



MÁSTER UNIVERSITARIO EN SISTEMAS FERROVIARIOS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**IMPLANTACIÓN DE LA
PLATAFORMA DAVINCI EN LA RED
CONVENCIONAL**

IRENE MALO CLAUSÓ
Madrid, Julio 2016

Agradecimientos

A Luis, por su apoyo constante e incondicional, su paciencia infinita y por lograr hacer fácil hasta lo más difícil. Sin él no lo hubiese conseguido.

A Rafa, por su ayuda diaria, por ser un gran compañero de trabajo y un mejor director de este proyecto.

A mi familia y amigos, por todo el ánimo y cariño que he recibido siempre, especialmente a lo largo de estos dos años.

A mis compañeros del máster, por los grandes momentos que hemos vivido y por lo mucho que he aprendido de todos ellos, tanto en lo personal como en lo profesional.

A Ineco y a ICAI, por haberme brindado la oportunidad de aprender tanto sobre el mundo ferroviario con este máster.

FICHA TÉCNICA

Alumno	Irene Malo Clausó
Director del Trabajo Fin de Máster	Rafael Yuste Yuste
Programa cursado	Máster Universitario en Sistemas Ferroviarios
Curso académico	2015-2016
Título del trabajo	IMPLANTACIÓN DE LA PLATAFORMA DAVINCI EN LA RED CONVENCIONAL

Descripción breve:

El objetivo del presente trabajo pretende dar una solución para la implantación de la plataforma **DaVinci en entorno convencional**.

Para ello se hará un estudio sobre la situación actual de DaVinci, que es una herramienta que hoy en día está instalada en las Líneas de Alta Velocidad utilizada en los Centros de Regulación y Control de ADIF para la **planificación y la gestión del tráfico ferroviario**. Después se planteará su implantación en las líneas de Red Convencional, justificando su viabilidad operacional, funcional, técnica y económica.

Se describirá el funcionamiento de DaVinci, así como los módulos que lo conforman, estudiando los cambios necesarios que habría que realizar en cada uno de ellos para poder adaptar DaVinci, no sólo al **tráfico convencional, sino también al tráfico de cercanías y de mercancías**, por ser estos dos últimos los que más impacto supondrían a la hora de modificar la plataforma.

Se analizarán además las **debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades** que presenta este proyecto, así como los riesgos propios de un cambio de tanta envergadura para ADIF.

Por último, se incluirá una **planificación y coste estimados** de lo que supondría llevar el proyecto a cabo.

Alumno: IRENE MALO CLAUSÓ

Director: RAFAEL YUSTE YUSTE

Firma:

Firma:

Índice

1	OBJETIVOS DEL TRABAJO	1
1.1	Contenido del trabajo	2
2	INTRODUCCIÓN A DAVINCI	3
2.2	Telemandos	4
2.3	¿Qué es DaVinci?	5
2.3.1	Integración de sistemas	6
2.4	Situación actual de DaVinci	7
2.4.1	DaVinci 1.0	7
2.4.2	DaVinci 2.0	7
2.4.3	Centros de Regulación y Control y Puestos de Mando en España	8
3	ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE DAVINCI AL ENTORNO CONVENCIONAL	11
3.2	Sistema de Gestión y Regulación (SGR) de Tráfico DaVinci	13
3.2.1	SGR Local	13
3.2.2	SGR Global	24
3.3	Sistema de Planificación de trenes DaVinci (PLANIF Global)	26
3.3.2	Sistemas que integran PLANIF Global	28
3.4	Enrutador automático de trenes (ART)	34
3.5	Despachador Integrado de Comunicaciones (DICOM)	37
4	ANÁLISIS DAFO	41
5	PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	43
6	ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA	47
7	CONCLUSIONES. APORTACIONES DEL TRABAJO	49
8	BIBLIOGRAFÍA	50

ANEXO 1. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO. DIAGRAMA GANTT

ANEXO 2. ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA DETALLADA

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplo de Puestos de Mando de Líneas Convencionales.....	5
Figura 2 Puesto de operador en un CRC (AV)	6
Figura 3 Centros de Regulación y Control y Puestos de Mando en España	9
Figura 4 Esquema general de Sistemas de Gestión y Regulación	10
Figura 5 Tabla equivalencias herramientas Red Convencional-DaVinci	11
Figura 6 SGR. Arquitectura.....	14
Figura 7 SGR. Visor de Mallas o Malla de Seguimiento	21
Figura 8 SGR. Visor de Circulaciones	22
Figura 9 SGR. Visor de Ocupación de Vía.....	23
Figura 10 SGR. Visor de Replanificación	24
Figura 11 PLANIF Global. Arquitectura.....	26
Figura 12 PLANIF Global. Sistema de Gestión de Material Rodante.....	29
Figura 13 PLANIF Global. Sistema de Gestión de Marchas.....	30
Figura 14 PLANIF Global. Sistema de Gestión de Trenes.....	32
Figura 15ART. Visor de Reglas del Enrutador	34
Figura 16 ART. Diagrama de Flujo Gestión de Rutas.....	35
Figura 17 DICOM. Arquitectura Global AV.....	37
Figura 18 DICOM. Interfaz gráfica.....	38
Figura 19 DICOM Barcelona. Arquitectura global	40

Listado de Acrónimos

ART	Automatic Route Tracing (Entrutador Automático)
AV	Alta Velocidad
BD	Base de Datos
CRC	Centro de Regulación y Control
CTC	Control de Tráfico Centralizado
DICOM	Despachador Integrado de Comunicaciones
GSM-R	Global System for Mobile communication–Railway
IHM	Interfaz Hombre-Máquina
KVM	Key Video Mouse
MIE	Máquina de Interfaces Externos
MSC	Mobile Switching Centre
PCE	Puesto Central de ERTMS
PEC	Precio de Ejecución por Contrata
PM	Puesto de Mando
RFIG	Red Ferroviaria de Interés General
SITRA	Sistema Integrado de Tráfico
SIV	Sistema de Información al Viajero
GSE	Gestión y Supervisión de la Explotación
SGR	Sistema de Gestión y Regulación
TD	Telemando de Detectores
TE	Telemando de Energía

1 OBJETIVOS DEL TRABAJO

La plataforma **DaVinci** es una herramienta software utilizada para la **gestión y planificación del tráfico ferroviario de Alta Velocidad de ADIF**.

La primera implantación de DaVinci se remonta a la línea Madrid-Lérida y desde entonces ha ido evolucionando de acuerdo a las necesidades del usuario para hacer de la misma una herramienta cada vez más potente.

El hecho de disponer de otro tipo de aplicaciones en el ámbito **Convencional**, como son **SITRA** y **MALLAS**, hace que exista demasiada **disparidad en ADIF** en lo que a planificación y regulación de tráfico se refiere. La empresa lleva trabajando desde hace tiempo en la posibilidad de **unificar criterios** en este aspecto, independientemente del tipo de tráfico a gobernar.

Además, el **mantenimiento y evolución** de plataformas diferentes utilizadas para el mismo fin dentro de una misma empresa es algo que carece de sentido.

Por último, la **obsolescencia de las aplicaciones utilizadas en el ámbito Convencional** incide más aún si cabe en la necesidad de disponer cuanto antes de una herramienta única para ADIF.

El objetivo de este trabajo consiste en plantear la **implantación progresiva de DaVinci** como **herramienta única** para la planificación y gestión de tráfico de toda la Red Ferroviaria de Interés General, así como que se **unifiquen criterios** en lo que a dimensionamiento y capacidad de los Puestos de Mando se refiere.

La idea de disponer de una **herramienta capaz de gestionar cualquier tipo de tráfico**, hace de DaVinci una **plataforma ideal para implantarse en cualquier lugar del mundo**, algo por lo que ADIF aboga desde hace ya mucho tiempo, como puede verse en los proyectos internacionales en los que DaVinci ya se ha implantado o está en proceso (Marruecos, Colombia, Turquía, Lituania y Arabia).

El trabajo se centrará en la adaptación de DaVinci al tráfico de mercancías y cercanías, por ser los que más impacto supondrían a la hora de modificar la plataforma.

1.1 Contenido del trabajo

1. Introducción a DaVinci

Se dará una descripción de la herramienta, analizando el desarrollo de la plataforma DaVinci y su situación actual, estudiando las necesidades de evolución de la misma, en caso de ser necesarias, para adaptarla a un entorno tan complicado como es el convencional.

2. Estudio y adaptación al entorno convencional

Se entrará en detalle a explicar los distintos módulos que componen DaVinci y cómo éstos deben adaptarse al tráfico convencional, especialmente para el caso de trenes de mercancías y cercanías. Se hará un estudio de las implicaciones de la implantación en un Puesto de Mando genérico. En este apartado se incluirán propuestas que solucionen posibles problemas que pueden aparecer al tratar situaciones tan diversas de las acostumbradas en AV, lo cual puede llevar a la evolución de algunos módulos o la eliminación de otros.

Todo ello se realizará desde el punto de vista de las necesidades y estrategia actuales de ADIF que parecen encaminadas a unificar en la mayor medida posible todo lo relacionado con la gestión de trenes en el ámbito nacional.

3. Análisis DAFO

Se realizará un análisis de las principales debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del mismo, de acuerdo a la situación actual planteada anteriormente.

4. Planificación del proyecto

Se aportará una planificación del proyecto, basada en la experiencia de proyectos anteriores, ajustada a las particularidades que se deriven de desarrollar e implantar DaVinci por primera vez en un entorno convencional típico.

5. Estimación presupuestaria: implantación de DaVinci en Puesto de Mando genérico

Una vez analizado el alcance del proyecto, se realizará una estimación presupuestaria para la implantación de DaVinci en un Puesto de Mando genérico, incluyendo una valoración de costes de adaptación de datos (topología de una línea a controlar) para cada una de las aplicaciones DaVinci, pruebas en laboratorio de la herramienta, pruebas previas a puesta en servicio e implantación, así como de los suministros necesarios, a nivel hardware y software, de acuerdo a los precios establecidos hoy en día para AV. De esta manera, no sólo se dispondrá de una idea, sino del coste de la misma en caso de considerarse viable.

2 INTRODUCCIÓN A DAVINCI

El sistema **DaVinci** constituye una **plataforma de operación y explotación ferroviaria** que permite la **integración** de los diferentes sistemas que son necesarios para la gestión ferroviaria y para la circulación segura de los trenes.

Los sistemas que forman parte integral de la gestión, supervisión y control del tráfico ferroviario, son los siguientes:

- Sistema DaVinci, objeto del presente documento.
- Sistema STAC-Rail (FEVE), para el posicionamiento de trenes por GPS.
- Telemandos:
 - Sistema de Control de Tráfico Centralizado (CTC).
 - Telemando de Energía (TE).
 - Telemando de detectores auxiliares (TD).
 - Puesto Central de ERTMS (PCE).
- Sistema de Telecomunicaciones Fijas (Fixed Telecommunications Network – FTN)
- Sistema de Comunicaciones Móviles
- Sistema de Videovigilancia
- Sistema de Información al Viajero (SIV)

Para **poder entender bien qué es DaVinci** es necesario realizar una breve introducción al concepto de **Telemando y sus tipos**.

2.2 Telemandos

Los **Telemandos** son sistemas independientes que recogen información de campo y permiten gobernar la zona del campo correspondiente.

A continuación se explican los distintos tipos de telemandos:

- El sistema de **Control de Tráfico Centralizado, o CTC**, recoge la información más importante de campo. En tráfico ferroviario lo primordial es saber dónde están los trenes y para ello se miran ocupaciones de circuitos de vía. En el CTC se muestra la posición de los trenes así como el estado de los distintos elementos de campo (señales, desvíos, etc.), permitiendo actuar sobre ellos, gestionando el movimiento de los trenes mediante el establecimiento de rutas.
- El **Telemando de Energía (TE)**, como su nombre indica, permite visualizar y gestionar los elementos de energía situados a lo largo de la vía: catenaria, subestaciones, iluminación de túneles, calefactores de agujas, etc.
- El **Puesto Central de ERTMS (PCE)**, presenta la información de los trenes que circulan bajo la supervisión ERTMS y permite gestionar ciertos aspectos del sistema de control ERTMS, como son las limitaciones temporales de velocidad, etc.
- El **Telemando de Detectores auxiliares (TD)**, permite la gestión de detectores auxiliares instalados en la vía: incendio en túnel, caída de objetos, cajas calientes (mostrar la temperatura de los ejes), viento lateral, etc.
- La **Videovigilancia** proporciona un sistema de visualización mediante cámaras en vía, estaciones, andenes, etc., controlando su movimiento.
- El **Sistema de Información al Viajero (SIV)**, permite informar en tiempo real al viajero a través de los dispositivos de las estaciones comerciales (monitores, teleindicadores, megafonía, etc.), sobre el estado de los trenes que circulan.

En el **escenario típico de un puesto de mando**, cada uno de estos telemandos se encuentra aislado, siendo operado de forma independiente de los demás sistemas y no pudiéndose compartir información entre ellos, tal y como se muestra en la siguiente figura.



Figura 1. Ejemplo de Puestos de Mando de Líneas Convencionales

2.3 ¿Qué es DaVinci?

DaVinci es una plataforma software que trata de **integrar** todas las aplicaciones o telemandos que permiten la circulación segura de los trenes.

Por un lado permite un **intercambio de información entre dichos telemandos**, al tiempo que **reúne en un solo puesto de operador** la información que éste requiere para el control del tráfico ferroviario. Gracias a ese intercambio de información, DaVinci lo forman una serie de aplicaciones que pretenden dar más información de la que habitualmente manejan los operadores.

