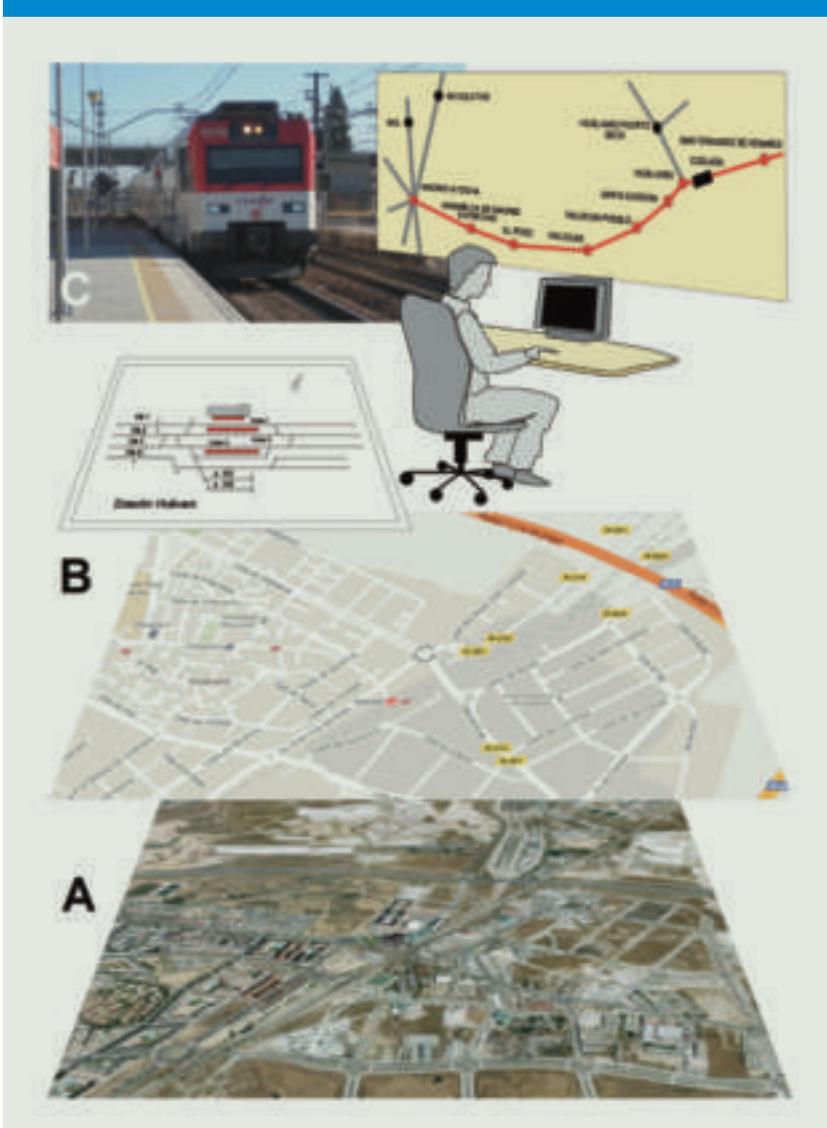
**A.** Base de datos geográficos (topografía del terreno, fotos, mapas)

**B.** Base de datos de esquema (dibujos en la topología de ferrocarril, posición de estaciones, gráficos de vías, enclavamientos, balizas, etc)

**C.** Base de datos del servicio (trenes, velocidad, carga, historial de mantenimiento, número de viajeros).

La marcha real y la posición geográfica de los vehículos se obtienen con los sistemas de comunicación en las vías y los localizadores GPS embarcados. Los datos de los servicios están asociados a cada tren representado en la pantalla; con un clic de ratón se accede a toda la información como el personal, los pasajeros, la eficiencia de los vehículos, etc.

Figura 10. Esquema de los niveles de información en la construcción SIG



- La responsabilidad: la entidad responsable será imputada con los gastos ocasionados y otras condiciones especificadas en las relaciones contractuales. Por ejemplo, un retraso puede ser causado por una deficiencia en el suministro eléctrico, un fallo mecánico en la locomotora o las condiciones meteorológicas.

- Las consecuencias económicas: La incidencia puede generar unos gastos adicionales como, por ejemplo, la contratación de autobuses o la devolución del importe de los billetes.

- La calidad del servicio: se corresponde con la percepción de la anomalía. La importancia depende de quién padece la irregularidad. Se consideran graves las que afectan al confort de los viajeros (como el aire acondicionado o retretes). En estas circunstancias, aunque el tren sea puntual, la calidad del servicio es deficiente.

Cada incidencia se registra con datos importantes como el punto kilométrico, la estación, hora y fecha, matrícula del tren y el código de servicio. En el ámbito comercial y productivo se tiene en cuenta el retraso, el número de pasajeros afectados, los autobuses suplentes, indemnizaciones, etc. En el ámbito de mantenimiento se acuerda el taller que recoge el vehículo afectado, la hora de entrada al taller, la descripción detallada para que comience la reparación, etc. También se iniciarán los procedimientos administrativos o jurídicos para establecer las responsabilidades y las compensaciones oportunas si fuesen aplicables.

### Gestión del mantenimiento

Los talleres se consultan a lo largo del día para comprobar el estado de los vehículos y verificar su disponibilidad, así como cuantos pueden salir o entrar a cumplir su ciclo. Cada intervención se documenta y acredita como exigen las normativas para que los vehículos puedan circular. Evidentemente, la gestión de mantenimiento se complica cuando ocurren averías imprevistas o cuando los talleres, por diversas circunstancias, no pueden atender la demanda de vehículos.

### Gestión de las Incidencias

Una incidencia es todo evento que perturbe el desarrollo normal de un servicio. La gestión de las incidencias debe

distinguir la gravedad o criticidad de la situación y resolverla. ADIF y los operadores tienen la obligación de restablecer el tráfico normal lo antes posible

Las incidencias se pueden clasificar según diversos criterios que ayudan a precisar sus causas, describir la situación y prever las soluciones. Algunos criterios de clasificación son, por ejemplo:

- La gravedad: una situación grave (como un accidente) tiene importantes repercusiones sociales, económicas e incluso políticas. Requiere actuaciones urgentes de Protección Civil, Servicios Sanitarios, Bomberos, etc. Otras incidencias son leves porque no alteran la marcha del tren o no afectan al viajero y pueden solucionarse cuando el servicio haya finalizado.

### Gestión de los servicios especiales y no programados

Se definen servicios especiales aquellos que no están programados y surgen para resolver una incidencia, como enviar un tren que sustituya a otro averiado. Implica localizar los recursos disponibles, crear la nueva malla y asignar los vehículos y el personal dando respuesta en el menor tiempo posible.

### Resultados de las operaciones

Esta fase analiza los resultados de la operación para ajustar y corregir las irregularidades del servicio.

Los sistemas informáticos permiten disponer de los resultados de la operación cuando finaliza el servicio. Desde el punto de vista operativo es importante el análisis cualitativo que permita evaluar la gestión realizada. El análisis cuantitativo se realiza según un modelo que ayude a decidir los cambios en la gestión para reducir los costes y mejorar la producción. El modelo debe seleccionar qué información y qué datos son relevantes y cómo deben organizarse y exponerse para extraer las conclusiones certeras. Cada empresa tiene su modelo analítico y a partir de él toma las decisiones estratégicas a las cuales orientar sus objetivos. La consecución de las metas dependerá de la adecuación del modelo. La información se descompone para tener resultados con distinto nivel de detalle desde extensos ámbitos geográficos hasta individualizadas líneas y trenes; está constituida por estudios comparativos y estadísticos de marchas, puntualidad, permanencia en talleres, averías frecuentes, etc.

### Aplicaciones informáticas en la gestión de operaciones

Las operaciones ferroviarias son más fáciles de realizar automáticamente que en otros medios de transporte porque los vehículos son guiados por una vía. La incorporación de mejores aplicaciones y herramientas informáticas son clave para la renta-



bilidad del servicio ya que permiten reducir los costes al obtener el mejor provecho de las relaciones entre los vehículos, las estaciones y la infraestructura. La liberalización del mercado a otras operadoras, la creación de nuevas líneas de alta velocidad, el desarrollo del transporte de mercancías así como la combinación con enlaces aéreos y marítimos son los escenarios para nuevos desarrollos.

Las nuevas plataformas informáticas y servidores están facilitando la unificación de aplicaciones en las empresas del sector, pero también es una tarea prioritaria conseguir la estanda-

rización de la información, teniendo en cuenta que en la explotación del negocio participan otras empresas. La correcta gestión de esta información es imprescindible para la organización futura del negocio de las operadoras.