Es decir, la plataforma cumple las siguientes características:

- **Interoperabilidad:** permite el intercambio de información de forma transparente entre diferentes sistemas.
- **Portabilidad:** permite trasladar, instalar y operar el sistema en diferentes entornos, tanto de tiempo real como de tiempo cuasi real.
- **Escalabilidad:** permite ampliar el número de usuarios, ámbito geográfico de gestión y realizar cambios funcionales del sistema sin cambios en los conceptos de diseño del mismo.

2.3.1 Integración de sistemas

Uno de los **beneficios** fundamentales de la plataforma DaVinci es la posibilidad de **compartir información entre todos los sistemas que conforman el ámbito del CRC**.

Con el objeto de permitir y simplificar dicha integración entre sistemas, la plataforma incorpora las siguientes **funcionalidades**:

- Gestión y control del acceso de los usuarios a las aplicaciones.
- Monitorización de mando en las aplicaciones.
- Invocación a las aplicaciones de cada sistema del centro de control.
- Compartición de la información.
- Gestión de alarmas.
- Integración de funciones básicas.
- Alta disponibilidad.

El hecho de poder compartir información entre las aplicaciones de seguridad ferroviaria ha permitido además el desarrollo de aplicaciones mucho más potentes para la gestión y planificación del tráfico. No sólo eso, sino que además se han implementado, dentro de DaVinci, aplicaciones propias que posibilitan por ejemplo el enrutamiento automático de trenes (a través del Enrutador Automático) o la integración de telefonía fija y móvil (a través de DICOM).

Todo ello facilita la operación al usuario final, el operador del Puesto de Circulación, al disponer de numerosas operaciones automatizadas, concediéndole más tiempo para otras labores que tienden a descuidarse, como la justificación de incidencias y la solución y análisis de conflictos futuros.

Al contrario que en el escenario de un Puesto de Mando Convencional, en los Centros de Regulación y Control de Alta Velocidad se dispone de puestos con varias pantallas que permiten disponer de información de cualquier telemando y de cualquier aplicación DaVinci:

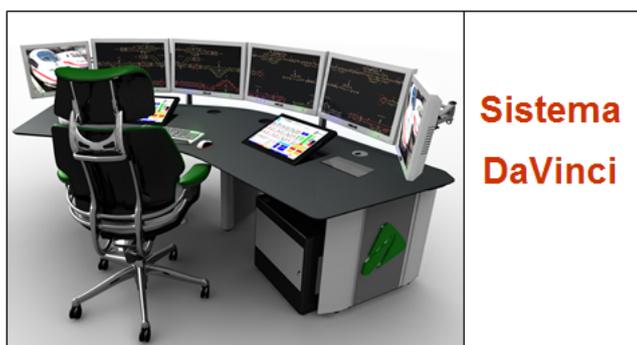


Figura 2 Puesto de operador en un CRC (AV)

2.4 Situación actual de DaVinci

2.4.1 DaVinci 1.0

La primera versión de DaVinci (**DaVinci 1.0**) se pensó como una solución local, independiente para cada puesto de operador en los CRC donde se fuese a implantar, y cuenta con las siguientes herramientas:

- **GSE**: herramienta de **regulación**.
 - **Planificador**: herramienta de **planificación**.
 - Herramienta de integración de **telefonía fija y móvil**, a través de la **RDSI**.
 - **Enrutador automático** basado en el establecimiento de rutas automáticas para cada tren entre **origen y destino**.
- *La principal diferencia de **DaVinci 1.0** con respecto a **DaVinci 2.0** es que en el primero todas las **herramientas son locales**.*

2.4.2 DaVinci 2.0

DaVinci 2.0 surge de la necesidad de disponer de **herramientas globales**, de cara a una futura **migración de la herramienta al entorno convencional**.

Además, la opinión del usuario en el día a día de la herramienta, permite disponer a ADIF de una visión de la plataforma mucho más práctica y por tanto adaptada a las condiciones reales de explotación.

Las herramientas de DaVinci 2.0 son las siguientes:

- **SGR (Sistema de Gestión y Regulación)**: es la aplicación para la gestión del tráfico ferroviario. Existe un **SGR local** para cada CRC, además de un **SGR Global** con información de toda la RFIG. Esto permite, a través de un interfaz con **SITRA**, disponer de información de seguimiento de los trenes de toda España (ideal para trenes que pasan por tramos de Convencional y Alta Velocidad, como un Santander-Alicante).
- **PLANIF Global**: a la hora de **planificar** se dispone de PLANIF Global. No existen herramientas de planificación locales, sino una única global con la topología de toda la Red, aunque no con la planificación de todos los trenes (la cual está incluida en MALLAS).
- **DICOM**: al igual que en DaVinci 1.0, existe DICOM para la **integración de telefonía fija y móvil**, pero ahora bajo **tecnología IP**. Además, actualmente se está trabajando en

integrar toda la telefonía de ADIF dentro de una plataforma común llamada **DICOM Global**, que integra incluso la telefonía tren-tierra.

- **ART:** el **enrutador automático** también ha evolucionado, pasando de establecer rutas para cada tren concreto entre su origen y destino, a hacerlo independientemente de cada tren, estableciendo condiciones para cada señal de una dependencia.

2.4.3 Centros de Regulación y Control y Puestos de Mando en España

Actualmente la red de Alta Velocidad Española se gestiona desde **4 CRC**:

- **Atocha:** desde donde se controla:
 - A través de **DaVinci 2.0**:
 - La red norte (Madrid-León y próximamente Venta de Baños-Burgos)
 - La red noroeste (Ourense-Santiago y Olmedo-Zamora y próximamente Zamora-Ourense)
 - Respaldo de la línea Madrid-Levante, que actualmente comprende los tramos Madrid-Albacete-Alicante (próximamente hasta Murcia) y Madrid-Valencia.
 - A través de **DaVinci 1.0**:
 - Madrid-Sevilla (Centro Principal),
 - Toledo-La Sagra (Centro Principal),
 - Córdoba-Málaga (Centro de Respaldo),
- **Antequera:** que funciona como Centro de Control principal de la línea Córdoba-Málaga (próximamente Antequera-Granada).
- **Zaragoza:** que funciona como único Centro de Control de la línea Madrid-Barcelona-Figueras, teniendo como respaldo Puestos Regionales de Operación (PRO) en Calatayud, Guadalajara, Zaragoza, Lérida, Tarragona y dos en Barcelona, que operan dentro de un ámbito parcial de explotación.
- **Albacete:** operando como Centro de Control Principal de la línea Madrid-Levante.

La siguiente figura muestra la distribución geográfica de CRC y Puestos de Mando en España.



Figura 3 Centros de Regulación y Control y Puestos de Mando en España

Como se ha comentado anteriormente, en los Puestos de Mando Convencionales se utiliza SITRA y MALLAS para la regulación y planificación del tráfico ferroviario.

Se muestra a continuación un esquema de conexiones entre sistemas de gestión y regulación, incluyendo tanto los entornos de AV como de Convencional. Estos sistemas se explicarán en el siguiente punto.

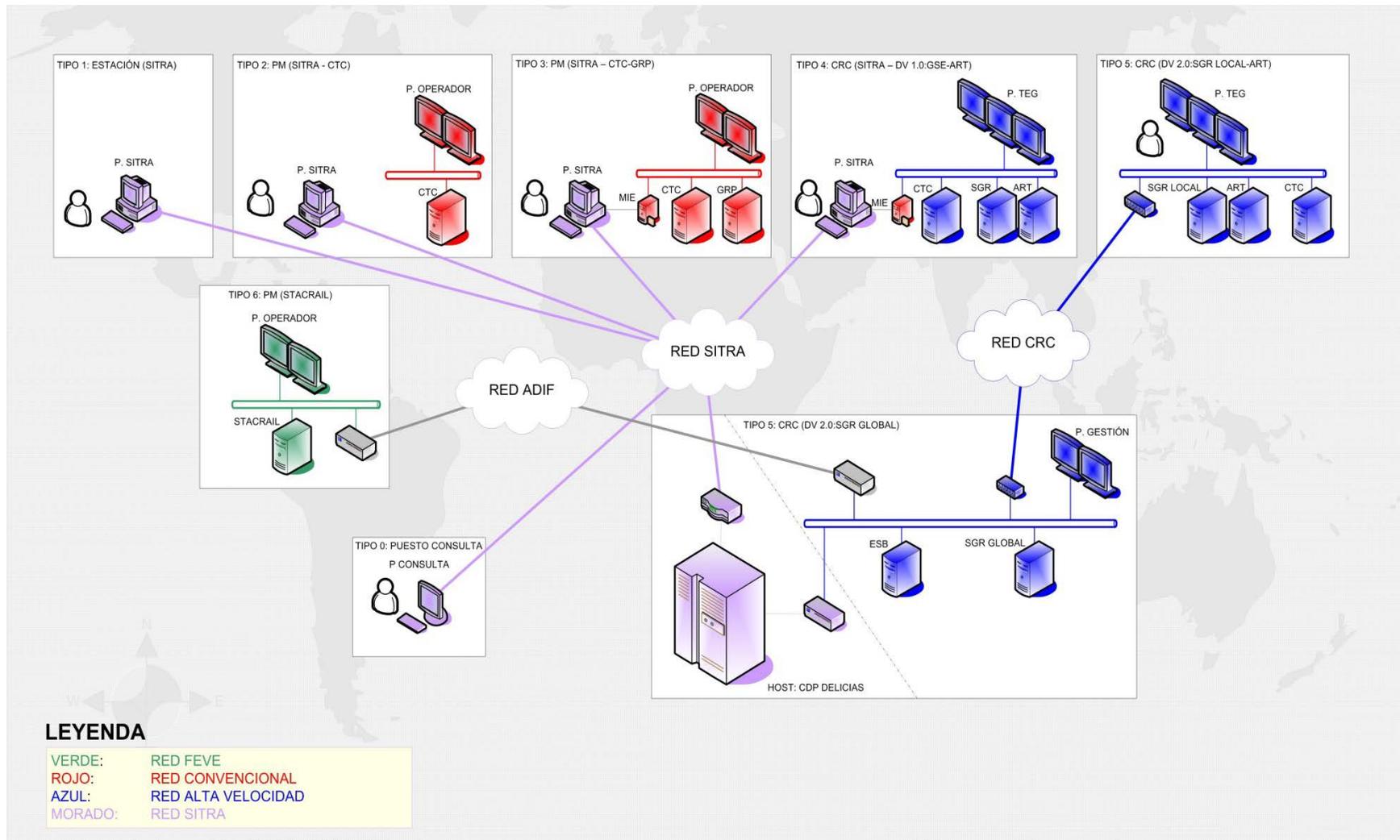


Figura 4 Esquema general de Sistemas de Gestión y Regulación

3 ESTUDIO Y ADAPTACIÓN DE DAVINCI AL ENTORNO CONVENCIONAL

En este apartado se explicará con detalle el funcionamiento de cada uno de los **módulos principales de DaVinci 2.0**, con el objeto de poder entender mejor las modificaciones que resultarían necesarias en cada uno de ellos para su adaptación al tráfico de cercanías y mercancías. Esta adaptación supondría realmente el **desarrollo de una nueva versión de DaVinci**, válida para cualquier tipo de tráfico, lo cual es el objeto del trabajo.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en la actualidad la plataforma de integración DaVinci está implantada en todos los CRC que gobiernan las líneas de Alta Velocidad, pero las ventajas que aporta DaVinci como plataforma de integración en Alta Velocidad pueden aplicarse al entorno Convencional.

El proyecto comprende la migración de MALLAS a la herramienta de Planificación de DaVinci (**PLANIF**), así como la migración de SITRA al Sistema de Gestión y Regulación de DaVinci (**SGR**).

DaVinci aporta además herramientas propias para el **enrutamiento automático** de trenes, gestión integrada de usuarios, lanzadera única de aplicaciones, etc.

Por otro lado, aprovechando que se ha abordado ya en entorno convencional un proyecto de integración de telefonía fija, móvil y tren-tierra (**DICOM Global**), el proyecto trabaja también en este sentido: la implantación de DICOM Global en todos los Puestos de Mando de Líneas Convencionales.

La siguiente tabla muestra la equivalencia de las herramientas actuales en Red Convencional con las herramientas DaVinci:

Herramientas actuales en Red Convencional	Herramientas equivalentes DaVinci
MALLAS	Planif
SITRA	SGR
Tren Tierra	DICOM
Gestores de rutas propios de cada fabricante	Enrutador automático

Figura 5 Tabla equivalencias herramientas Red Convencional-DaVinci

Como ya se ha comentado, DaVinci es una plataforma de integración con dos misiones fundamentales:

1. Disponer de un puesto de operación único a nivel de usuario, desde el cual manejar todas las aplicaciones que controlan el tráfico ferroviario
2. Posibilitar el intercambio de información entre dichas aplicaciones de forma que cada una de ellas no trabaje de forma aislada, sino conociendo otras informaciones que le pueden ser útiles.

Un tercer aspecto a destacar es que gracias a ese intercambio de información, DaVinci pone a disposición del usuario aplicaciones propias mucho más completas que las que existen actualmente en entornos donde no está implantada esta plataforma, así como aplicaciones nuevas que facilitan la labor al usuario.