En los próximos años destacarán las siguientes tendencias:

- Expansión de los sistemas SIG: pueden integrar y coordinar mucha más información que se mostraría a los usuarios simultáneamente según sus perfiles e incluso en formatos distintos.
- Arquitecturas maestras de estructuras de los datos para que se puedan mostrar en diversos formatos, geográ-



ficos o esquemáticos, y desde diversos modelos expositivos.

Los sistemas de transporte ferroviario deben desarrollar una arquitectura de tecnologías de la información que cruce todos los procesos de negocio del ferrocarril en un contexto de múltiples socios y esta "operación" de

sinergias está pendiente de planificar, optimizar y programar.

## Conclusiones

Conocidas las operaciones del servicio, el principal objetivo es lograr la optimización de las tareas y funciones del mismo en un entorno con múlti-

ples empresas y operadoras. Todo un reto agravado por el entorno de recesión económica, aunque tal vez esta circunstancia sea favorable para conseguir unas soluciones más reflexionadas y consensuadas entre los agentes implicados: gobiernos, empresas, trabajadores y usuarios. ■

## Aplicaciones informáticas

A continuación se listan a título de ejemplo y como referencia algunas aplicaciones de gestión de operaciones ferroviarias.

### Planificación y Generación de Mallas

- *GoalRail* de Goal Systems ([www.goalsystems.com](http://www.goalsystems.com)) utilizado por FGC, FGV, Renfe Operadora y Renfe Mercancías.
- *HASTUS Horaires et Assignations pour Systeme de Transport Urbain et Semiurbain* Plataforma para la planificación y gestión del transporte. GIRO Inc. ([www.giro.ca](http://www.giro.ca)).
- *PlanTR*. Planificador de servicios y generación de horarios. EMTE Sistemas ([www.e Strauss-suite.com](http://www.e Strauss-suite.com)). Tranvía de Murcia, Metro de Barcelona y Sevilla.
- *Viriato*. Planificación de mallas, gestión de trenes y horarios. SMA und Partner AG ([www.sma-partner.ch](http://www.sma-partner.ch)) ADIF.
- *MALLAS* aplicación de ADIF para la creación de las franjas horarias de tramos de la infraestructura en tiempos determinados, incluye MOM.

– *MOM, Módulo Optimizador de Mallas* desarrollado por el Grupo GPS. ([users.dsic.upv.es/grupos/gps](http://users.dsic.upv.es/grupos/gps)) como parte integrante de la aplicación MALLAS de ADIF.

– *Planificador*. Elaboración de Renfe Operadora.

### Gestión de trenes y de personal

- *GoalDriver* de Goal Systems ([www.goalsystems.com](http://www.goalsystems.com)).
- *GTRENES*. Gestión de la composición y características de los trenes y cambios durante el recorrido. ADIF.
- *SIGES*. Sistema de gestión de trenes especiales en menos de un día. ADIF
- *Copérnico*. Elaboración de Renfe Operadora. *HASTUS*.

### Seguimiento o control de la circulación

- *OperaTR*, Sistema SAE de Ayuda a la Explotación. Plataforma de planificación, seguimiento y análisis. EMTE Sistemas ([www.e Strauss-suite.com](http://www.e Strauss-suite.com)). Tranvía de Murcia.

– *Telvent SmartMobility Rail Traffic*. Gestión de tráfico avanzada y centralizada. ([www.telvent.com](http://www.telvent.com)).

– *Telvent SmartMobility Light Rail*. Gestión de tráfico avanzada y centralizada para travías y tren ligero. ([www.telvent.com](http://www.telvent.com)). Tren Ligero de Madrid, Tranvías de Barcelona, Metropolitano Bahía de Cádiz.

– *NetTrac*. Familia de equipos y plataformas para el control del tráfico. Thales ([www.thalesgroup.com](http://www.thalesgroup.com)).

– *DELTA-1* Sistema de Ayuda a la Explotación. Electrans ([www.bachelectrans.com](http://www.bachelectrans.com))

– *SITRA* Sistema para la planificación, gestión, seguimiento en tiempo real y control de la circulación de trenes. ADIF.