Por tanto el alcance del proyecto no trata sólo de implantar un software, sino de dimensionar un Puesto de Mando ferroviario, ya que DaVinci pretende que se disponga en los mismos, de los recursos y herramientas estrictamente necesarios para el control del tráfico.

A continuación se hace un estudio de cada uno de los módulos de DaVinci, ofreciendo soluciones para su adaptación al tráfico de cercanías y mercancías.

3.2 Sistema de Gestión y Regulación (SGR) de Tráfico DaVinci

El SGR posibilita la monitorización y regulación del tráfico ferroviario gestionado en la red ferroviaria controlada a través de DaVinci.

En este punto se tratarán dos conceptos: **SGR Local** y **SGR Global**.

Además en **SGR Local** se describirá:

- **Sistema de Gestión y Regulación (SGR): aplicación informática** DaVinci confeccionada para regular el tráfico.
- **Interfaz de dicha aplicación** con el usuario.

3.2.1 SGR Local

Cada CRC cuenta con su sistema de regulación local desde donde se podrán regular todos los trenes que circulen por su ámbito de actuación y monitorizar las circulaciones en todo su recorrido aunque éste exceda el ámbito geográfico de actuación de ese centro de control.

Además, existe un **SGR Global**, que se explicará más adelante, desde donde se podrá regular y monitorizar toda la red ferroviaria, es decir, todas las zonas de explotación asignadas a su vez a sistemas de regulación locales.

Las **funcionalidades principales** del Sistema de Regulación son las siguientes:

- Mantenimiento de la información de planificación vigente.
- Monitorización del estado de las circulaciones.
- Asignación de material a las circulaciones.
- Ejecución de acciones de regulación sobre las circulaciones.

El Sistema de Regulación está compuesto por diferentes **módulos**, cada uno encargado de una funcionalidad diferente, que se explicará en puntos posteriores; estos son:

1. **Gestor de Plan Vigente.**
2. **Gestor de Circulaciones.** Alimentado a su vez por distintos módulos:
 - Módulo de posicionamiento.
 - Módulo generador de eventos de topología.
 - Módulo de cálculo de previsiones.
 - Módulo de auditoría.
 - Módulo de detección de conflictos.
3. **Gestor de Composiciones.**

A través de interfaces bien definidas, cada uno de los módulos suministrará la información generada a aquellos sistemas externos del mismo CRC que lo soliciten, tanto telemandos como otros sistemas/módulos DaVinci. Además recibirán de sistemas externos la información necesaria para su propio funcionamiento. Por último, la información generada en cualquier entorno de regulación se propaga a todos aquellos entornos de regulación que necesiten de dicha información para su procesamiento.

Toda la funcionalidad suministrada por estos módulos es puesta a disposición de los operadores del CRC mediante el interfaz correspondiente del SGR.

La herramienta SGR consta de una arquitectura cliente-servidor, en la que el servidor únicamente gestiona los interfaces con los distintos clientes.

La arquitectura del SGR es la siguiente:

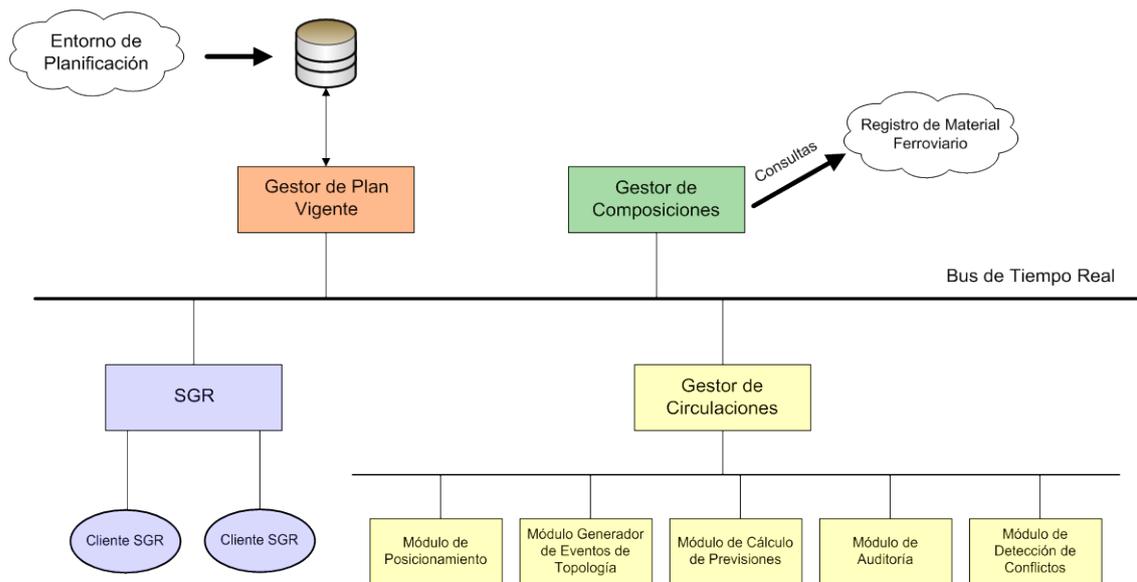


Figura 6 SGR. Arquitectura

A continuación se explica cada uno de los módulos y se aportarán ideas para su adaptación al tráfico de mercancías y cercanías.

3.2.1.1 Gestor de Plan Vigente

El **Gestor de Plan Vigente** es responsable del **mantenimiento de toda la información que rige la explotación diaria de una línea**. Esta información es previamente generada en las herramientas de planificación del DaVinci (PLANIF Global), que se explicarán en apartados posteriores. Consta de procesos que **actualizan la información de planificación vigente de forma automática** conforme los operadores de planificación la validan como apta para su exportación al entorno de explotación.

El Gestor de Plan Vigente es responsable de permitir, durante la regulación, la incorporación por parte de los operadores de regulación de las **nuevas circulaciones no planificadas** y que son precisas para la explotación.

Por último el Gestor de Plan Vigente se encarga de **suministrar toda su información al resto de sistemas de la explotación que lo soliciten**. Consultando a este módulo, el resto de sistemas que participan en la explotación ferroviaria adquieren conocimiento de las circulaciones planificadas para cada día.

Adaptación del módulo al tráfico de mercancías y cercanías

Como se ha comentado, este módulo dispone de información de todos los trenes que van a circular en un día y actualiza estos datos en función de lo que le envía PLANIF Global.

Este módulo **no se vería afectado** al incluir trenes de mercancías y cercanías, ya que se trata de trenes que pueden añadirse o eliminarse de la misma manera que los trenes de AV, es decir, a través de la correspondiente modificación en PLANIF Global. No hay motivo para pensar que este tipo de tráfico generaría un mayor número de cambios en lo que a circulación de trenes se refiere. Tan sólo afectaría el hecho de tener que **manejar un mayor número de trenes** y por tanto se debería **augmentar la capacidad de la base de datos** que se alimenta del entorno de planificación.

3.2.1.2 Gestor de Circulaciones

El Gestor de Circulaciones es el módulo responsable de **mantener actualizada la información de las circulaciones** que están moviéndose por la vía en todo momento. Esta información consiste en lo siguiente:

- **Su planificación horaria:** su recorrido, horas de paso por cada punto de regulación, paradas planificadas y horas de llegada y salida de cada una de esas paradas.
- **Su trayectoria realizada:** en base a la monitorización que se realiza del movimiento de las circulaciones en la vía, se auditan las horas reales de todos sus pasos por los puntos de regulación planificados, de forma que se puede obtener permanentemente la desviación de la circulación frente a su horario planificado.
- **Sus previsiones:** en base a su auditoria, se calcula permanentemente una previsión de ejecución del trayecto restante, de forma que se puede inferir la desviación futura frente al horario planificado para tomar las acciones correctoras apropiadas.

Además, el Gestor de Circulaciones es responsable de **ajustar las características de una circulación** con las operaciones de regulación que los operadores de las herramientas de regulación tienen disponibles:

- Creación de trenes especiales.
- Creación de trenes Guadiana.
- Declaración de detenciones.
- Declaración de retrocesos.
- Supresión de circulaciones.
- Modificación manual de las regulaciones auditadas.

A través del Gestor de Circulaciones quedan registradas las justificaciones de incidencias que suministran los operadores en el SGR, de forma que todas **las incidencias registradas en el tráfico quedan convenientemente explicadas**.

El Gestor de Circulaciones es el responsable de comunicarse con sistemas externos, a través de interfaces bien definidas, para poner a disposición del resto de sistemas de explotación, toda la información de monitorización y seguimiento de las circulaciones. Mediante mecanismos de publicación/suscripción, estos interfaces permiten tanto la solicitud de información disparada desde los sistemas consumidores, como la recepción, por parte de éstos, de la nueva información conforme se va produciendo.

En resumen este módulo es el que se encarga de la **auditoría en tiempo real de los trenes**.

Para obtener y procesar toda su información, el Gestor de Circulaciones se apoya en los siguientes módulos, también pertenecientes a las herramientas de regulación del DaVinci:

- **Módulo de posicionamiento:** tiene la función de obtener las informaciones de seguimiento suministradas por los diferentes telemandos del CRC y procesarlas, fusionándolas en una información integrada de posicionamiento puntual ya asignada a la circulación adecuada de las que están moviéndose por la vía en esos momentos.
- **Módulo generador de eventos de topología:** a partir de la información de posicionamiento puntual, del recorrido planificado de la circulación y de la configuración topológica de la línea (plasmada en una detallada base de datos de topología), se encarga fundamentalmente de detectar los movimientos de las circulaciones que son relevantes para la regulación.
- **Módulo de cálculo de previsiones:** usando como entrada la planificación horaria de la circulación, la auditoría (horas de paso reales) y la marcha mínima asociada a esa circulación, este módulo es el encargado de generar el nuevo horario previsto para el recorrido restante de cada circulación. Este horario previsto estará calculado de forma que, en caso de retraso de la circulación, ésta vaya recuperando tiempo y convergiendo a su horario planificado en la medida de lo posible, basándose en la capacidad de recuperación de material rodante que compone la circulación y los requisitos de parada de cada circulación.
- **Módulo de auditoría:** El módulo de auditoría es el encargado de dar persistencia a la evolución registrada de cada circulación, incluyendo tanto los movimientos de la circulación relevantes en cuanto a su horario planificado, como las acciones de regulación ejecutadas sobre ella. Esta persistencia se realiza sobre una base de datos relacional.
- **Módulo de detección de conflictos:** El módulo de detección de conflictos es el responsable de analizar las circulaciones, tanto en curso como planificadas, y en base a las previsiones de éstas y el estado actual de la red, detectar lo antes posible problemas potenciales, tales como alcances y rebases, cruzamientos, sobreocupación de estaciones, retrasos por restricciones de planificación entre trenes, conflictos de enrutamiento automático programado. El sistema detecta en tiempo real esos problemas e informa al operador de los mismos, ofreciendo alternativas de solución, pero dejando siempre al operador la decisión de las acciones a tomar para reorganizar la explotación.

Adaptación del módulo al tráfico de mercancías y cercanías

Se trata éste de **uno de los módulos más importantes de DaVinci 2.0**, por no decir el que más y lógicamente **se ve fuertemente afectado** por el hecho de tener que tratar tráfico de cercanías y mercancías.

Para el caso de trenes de **cercanías**, la planificación supuesta y la real difiere todos los días, lo que supone un **continuo ajuste en tiempo real**, tanto de auditorías (tiempos de paso por puntos de control), como de previsión y solución de conflictos. Esto, por tanto, **afectaría a los siguiente módulos**:

- **Módulo de auditoría**: debido a la carga de trenes y por tanto a la cantidad de movimientos que registra.
- **Módulo de detección de conflictos**, en el que habría que incorporar las particularidades de este tráfico, que pueden llevar a retrasos en los trenes, debido a cualquier incidencia que surja en la circulación de un tren.

Sin embargo, pese a la dificultad de gestionar tantos trenes, con una frecuencia tan alta, la **marcha asociada a los mismos es poco variable**, por lo que el **módulo de cálculo de previsiones no se vería muy afectado**.

Para el caso de trenes de **mercancías**, el único **módulo realmente afectado** sería el de **detección y solución de conflictos**, al diferir tanto normalmente la hora de paso planificada para estos trenes de la real. Se trata de un tráfico con menor prioridad que el resto, por lo que apartarlos es algo habitual, generando así posibles conflictos con trenes futuros. Una modificación posible sobre SGR para facilitar la gestión de estos trenes podría consistir en dar la posibilidad, no sólo de visualizar en la malla la situación de un tren de mercancías y su conflicto con otros cuando el primero se tiene que apartar o cuando va con mucho retraso, sino incluso la opción de que el operador pueda jugar con esa posibilidad previamente, de forma que visualice las mejores opciones para todos los trenes que tenga en circulación en esos momentos.

3.2.1.3 Gestor de Composiciones

En el proceso de planificación, el operador establece qué **tipo de material rodante** de entre los disponibles va a tener asignado un tren planificado en todo punto de su recorrido. Esto se hace a través del **cálculo de la marcha comercial asignada al tren**, puesto que se ha de asegurar que un tren planificado es capaz de realizar el recorrido elegido y en el tiempo deseado para el tren comercial.

En tiempo de explotación del tren, es decir, un día concreto para un tren planificado, se debe asignar a toda circulación el material ferroviario que compondrá dicha circulación. Aquí ya no se está tratando tipo de material, sino vehículos concretos del parque de vehículos disponibles de cada operador ferroviario.

El **Gestor de Composiciones** gestiona esa asignación de forma independiente al ciclo de vida de la circulación mantenido por el Gestor de Circulaciones, puesto que puede ser realizada en momentos temporales completamente dissociados del ciclo de vida de la circulación. Habrá situaciones en las que el operador ferroviario lo notifique con antelación de días con respecto a la salida de la circulación, habrá situaciones en las que sea notificado poco antes de la salida de la circulación, y habrá situaciones en las que sea notificado cuando la circulación ya ha iniciado su recorrido.

Las **responsabilidades fundamentales** del Gestor de Composiciones son:

- Gestionar y mantener la base de datos de material ferroviario asignado a las circulaciones.
- Acceder a los sistemas externos de registro de material ferroviario (archivo patrón, registro de material ferroviario u otro disponible), para realizar y verificar la autorización del material y validar la composición suministrada.
- Suministrar información de las composiciones reales al resto de sistemas integrados en DaVinci que lo soliciten.

Adaptación del módulo al tráfico de mercancías y cercanías

La **afección** debida al nuevo tipo de tráfico a tratar en este caso es **mínima**. Simplemente sería necesario **actualizar y ampliar la capacidad de la base de datos de material rodante** para incluir el tráfico de cercanías y mercancías. A partir de ahí, la gestión en tiempo real no cambiaría en absoluto.

3.2.1.4 Interfaz de usuario del SGR

Toda **funcionalidad de monitorización y control** realizada por los módulos descritos hasta aquí, es puesta de manera gráfica a disposición de los operadores de regulación del centro de control a través del **interfaz del SGR**.

Se basa en una **arquitectura cliente-servidor**, donde el **servidor** únicamente gestiona las interfaces con los clientes, pero no implementa ninguna lógica de negocio de regulación. La arquitectura debe estar diseñada de forma que permita escalar convenientemente la capacidad de **acceso de múltiples usuarios** sin que los módulos que implementan la lógica de negocio vean afectada su carga de proceso por el número final de clientes, sino solamente por la intensidad del tráfico ferroviario controlado.

El SGR suministra la aplicación de **cliente** que permite a los operadores autorizados del centro de control monitorizar y regular todos los trenes que circulen por su ámbito de actuación, mientras estén recorriendo dicha zona de actuación. Asimismo, desde su herramienta local el operador podrá **planificar nuevas circulaciones que tengan origen en su zona**. La monitorización de sus circulaciones (visor de circulaciones) podrá realizarla en todo su recorrido, aunque éste exceda el ámbito geográfico de actuación de ese centro de control.

Se verán aquí los **principales interfaces gráficos que el SGR suministra** y las modificaciones propuestas a realizar en el mismo debido a la incorporación de tráfico de mercancías y cercanías.

- **Visor de Mallas o Malla de seguimiento:** El diagrama de mallas es una representación espacio-temporal con capacidad para mostrar en una sola vista: el tráfico planificado, el estado actual del tráfico y las previsiones de evolución del tráfico.
Se trata de un visor realizado por capas, ya que el operador puede elegir si visualizar sólo el tráfico planificado o el real, o ambos para cada tren.

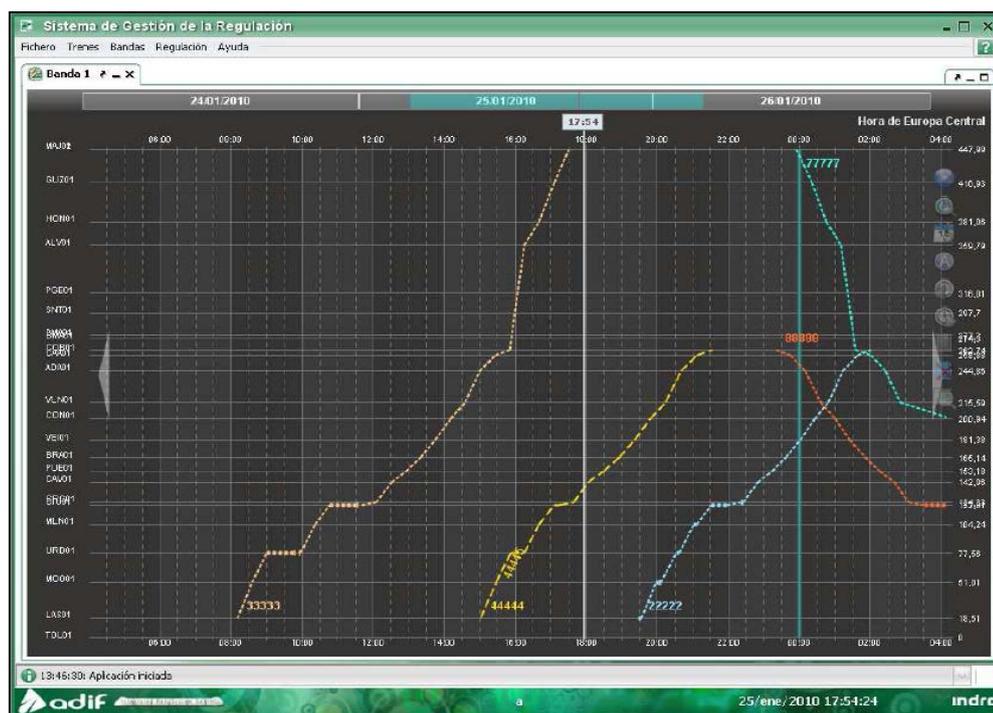


Figura 7 SGR. Visor de Mallas o Malla de Seguimiento

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Al incorporar el tráfico de cercanías, tan denso, podría aprovecharse esta estructura por capas, para **incluir una exclusiva para este tipo de tráfico**. Lógicamente, visualizando sólo esta capa no se dispondría de una información completa de la malla, pero podría significar una ayuda para el operador, al no disponer así de una visión tan congestionada de dicha malla.

También sería necesario para este caso, **mejorar las funcionalidades de zoom** de este visor, de forma que exista por ejemplo una visión de tramos de 2 horas, en vez de sólo 12 ó 24 horas, como existe actualmente.

- **VISOR DE CIRCULACIONES:** Es un visor en forma tabular de la información más relevante del estado actual de las circulaciones; permite una **visión rápida de todas las circulaciones** sin estar “restringido” a una zona geográfica seleccionada, como ocurre con el visor de mallas.

Num. Comercial	Num. Circ.	Estado	Nodo Origen	Nodo Destino	Pos. Actual	Retraso/adelanto	Próximo Mov.	Próxima Parada	Dist. Próv. Parada
Comercial33333	33333		AT001 - 17:30:20	SS001 - 03:05:20			AT001 - 17:30:20	LOG01 - 17:55:20	10
Comercial00000	00000		CO001 - 09:30:20	AT001 - 17:00:20			CO001 - 09:30:20	CA001 - 09:55:20	10
Comercial55555	55555		SS001 - 03:30:20	AT001 - 05:55:40			SS001 - 03:30:20	MA001 - 20:55:20	10
Comercial22222	22222		AT001 - 17:30:20	CO001 - 02:01:20			AT001 - 17:30:20	LOG01 - 17:55:20	10
Comercial44444	44444		AT001 - 17:30:20	CO001 - 01:09:30			AT001 - 17:30:20	LOG01 - 17:55:20	10
	44444		AT001 - 17:30:20	MO001 - 15:35:20					
	44445		MO001 - 19:35:20	CO001 - 01:09:30	0,04 km. (1)				
999997	999997								

Figura 8 SGR. Visor de Circulaciones

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

La capacidad de este visor tendría que **reforzarse** al incluir tráfico de cercanías.

- **VISTA DE DETALLE DE CIRCULACIÓN:** Este visor **presenta toda la información disponible sobre una circulación** (información de planificación, registro de auditoría, previsiones). Desde esta vista el operador tiene acceso a las operaciones de regulación sobre la circulación para:
 - Modificar su recorrido auditado, así como las horas asignadas a sus movimientos
 - Declarar detenciones
 - Declarar retrocesos
 - Suprimir la circulación
 - Justificar de incidencias producidas en tiempo de explotación
 - Crear trenes Guadiana derivados de ésta circulación

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

La capacidad de este visor tendría que reforzarse al incluir tráfico de cercanías y mercancías.

- **Visor de Ocupación de Vía:** es una **vista individual de una estación** en la que se muestra en un eje temporal para cada vía de la estación la información de: planificación establecida de paso y parada de circulaciones, paso y parada auditada, previsión de paso y parada de circulaciones.

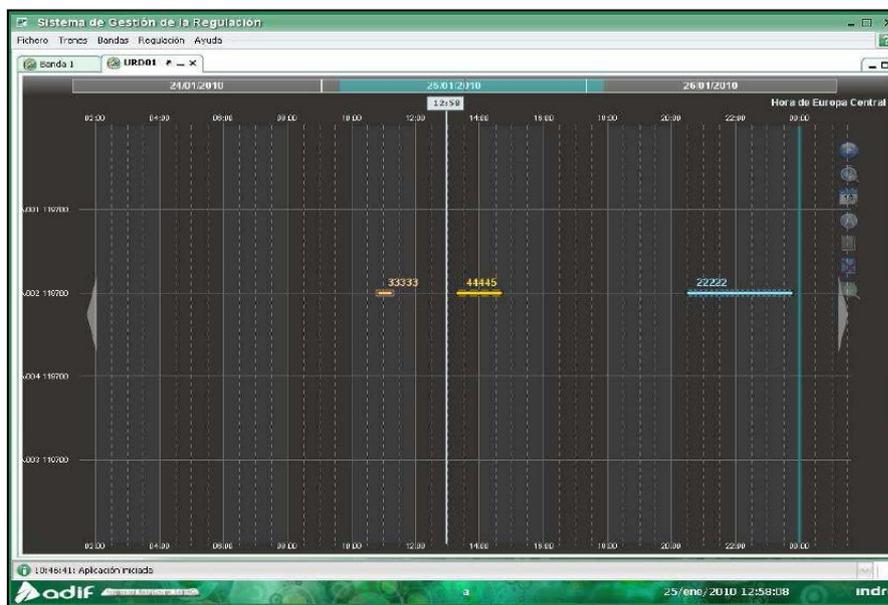


Figura 9 SGR. Visor de Ocupación de Vía

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Este visor podría pasar a tener una importancia mayor de la actual, debido principalmente a la inclusión de tráfico de **cercanías**, ya que a través del mismo se conocería la situación real de dichos trenes en la estación, es decir, su verdadera vía de parada, algo que se modifica con cierta asiduidad actualmente en cercanías. Del mismo modo, para el caso de trenes de **mercancías**, al actualizar la situación real de los mismos, este interfaz serviría de ayuda gráfica para recordar trenes apartados, algo habitual en este tipo de tráfico. Por ello también se debería reforzar la capacidad de este visor.

- **VISOR DE REPLANIFICACIÓN:** es un visor de trenes **planificados vigentes actuales** (para ese día y hasta dos días posteriores). Además permite al operador planificar nuevos trenes que, por operativa, no hayan podido seguir todo el proceso de generación y exportación desde las herramientas de planificación hasta el entorno de regulación. El caso más significativo es la creación de trenes especiales, de aplicación en un solo día y que necesitan ser preparados para circular en las próximas horas.

Núm. Tren	Núm. Com.	Nodo Origen	Nodo Destino	Operador	Producto	Agencia	Calendario	Tipo Tren	Última modificación	Usuario último mod.
00001	00001	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/11/2007 15:0...	pepe
00002	00002	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cercanías	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00003	00003	MADRID ...	MADRID ...	ADIF	Mantenimiento	12/12/2009 ...	LNK3/S		03/02/2008 15:0...	juan
00004	00004	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00005	00005	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00006	00006	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00007	00007	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00008	00008	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00009	00009	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe
00010	00010	MADRID ...	MADRID ...	RENFE	Cargas	12/12/2009 ...	LNK3/S		30/12/2008 15:0...	pepe

Figura 10 SGR. Visor de Replanificación

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Este módulo en sí **no se vería afectado** por el nuevo tráfico, ya que visualizaría sin más, aquellos trenes no planificados inicialmente y creados a posteriori.

3.2.2 SGR Global

Si bien desde el Sistema de Regulación Local situado en cada CRC los operadores pueden monitorizar y regular los trenes que circulen únicamente por su ámbito y mientras estén recorriendo dicha zona de actuación, **desde el Sistema de Regulación Global se puede regular y monitorizar toda la red ferroviaria.**

El SGR Global permite a los operadores autorizados, monitorizar y regular toda la red ferroviaria, es decir, todas las zonas de explotación asignadas a su vez a sistemas de regulación local. **Un operador de regulación central o de red no tiene limitaciones geográficas a la hora de regular o crear nuevas circulaciones.**

Con la gestión de tráfico Convencional, será capaz de regular todas las líneas de Alta Velocidad, Ancho Convencional y Cercanías de la Red de ADIF.

El SGR Global está **formado por el sistema de interfaz de usuario SGR** (servidor y clientes). Sin embargo, a diferencia del SGR local, **obtiene toda la información dinámica de los entornos locales**, es decir, toda la lógica de negocio está distribuida en cada uno de los CRC.

De esta forma tanto la generación de toda la información como la ejecución final de las operaciones de regulación son realizadas en los sistemas de regulación locales.

Para conseguir esto **existe un globalizador por cada uno de los sistemas de regulación local** del CRC, es decir, existe un globalizador de Plan Vigente, un globalizador de Circulaciones y un globalizador de Composiciones que se comunican con su módulo de regulación homólogo de cada CRC.