– *Sistema DaVinci*. Plataforma integradora de la gestión del tráfico ferroviario. IN-DRA y ADIF

– *Copérnico*. Plataforma de programación, seguimiento y análisis de servicios de ferroviarios. Renfe Operadora. *HASTUS*

## Referencias

- AA.VV. Renfe-Escuela Técnica Profesional. *Nociones Básicas Ferroviarias*. 2ª edición. Ed. Marcombo S.A. Actualización de la Declaración sobre la Red 2013. Edita Dirección General de Exploitation de la Infraestructura, ADIF. Madrid 2013.
- AVE Larga Distancia. Servicios. Compromisos de puntualidad. Renfe Operadora.
- Cillero Hernández, Alberto; García Álvarez, Alberto y Jericó Rodríguez, Pilar. *Operación de trenes de viajeros: claves para la gestión avanzada del ferrocarril*. ED. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. 2011.
- Conceptos Básicos Ferroviarios*. Dirección de Formación Operativa. ADIF
- Diccionario*. Aula Ferroviaria, Diccionario Ferroviario. Federación Castellano Manchega de Amigos del Ferrocarril.
- Diccionario de términos ferroviarios*. ADIF
- Fernández Cardador, Antonio; Cucala García, Paloma y de Cuadra García, Fernando "Modelo integrado de información para la planificación y operación de tráfico ferroviario". *Anales de Mecánica y Electricidad*, nov-dic 2004. Ed. ICAI.
- FEVE, Ferrocarriles de Via Estrecha.
- INDRA. Geoespacial. Indra. Servicios y Servicios.
- Gonzalez Fernández, Francisco Javier y FUENTES Losa, Julio *Ingeniería Ferroviaria*. Ed. UNED, Madrid, 2010.

- "Grupo de trabajo de Explotación de la Infraestructura y Operación de Trenes. Documento del Estado del Arte y Necesidades de Formación". Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española, PTFE. Madrid febrero 2007.
- "La Serie 103 de Renfe al detalle" *Vía Libre*. *La revista del ferrocarril* n° 503, diciembre 2006. Edita Fundación de Ferrocarriles Españoles.
- "Material en servicio, Renfe Operadora: Automotor eléctrico 462 Civia" y siguientes. *Vía Libre*. *La revista del ferrocarril*. Edita Fundación de Ferrocarriles Españoles.
- "Tren de cercanías Civia". CAF, Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles.
- Lombardi, Riccardo. "El horario cadenciado integrado. Teoría, casos de aplicación, ventajas, inconvenientes y reflexiones sobre su posible aplicación en España" *Técnicas de Investigación Ferroviaria. Recopilación de artículos, Número 1*. Ed. Fundación de Ferrocarriles Españoles. Marzo 2011.
- Montes, Fernando, "Los sistemas de señalización en el ferrocarril y su evolución" *Anales de mecánica y electricidad*, Enero y febrero 2007. Ed. ICAI.
- NEC, Normas Específicas de Circulación. abril 1997.
- Orden FOM/233/2006 BOE n° 33, Miércoles 8 de febrero de 2006.

- "Revisión Agenda Estratégica de Investigación del Sector Ferroviario. Avance 2010" PTFE, Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española. Ed. Fundación Ferrocarriles Españoles.
- RGC, Reglamento General de Circulación. Edición 2003.
- Sanz Bobi, Juan de Dios y Garzón Núñez, Jorge "Herramienta integral de ayuda a la toma de decisiones en los puestos de mando ferroviario". CITEF, Centro de Investigación en Tecnologías Ferroviarias.
- "Séneca, el nuevo nombre para el tren laboratorio de ADIF". *Vía Libre*, *La revista del ferrocarril*. 2008 Ed. Fundación de Ferrocarriles Españoles.
- Truyols Mateu, Sebastian; Martínez Osorio, Juan Manuel & Alcubilla de la Fuente, Francisco. *Introducción a la ingeniería de transporte. Teoría y práctica*. 3ª Edición. 2010. Delta Publicaciones. Madrid.
- URL: [europa.eu/legislation\\_summaries/transport/rail\\_transport/tr0041\\_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/transport/rail_transport/tr0041_es.htm)
- Melis Maynar, Manuel & González Fernández, Francisco Javier. *Ferrocarriles metropolitanos*. 2ª Edición. 2004 Colección Seino, n° 29. Edita el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- León, Mario. *Diccionario de Tecnología Ferroviaria*. Ediciones Díaz de Santos. Madrid 2005.