La función de los globalizadores es proporcionar al SGR Global los mismos interfaces que tiene el SGR Local. Es decir, el SGR Global obtiene datos y realiza operaciones de la misma forma que hace el SGR Local, alimentándose de los módulos de Plan Vigente, Circulaciones y Composiciones locales. Es el globalizador el que se encarga de dar transparencia al sistema, encargándose por un lado de obtener los datos de los SGR locales y mezclarlos, y por otro de dirigir las operaciones de regulación solicitadas en el SGR Global hacia los SGR Locales apropiados.

Una **diferencia importante entre SGR local y global** es que, mientras los **locales** disponen de un **seguimiento detallado** de las circulaciones, el **global** mostrará una monitorización cuya granularidad son los **pasos de las circulaciones por sus puntos de regulación horaria**.

La aplicación de usuario de monitorización y regulación del tráfico global (SGR Global) es la misma que la local pero parametrizada y configurada adecuadamente para sus capacidades y uso objetivo.

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Las modificaciones a realizar en esta herramienta a la hora de incorporar el tráfico de cercanías y mercancías **son las mismas que en cada módulo del SGR local**, con la única diferencia de que el SGR Global deberá **contener la topología de toda la RFIG**, lo cual no sucede en cada SGR local, responsable de disponer de la topología asociada al ámbito que controla.

3.3 Sistema de Planificación de trenes DaVinci (PLANIF Global)

Como ya se ha comentado anteriormente, el sistema de Planificación está dimensionado para realizar todas las **tareas de planificación de la explotación**, tanto a corto como a medio y largo plazo, de todas las líneas de Alta Velocidad, de Ancho Convencional y Cercanías de la red de ADIF. Se trata de una aplicación del entorno global de DaVinci.

Está formado por los siguientes sistemas:

- Sistema de Gestión de Topología.
- Sistema de Gestión de Material Rodante.
- Sistema de Gestión de Marchas.
- Sistema de Gestión de Trenes.

La funcionalidad de este sistema y con ello la posibilidad de manejar un número mayor de trenes depende fundamentalmente del Sistema de Gestión de la Topología, como se verá ahora.

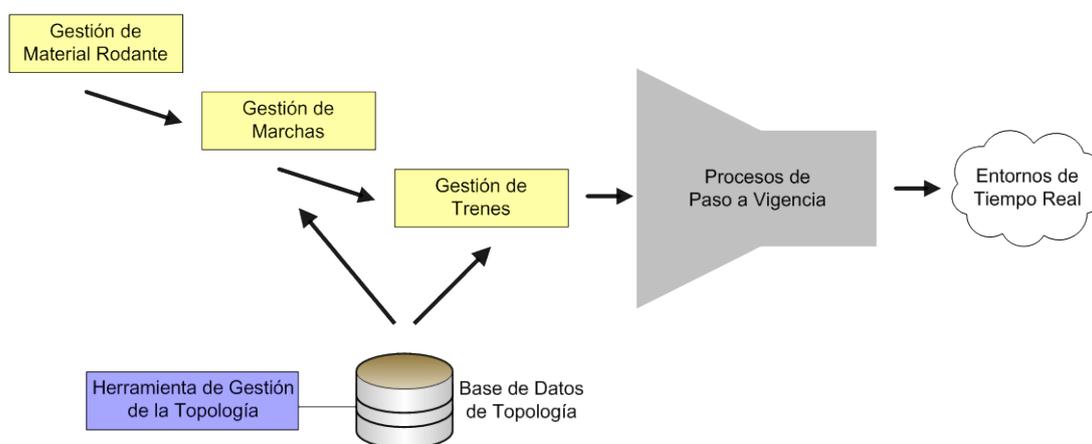


Figura 11 PLANIF Global. Arquitectura

La secuencia de relación de estos módulos se establece del siguiente modo:

- 1º. Se genera y da de alta un material rodante.
- 2º. A partir del material rodante creado, se generan las marchas comerciales con las características de ese material para los recorridos que se van a requerir.
- 3º. Con las marchas creadas se podrán generar los trenes planificados.

En el proceso de creación de marchas y de trenes se usa la topología vigente o activa almacenada en la BD; la topología debe incluirse dentro de los procesos de paso a vigencia, puesto que las modificaciones deben estar accesibles a las herramientas de tiempo real.

Los procesos automáticos de paso a vigencia se ocupan de obtener, procesar y convertir los datos a información que se envía posteriormente a los sistemas de tiempo real (regulación) para que puedan utilizarlos en la explotación.

El Sistema de Planificación de DaVinci está ideado y desarrollado para ser usado con **ámbito global y operación centralizada**. Es decir, desde estas herramientas se planifica toda la red ferroviaria abarcada por la gestión de DaVinci, independientemente de cómo esté repartida la gestión de la explotación en los CRC.

La información de planificación generada en esta ubicación central es distribuida posteriormente y de forma automática por procesos suministrados por DaVinci, a los CRC que explotan la línea. Cada centro de control recibe aquella información que necesita, en función del área de explotación bajo su mando.

La aplicación y los usuarios son únicos y globales para toda la red. Sin embargo, la capacidad de acceso a operaciones de estos usuarios se puede sectorizar, de forma que el proceso quede compartimentado en áreas geográficas repartidas a diferentes usuarios.

3.3.2 Sistemas que integran PLANIF Global

A continuación se explica cada uno de los sistemas que componen PLANIF Global y se aportarán ideas para su adaptación al tráfico de mercancías y cercanías.

3.3.2.1 Sistema de Gestión de la Topología

La operativa de la planificación descrita en este apartado, así como una parte significativa de la regulación, se basa en un modelo detallado de la topología de la red ferroviaria a explotar.

A lo largo de la vida útil del sistema, la red ferroviaria sufre modificaciones generadas por la evolución de las necesidades de explotación. Es por ello que DaVinci suministra una herramienta de gestión o mantenimiento de los datos del modelo topológico basado en un interfaz gráfico sobre el que se realizan las modificaciones que permiten adecuar el modelo a las nuevas configuraciones de la red.

El **Sistema de Gestión de Topología** permite adaptar el modelo topológico, incluir las modificaciones reales de la infraestructura e incluso simular y evaluar la repercusión de futuros cambios en la planificación.

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Con objeto de incluir aquí la gestión del nuevo tráfico, sería necesaria una actualización topológica de gran calado, al tener que **añadir todas las nuevas líneas de cercanías y convencional**, ya que actualmente DaVinci sólo dispone de información sobre líneas convencionales que se cruzan o forman parte de recorridos de trenes de Alta Velocidad (por ejemplo, para un tren Gijón-Alicante, se dispone de información del tramo convencional entre Gijón y León).

La funcionalidad de **detección de conflictos** a través del módulo de gestión de topología adquiere una mayor importancia al hablar de trenes de cercanías, debido al número de trenes a tratar y la inmensidad de conflictos que se pueden dar.

3.3.2.2 Sistema de Gestión de Material Rodante

El Sistema de Gestión de Material Rodante **permite mantener una biblioteca de tipos de material rodante** que pueden circular por las líneas ferroviarias en explotación por DaVinci; los materiales creados podrán utilizarse para la planificación. Las características asociadas a los materiales creados son:

- Características físicas y dinámicas usadas para simular y calcular marchas.
- Características comerciales para sistemas de información al viajero.

- Características umbrales físicas que permitan evaluar los datos leídos por los detectores de la línea durante la circulación de material de este tipo.
- Características de tipología de transporte que permitan evaluar la idoneidad de uso de ese vehículo en determinadas líneas.

La biblioteca de material contendrá los tipos de vehículo: locomotoras, vagones y automotores. Mediante reglas establecidas se pueden generar composiciones mediante la asociación de estos vehículos, estas composiciones teóricas agruparán las características globales del material con el que después se planificarán los trenes.

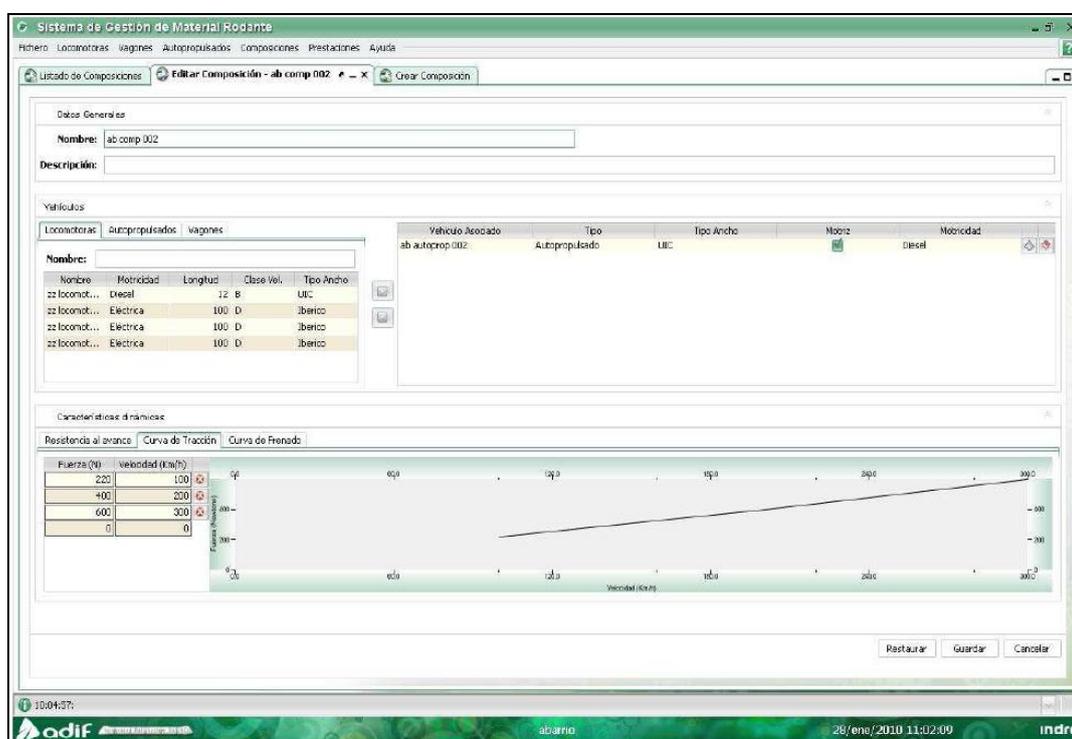


Figura 12 PLANIF Global. Sistema de Gestión de Material Rodante

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

La inclusión de trenes de cercanías supondría lógicamente una **ampliación de la biblioteca de material rodante**. El hecho de añadir también trenes de mercancías supone además que exista una mayor variedad de composiciones potenciales teóricas. Además, las características de este tipo de trenes son muy distintas en función de la composición, en lo que se refiere a velocidad máxima, aceleración máxima, pendiente, etc.

3.3.2.3 Sistema de Gestión de Marchas

El Sistema de Gestión de Marchas permite **calcular y generar, mediante simulaciones, las marchas comerciales que posteriormente se utilizarán para planificar nuevos trenes.**

La marcha se define por el tiempo de trayecto, incluidos los tiempos de parada, que se asignan a un tipo de material rodante (composición teórica) que circula entre un punto origen y un punto destino de la línea.

La funcionalidad que ofrece este módulo se define en los siguientes puntos:

- Selección de forma gráfica sobre una vista geográfica de la línea el trayecto que se quiere calcular.
- Selección del material rodante objetivo de la biblioteca creada a través del sistema de gestión de material rodante.
- Establecimiento de parámetros para las condiciones de cálculo de la marcha (velocidad máxima, aceleraciones máximas, categoría del material, etc.).
- Simulación de los tiempos de trayecto sobre los que se podrán añadir los márgenes de tiempo adicionales para obtener la marcha deseada.

El IHM del módulo permite seleccionar y modificar con facilidad todos los parámetros asociados a la creación de la marcha. Del mismo modo se pueden gestionar de forma completa opciones asociadas a la biblioteca de marchas como crear, modificar y eliminar.

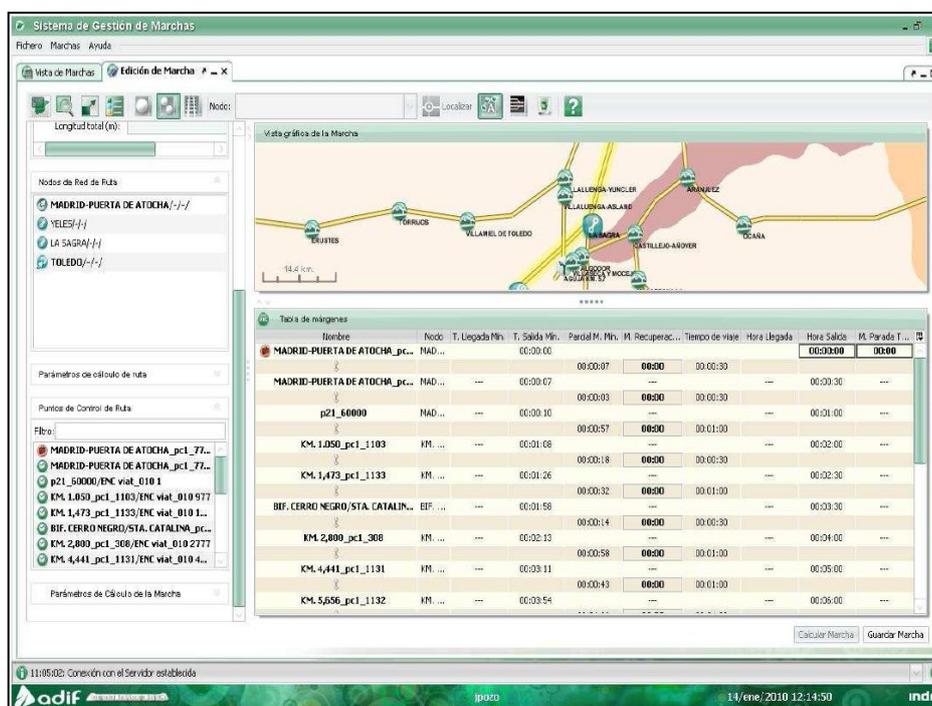


Figura 13 PLANIF Global. Sistema de Gestión de Marchas

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Con la inclusión de trenes de cercanías, este sistema no se vería demasiado afectado. Es más, es obvia la similitud de las marchas de este tipo de vehículos, por lo que el establecimiento de parámetros sería muy parecido siempre.

En el caso de trenes de mercancías, habría que incluir las particularidades para este tipo de trenes, debido a la diferencia de velocidad, aceleración y demás, registradas previamente en el módulo de gestión de material rodante, como se ha indicado anteriormente.

3.3.2.4 Sistema de Gestión de Trenes

El Sistema de Gestión de Trenes es la herramienta final y principal del proceso de planificación. Desde ella se planifican los trenes que circularán en un futuro, y que por tanto deberán estar disponibles en la herramienta de regulación.

Cada tren planificado quedará definido por la siguiente información:

- Identificación en la explotación, así como el tipo de uso al que va destinado.
- Calendario y vigencia de la explotación dónde quedan definidos los días y/o períodos en los que ese tren circulará.
- Las diferentes regulaciones horarias. Cada regulación horaria indica un recorrido asociado a unas horas de viaje y de paradas que será aplicable en un calendario y vigencia concretos. La regulación permite asociar diferentes comportamientos del mismo tren en función del día de aplicación.
- Las composiciones teóricas que se han utilizado para calcular las marchas asociadas a las regulaciones del tren.

A través de este módulo se puede realizar la gestión completa de la biblioteca de trenes de planificación (creación, modificación, eliminación). Además se puede asociar a los trenes distintos grados de elaboración que permiten determinar si la información generada es ya definitiva o no; una vez que se da un tren por definitivo la información se propaga de forma automática a los entornos de regulación para que esté disponible de cara a las herramientas de explotación de tiempo real.

Así mismo mediante el módulo de gestión de trenes también se permite gestionar las bandas de mantenimiento, es decir, las áreas espacio-temporales que deben tenerse en cuenta en la planificación debido a las restricciones de circulación que establecen.

El sistema de gestión de trenes tiene acceso al módulo de detección de conflictos del Sistema de regulación, lo que permite analizar, en este caso de una forma estática, los problemas de una planificación completa de la línea, de forma que permita al operador optimizar esa tarea.

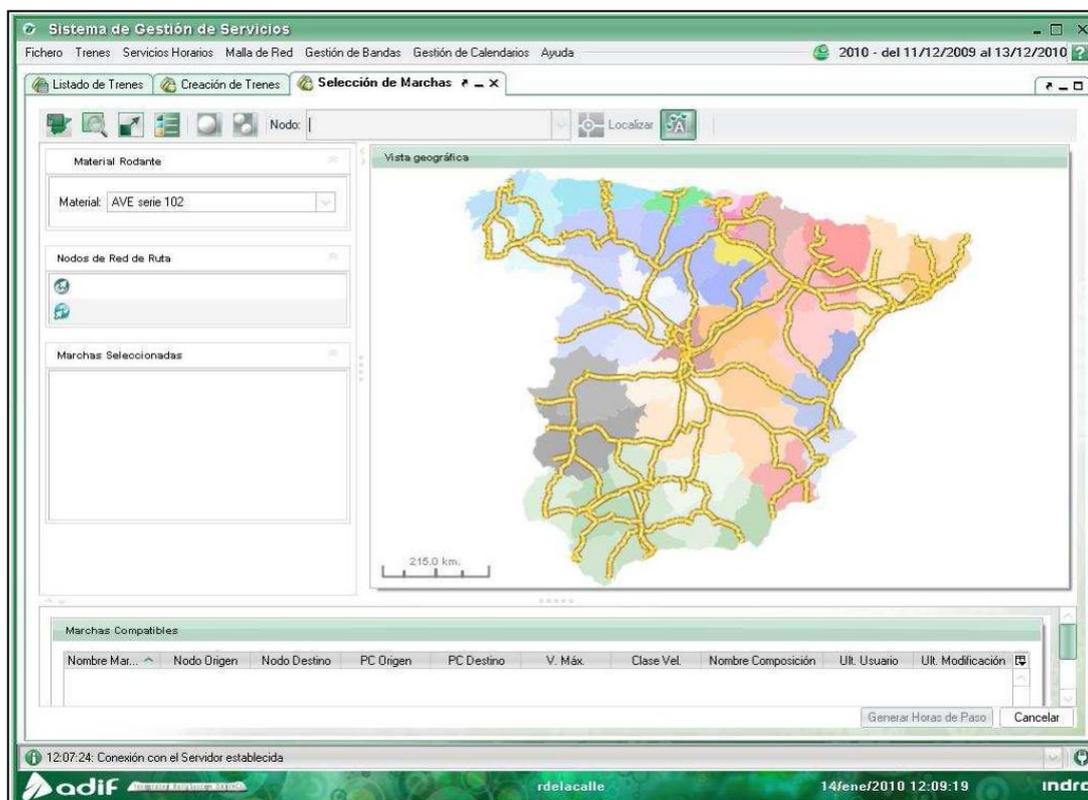


Figura 14 PLANIF Global. Sistema de Gestión de Trenes

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Como se deduce de lo expuesto, se trata del **módulo más importante de PLANIF Global** ya que genera el proceso de planificación y su envío al SGR para regulación en tiempo real. Es por ello que quizás cobra más importancia aún el hecho de tener que gestionar un número excesivo de trenes, debido principalmente a la inclusión de tráfico de cercanías.

Actualmente cuando se carga un tren en DaVinci éste incluye datos topológicos, como pueden ser la pendiente en cada tramo, velocidades máximas por tramo, etc. Para agilizar los procesos llevados a cabo en este módulo con tantos trenes, podría **descartarse esta información**, que solo sería necesaria para calcular la marcha del tren, y mantener únicamente origen, destino y tiempos, de forma que no se sobrecarguen los canales de comunicación con datos que pueden consultarse en la Base de Datos de Topología.

Del mismo modo, podrían **añadirse funcionalidades relacionadas con copias cadenciadas de trenes**, al tratarse de líneas que funcionan por frecuencia, es decir, en las que circulan trenes cada “x” minutos. De esta manera podrían crearse trenes en secuencia, incrementando el número de tren de dos en dos (para que siga circulando por la misma vía), con un desfase de tiempo entre ellos igual al que corresponda. Por poner un ejemplo, los trenes de la línea de Cercanías C4 se podrían crear mediante esta funcionalidad, partiendo de un primer tren al que se le ponga por número el 2050. A los 5, 10 ó 15 minutos se generaría automáticamente el siguiente tren, el 2052, y así sucesivamente.

Siguiente con posibles funcionalidades para tráfico de cercanías, se podría dar **opción de realizar operaciones masivas**, es decir, para numerosos trenes. Se puede dar la circunstancia que debido a huelgas o a obras en una determinada línea, se tengan que cancelar todos los trenes que circulan entre un determinado origen y un destino, lo cual, al tratarse de Cercanías, podría conllevar eliminar 20 ó 30 trenes iguales. Otra operación de este tipo podría tener que ver con modificaciones en la topología de una determinada línea y la posibilidad de analizar las consecuencias de dichas modificaciones, debido a incompatibilidades que puedan darse, e incluso proponer soluciones temporales. Como ejemplo en este caso, podría eliminarse temporalmente una vía de una estación. La “reacción” a esa modificación debería aplicarse masivamente a todos los trenes afectados. Del mismo modo, la posible solución a este cambio, que puede consistir simplemente en desviar todos los trenes a otra vía, sería aplicable también a todos los trenes afectados.

Este módulo podría encargarse de **gestionar y predecir por tanto desde PLANIF posibles conflictos en campo**, algo que ya se hace en SGR, pero que podría resultar interesante anticipar en PLANIF al tener que manejar un número tan elevado de trenes.

De la misma forma que para los sistemas anteriores, la gestión se presenta mediante un IHM que permite realizar todas las tareas de forma cómoda, sencilla y gradual. Dicho **IHM debería modificarse para adaptarse a las nuevas funcionalidades** propuestas anteriormente para la gestión de tráfico de cercanías y mercancías.

3.4 Enrutador automático de trenes (ART)

El Enrutador Automático de Trenes basa su funcionamiento en el **envío automático de órdenes de enrutamiento de trenes al CTC** en función del estado del tráfico y de las infraestructuras.

La gestión del enrutamiento de los trenes se aplica sobre los trenes que entran en vigencia para los sistemas de Tiempo Real. El paso a vigencia de los trenes vendrá determinado por el módulo de Gestión de Trenes, que permite la creación y mantenimiento de trenes, así como su publicación y establecimiento como vigentes para el resto de sistemas. Dicho módulo de Gestión de Trenes controla el proceso final de la planificación, que se lleva a cabo mediante el Sistema de Planificación en el que se incluye el módulo de Gestión de Trenes.

El módulo enrutador permite establecer reglas o condiciones de enrutamiento mediante tres enfoques distintos:

- **Enrutamiento por trenes:** Permite crear/activar/desactivar reglas de enrutamiento aplicadas a circulaciones concretas.
- **Enrutamiento por señales:** Permite crear/activar/desactivar reglas de enrutamiento sobre señales concretas de la línea.
- **Enrutamiento por dependencia:** Permite crear/activar/desactivar reglas de enrutamiento sobre dependencias concretas de la línea.

La siguiente figura muestra el visor de reglas del enrutador

Activa	Modo ATP	Origen	Destino	Parada	Condición	Adelantamiento	DBE	Grupo de tren	Itinerario	Vigencia	Calendario
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB					00037	ER_ALB E6 S2/5	Siempre hasta Siempre	LMECVSD
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB					00037	I_ALB E6 S2/5	Siempre hasta Siempre	LMECVSD
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB					00131	I_ALB E6 S2/5	Siempre hasta Siempre	SD
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB					00131	ER_ALB E6 S2/5	Siempre hasta Siempre	SD
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB					00*	ER_ALB E6 S2/8	Siempre hasta Siempre	LMECVSD
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB					00*	I_ALB E6 S2/8	Siempre hasta Siempre	LMECVSD
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/6	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/6	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/5	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/5	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/8	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/8	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/6	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/6	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/9	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/9	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/7	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ERTMS_L1	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/7	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/7	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/7	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/8	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/8	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						ER_ALB E6 S2/9	Siempre hasta Siempre	
<input type="checkbox"/>	ASFA	ALB	ALB						I_ALB E6 S2/9	Siempre hasta Siempre	

Figura 15ART. Visor de Reglas del Enrutador

Mediante el control del enrutamiento por infraestructuras de enrutamiento (señales y dependencias) se permite tener establecidas por dependencia, por tipo de tren y por operador ferroviario las condiciones generales a aplicar a todos los trenes nuevos que se reciben desde la herramienta de planificación.

En cualquiera de los casos, el establecimiento de las condiciones generales lo realiza el administrador para toda la topología de la línea a enrutar. La combinación según orden de prioridad de estos tres tipos de reglas y los datos de vías que se reciben del recorrido de cada tren, permite obtener el enrutamiento predeterminado para cada tren.

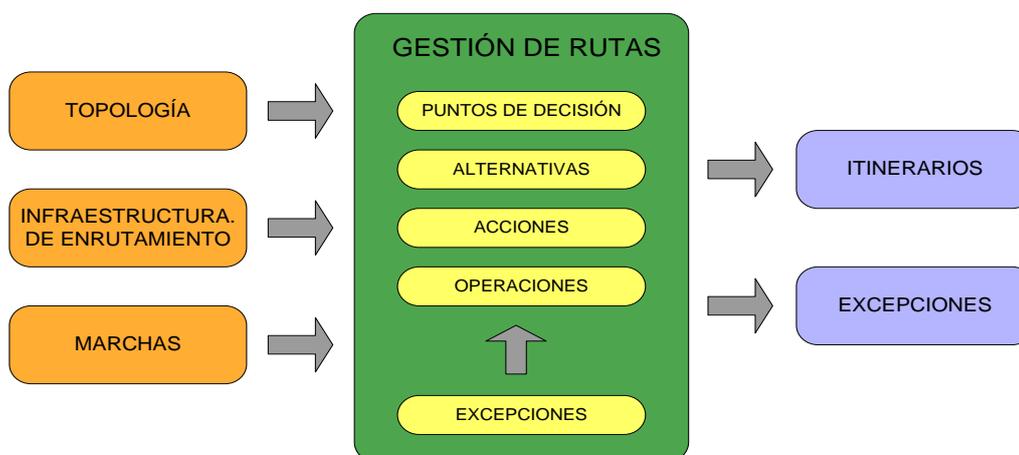


Figura 16 ART. Diagrama de Flujo Gestión de Rutas

En el esquema puede verse el flujo de información que maneja el módulo de Gestión de Rutas a partir del que se obtienen los itinerarios y las excepciones de enrutamiento para los trenes. El objetivo es crear itinerarios de enrutamiento cuyos puntos de decisión aprovechen al máximo la autorización de movimiento de la circulación, de forma que por un lado no se abra el campo más allá de lo estrictamente necesario y al mismo tiempo se evite la parada de un tren debido a un retraso en el envío de comando.

Dentro de la operativa del Enrutador se incluye también la **numeración automática de trenes** en tiempo real haciendo uso de la información de planificación con la que se crearon los trenes y aplicando los siguientes criterios:

- Se evalúan los cambios de numeración por paridad y por rotación de material.
- A la hora de eliminar o cambiar un número de tren se evalúa si un tren tiene maniobras posteriores.

En tiempo real se permite añadir, modificar o eliminar la información de cambio de numeración de los trenes.

Adaptación al tráfico de mercancías y cercanías

Al respecto de esto último y como se ya vio en el apartado del Módulo de Sistema de Gestión de Trenes de PLANIF, para solucionar la numeración de trenes de **cercanías** se pueden **aplicar reglas aprovechando la similitud de marchas** de éstos.

En general, el enrutador debería sufrir **cambios para adaptarse al tráfico de mercancías**, ya que pierde sentido el enrutamiento por señales para trenes que siempre realizan el mismo recorrido y con poca posibilidad de cambios individuales para un solo tren. Es por eso que se podría **habilitar un módulo especial** para este tipo de trenes que habilite una ruta origen-destino (similar a lo que sucede con DaVinci 1.0) que se repita para cada tren, por defecto.

3.5 Despachador Integrado de Comunicaciones (DICOM)

DICOM es un sistema de asistencia a la Explotación de la Línea, integrado con el resto de las aplicaciones del CRC, cuya funcionalidad permite el **uso y operación de los servicios suministrados por la red de telecomunicaciones fija y móvil**.

Debido a la **integración con el CTC**, DICOM conoce siempre la posición del tren, así como quien tiene el mando en cada momento, por lo que es capaz de direccionar las llamadas al CRC que corresponda y, dentro de éste, al operador que regule ese tren.

Además, ADIF está trabajando actualmente en un proyecto de gestión global de las comunicaciones a través de DICOM, que incluye tanto las redes Convencionales como las de Alta Velocidad. Concretamente se ha implantado esta solución en Santander, Bilbao y Barcelona (Ancho Convencional) y se pretende implantar en Antequera y Albacete (Alta Velocidad). Es decir, **ya se ha adaptado la herramienta al entorno convencional** sin encontrar problemas derivados de la necesidad de gestionar trenes de cercanías y mercancías.

Como particularidad, derivado de las características propias de los trenes de cercanías, se implementó la **posibilidad de comunicarse, a través de DICOM, con los trenes** (no con el maquinista, sino con los coches de viajeros) de forma que se pudiesen comunicar situaciones importantes, como retrasos por obras, por huelga, cierre de estaciones, etc.

El siguiente esquema muestra la **arquitectura global del sistema**.

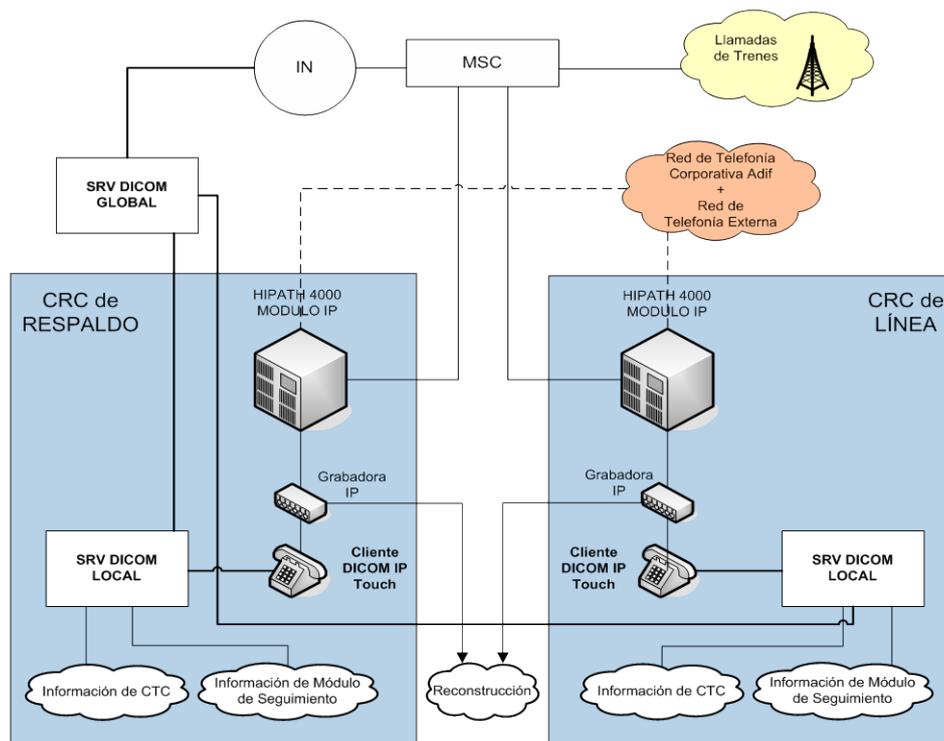


Figura 17 DICOM. Arquitectura Global AV

Adaptación al tráfico de cercanías y mercancías

Siguiendo esta arquitectura, para adaptar DICOM al tráfico de cercanías y mercancías, tan sólo habría que ir incluyendo Puestos de Mando de Líneas Convencionales del mismo modo que se han ido incluyendo CRC, pero en este caso no se incluirían centros de respaldo:

La arquitectura está basada en un modelo Cliente-Servidor en cada Puesto de Mando y la existencia de un Servidor Global integrado con la IN (Intelligent Network).

El **cliente** es básicamente una **interfaz gráfica de telefonía** que proporciona al usuario funcionalidades similares a las de un teléfono (llamar/recibir llamadas, transferencias, llamadas de grupo, multiconferencias, agenda de teléfono, etc.). En el **cliente** existe un **módulo software** para la integración con los diferentes elementos de comunicación a través de centrales Hipath de telefonía, ya sea en modalidades SIP (IP) como RDSI. El cliente DICOM dispone de una interfaz IP con la central de telefonía.

La centralita de cada centro debe tener la capacidad de integrar los tributarios de telefonía que se necesiten y capacidad de comunicarse con las diferentes fuentes de llamadas: red GSM-R, red de telefonía corporativa, red de telefonía externa.

El **cliente DICOM** está diseñado para su uso como **teléfono táctil**. Para ello se emplea un Monitor con PC integrado exclusivo. La siguiente figura muestra la interfaz gráfica:

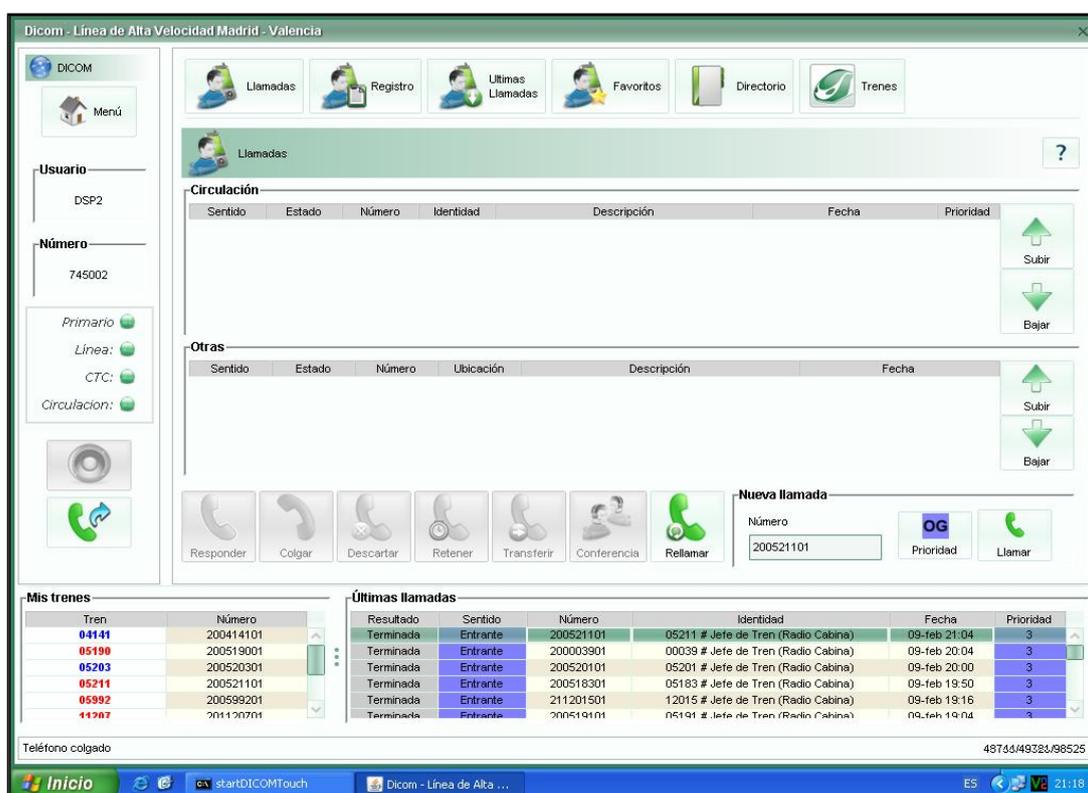


Figura 18 DICOM. Interfaz gráfica

El servidor **DICOM Local** es el encargado por un lado de la integración con el resto de sistemas del CRC o Puesto de Mando (lo cual permite a los operadores conocer los trenes que están en su zona de mando y el estado de los mismos) y por otro de la integración con el servidor **DICOM Global** para comunicación con la IN (Intelligent Network).

El servidor **DICOM Global** es el que proporciona la “inteligencia al sistema” puesto que su función es integrarse **con la red GSM-R**. La integración con la IN (Red Inteligente) de la red GSM-R, proporciona la información necesaria del negocio para poder realizar el encaminamiento y redirección de llamadas desde el origen en base a mando y sectorización, lo cual permite a los maquinistas establecer comunicación con el operador que tiene el mando sobre su circulación marcando a lo largo de su marcha un número de teléfono único y común a todas las circulaciones.

De esta forma el conjunto servidor local-global tiene dependencia con los siguientes sistemas:

- **Intelligent Network IN:** ya que este sistema provee de información de entrada en banda de las circulaciones (BTS, Banda de Regulación). A su vez, el servidor DICOM le indica al despachador final que debe atender una llamada que llegue a la IN.
- **CTC:** ya que como se ha comentado antes, proporciona por un lado información de seguimiento y posicionamiento de circulaciones y por otro información de sectorización y mando de los operadores del Puesto de Mando, es decir, información de gestión de bandas de regulación, asignación de operadores a dichas bandas y nivel de mando.
- **Sistema de Regulación (Gestor de las circulaciones):** ya que proporciona información de posicionamiento y seguimiento de las circulaciones gestionadas por el sistema DAVINCI. Es decir, se recibe la información de posicionamiento por dos caminos.

Con la integración con la IN el encaminamiento de llamadas al operador adecuado se hace desde la red GSM-R. El **funcionamiento** es el siguiente: cuando llega una llamada a la MSC, la IN consultará al servidor DICOM Global el destino de la llamada, dicho destino será determinado de manera dinámica en base a la información de BTS enviada por la propia IN y a la información de CTC y SGR recibida de cada puesto de mando. En caso de que el servidor DICOM Global no disponga de ningún destino para dicha circulación, la MSC enrutaría la llamada basándose en la tabla estática de la IN.

Como ejemplo, se muestra a continuación el esquema de arquitectura de DICOM Global para el caso de Barcelona, que incluye todo el tráfico que este Puesto de Mando gestiona:

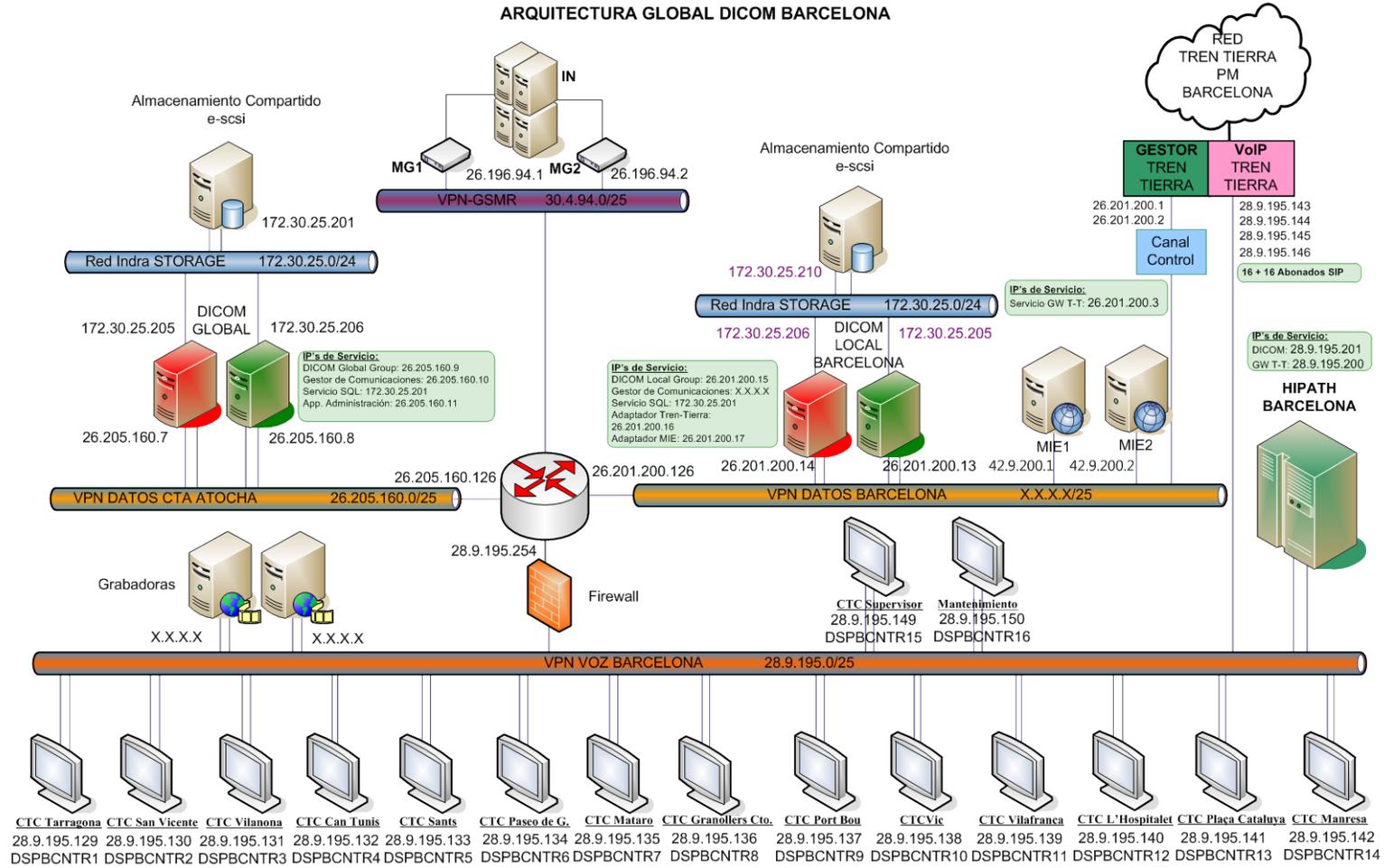


Figura 19 DICOM Barcelona. Arquitectura global

4 ANÁLISIS DAFO

El siguiente apartado pretende sacar a relucir las oportunidades, debilidades, amenazas y fortalezas de un posible proyecto de implantación de DaVinci en un Puesto de Mando Convencional genérico.

Debilidades

- DaVinci no constituye una herramienta de seguridad ferroviaria, por lo que su uso y, por tanto su implantación, es prescindible.
- La idea de implantar DaVinci en el entorno Convencional supone una inversión inicial considerable. Si bien repercutirá en un menor gasto de mantenimiento e incluso en ingresos en forma de royalties por la venta del producto en el extranjero, la inversión inicial y los retornos de la misma deben explicarse convenientemente.

Amenazas

- Posibilidad de descartar el proyecto debido a un cambio de organización en la empresa, motivado por un cambio de gobierno en unas elecciones generales.
- Reacción contraria a la idea de mejora por parte de los Sindicatos de ADIF alegando discrepancias en materia de prevención de riesgos laborales.
- Dificultad en la gestión del cambio al tratarse de un cliente final habituado durante años a las mismas aplicaciones de control de tráfico.

Fortalezas

- Herramientas mucho más potentes que facilitan la labor del usuario, incluso en algunos casos permitiendo una automatización de tareas en las que el operador no interviene.
- Interfaces gráficos más amigables y fáciles de utilizar.
- Optimización de recursos humanos y técnicos. Lo primero repercute en una redistribución de recursos en la empresa que puede ser beneficiosa. Lo segundo implica menor coste de mantenimiento.
- Herramienta única en ADIF para la gestión y planificación del tráfico ferroviario, lo que implica una centralización en la empresa en lo que a responsabilidades de soporte y mantenimiento de las mismas se refiere.
- Permite el mantenimiento de una sola herramienta de planificación y de una sola herramienta de regulación de tráfico para toda la red de ADIF.
- Se evita cualquier comunicación entre SITRA y DaVinci, la cual es actualmente necesaria en el entorno de Alta Velocidad, suponiendo la existencia de discrepancias en

la información que maneja cada sistema, con el consiguiente trastorno ocasionado al operador.

- Permite la existencia de una única topología de la RFIG, válida para cualquier centro de gestión de tráfico.
- Permite una unificación de criterios en los Puestos de Mando de Red Convencional, al disponer en cada uno de ellos de un número de puestos de operación correctamente dimensionados y estructurados de manera más simple: puestos de gestión de tráfico + puestos de supervisión, evitando puestos dedicados al control de un solo telemando.
- Teniendo en cuenta que DaVinci es un producto propiedad de ADIF, el disponer de una plataforma de regulación y planificación de tráfico única en ADIF, permite a la empresa ampliar el mercado internacional para la venta de la misma a países no interesados en herramientas propias de Alta Velocidad, sino en aquellas capaces de gestionar entornos convencionales similares a los de España.
- Por último el hecho de implantar DICOM Global en todos los Puestos de Mando de Líneas Convencionales, implicará una unificación de criterios para ambos entornos (convencional y AV), esta vez en materia de telefonía.

Oportunidades

- Alineación con proyectos estratégicos de ADIF como la implantación de DICOM Global, aplicación propia de DaVinci que por el momento tan sólo se ha implantado en un Puesto de Mando de ADIF.
- Renovación tecnológica y penetración de las nuevas tecnologías en la sociedad. El primer punto supone además adecuar el mantenimiento de sistemas a los tiempos en los que estamos, al tratarse de tecnología moderna, basada en un mercado abierto y por tanto con flexibilidad a la hora de solucionar averías hardware y posibilitar un soporte software.
- Posibilidad de disponer de un producto de ADIF plenamente adaptado a cualquier entorno ferroviario. Hasta el momento, DaVinci se ha implantado en proyectos internacionales bajo el concepto de herramienta de gestión y planificación del tráfico ferroviario de Alta Velocidad. El disponer en España de una herramienta capaz de gestionar también Líneas de Ancho Convencional y Cercanías, con su casuística asociada, ampliará el espectro de futuras adquisiciones por parte de otros Administradores Ferroviarios.

5 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto global comprendería extender la tecnología DaVinci a todos los Puestos de Mando que gestionan Líneas de Ancho Convencional, métrico y cercanías. Éstos son: Chamartín, Manzanares, León, Oviedo, Ourense, Sevilla, Córdoba, Granada, Málaga, Valencia, Barcelona, Zaragoza, Miranda de Ebro, Bilbao, Santander, El Berrón, Santander y Bilbao. Es decir, un total de 18 Puestos de Mando, siendo los 3 últimos de gestión de ancho métrico (antigua FEVE) (ver *Figura 3 Centros de Regulación y Control y Puestos de Mando en España*).

Ahora bien, dada la magnitud del mismo, este trabajo se ha centrado en lo que supondría implantar DaVinci en un Puesto de Mando genérico, que gestione el tráfico de, por ejemplo, 6 líneas o bandas de regulación mediante 4 ó 5 puestos de operación (los cuales se quedarían en 3 al implantar DaVinci).

Una vez realizado el diagrama Gantt (ANEXO 1. PLANIFICACIÓN. DIAGRAMA GANTT) correspondiente en base a las suposiciones comentadas más adelante, ha resultado un **plazo total de Proyecto de 14 meses**.

La primera de las actuaciones necesarias antes de ampliar DaVinci para incluir la topología correspondiente a las nuevas líneas o bandas a controlar, consiste, como ya se ha ido adelantando a lo largo del trabajo, en un **trabajo de desarrollo para adaptación de DaVinci al nuevo tráfico de mercancías y cercanías**, es decir, a todas esas modificaciones necesarias sólo por el hecho de incluir estos nuevos tipos de trenes. Recordando las mismas, éstas son:

- **En lo que respecta a SGR:**
 - Modificaciones en el módulo de auditoría y módulo de detección de conflictos del Gestor de Circulaciones. En el primer caso, para adaptar el módulo a la nueva carga de trenes y por tanto a la cantidad de cambios de posición registrados y en el segundo caso para incluir la nueva casuística derivada de ambos tráficos nuevos.
 - Actualización de la base de datos de material rodante para incluir los nuevos trenes de mercancías y cercanías, en el Gestor de Composiciones.
 - Posibilidad de jugar con el futuro en la malla de SGR, para prever gráficamente posibles conflictos.
 - Definir una capa en el Visor de malla del SGR para tráfico de cercanías, al tratarse de un tráfico tan denso, que puede ser interesante ver en solitario.
 - Mejorar la funcionalidad de zoom del Visor de malla.

- **En lo que respecta a PLANIF Global:**
 - Ampliación del Sistema de Gestión de Topología para incluir en un principio la topología asociada a las nuevas líneas a controlar por parte del nuevo Puesto de Mando y después la de toda la RFIG. Se trata de la actuación más costosa de todas.
 - Ampliación de la biblioteca de material del Sistema de Gestión de Material Rodante
 - Adaptación del Sistema de Gestión de Marchas para incluir las particularidades del tráfico de mercancías (aceleraciones y velocidades máximas de los trenes, pendientes permitidas, etc.)
 - Modificaciones en el Sistema de Gestión de Trenes para:
 - Eliminar información innecesaria sobre trenes, evitando la carga excesiva de mensajes, solucionando esto mediante accesos a base de datos cuando corresponda.
 - Nueva funcionalidad para creación de trenes en secuencia.
 - Nueva funcionalidad para operaciones masivas, de supresión de trenes, afecciones por modificación de topología, soluciones por defecto a modificaciones en topología.
 - Nueva funcionalidad para previsión de conflictos en campo, tal como hace SGR
 - Modificaciones en el IHM para estas nuevas funcionalidades.
- **En lo que respecta al Enrutador:**
 - Modificaciones en el módulo de numeración automática de trenes para automatizar la misma en el caso de trenes de cercanías
 - Modificaciones en el concepto de enrutamiento de trenes de cercanías al existir en los mismos un comportamiento basado en frecuencia.

Una vez realizado el trabajo de desarrollo para adaptación de DaVinci al nuevo tráfico de mercancías y cercanías, ya se estaría en disposición de **ampliar las propias herramientas** para incluir las nuevas líneas.

La ampliación de las aplicaciones de gestión y planificación de tráfico global (SGR y PLANIF), cuyas máquinas están ubicadas en Madrid-Delicias, no requerirían hardware adicional. No sucede lo mismo con las aplicaciones locales, ya que los servidores en los que estas se ejecutan serían nuevos y se ubicarían en el Puesto de Mando objeto del proyecto. Más adelante se concreta el equipamiento necesario.

Esta fase posibilitará por un lado, planificar todos los trenes que gestiona actualmente el Puesto de Mando genérico y, por otro, auditarlos, es decir, realizar un seguimiento de los mismos. Ambas aplicaciones se pueden instalar (y probar por tanto) en cualquier puesto, ya sea de operación o no.

Para la consecución de las tareas comentadas, será necesaria la **implantación de hardware y software local en el Puesto de Mando**, concretamente, a nivel hardware, de 2 racks, equipados con mini servidores para albergar las aplicaciones ART (enrutador), DICOM (teléfono), SGR local (gestión de regulación) y aplicaciones comunes (BBDD, Gestión de usuarios, DNS, NTP, etc.), así como un rack para albergar los puestos de operación, que dejarían de estar en la sala de operación, para ubicarse en salas técnicas (extensión de pantalla, mouse y teclado realizada a través de KVM), favoreciendo así la seguridad en la gestión del tráfico ferroviario por parte de los operadores (sin virus, sin acceso a internet, sin conexiones usb, etc.). No se requerirá espacio adicional, al sustituir máquinas existentes en los Puestos de Mando.

Una vez se dispone de versión DaVinci con los datos de la nueva línea y previo a instalar en campo, resulta necesario **probar la herramienta así como su integración con el CTC**, caso de que exista, o cualquier sistema encargado de facilitar el posicionamiento de trenes. Estas pruebas se realizan en el Centro de Validación de ADIF ubicado en Villaverde.

En resumen, **las actuaciones que comprende el Proyecto de Implantación de DaVinci en el Puesto de Mando genérico son:**

- Adaptación de DaVinci al entorno Convencional: modificación de módulos y sistemas para tráfico de cercanías y mercancías.
- Adaptación de datos de las bandas de regulación gestionadas por el Puesto de Mando. Ésta deberá hacerse para las aplicaciones SGR Global, PLANIF Global, Enrutador, SGR local y DICOM.
- Configuración y pruebas fábrica de las aplicaciones DaVinci.
- Desarrollo de Simulador de los Enclavamientos de las bandas del Puesto de Mando.
- Pruebas de Validación en el Centro de Validación de Villaverde de las aplicaciones DaVinci.
- Instalación de equipamiento hardware y software en el Puesto de Mando.
- Pruebas definitivas de las versiones en campo, puesta en servicio y entrega a Mantenimiento.

En base a la experiencia en desarrollo de nuevas funcionalidades de DaVinci, se ha estimado un plazo de entre 1 y 3 meses para implementar las modificaciones derivadas de gestionar tráfico

de mercancías y cercanías, de acuerdo a la dificultad supuesta en un principio para esto mismo. La inclusión de toda la topología de la RFIG se ha estimado obtenerla en 6 meses.

Antes de disponer de las nuevas funcionalidades no tiene sentido empezar a trabajar en la adaptación de datos de DaVinci para la inclusión de una nueva línea, ya que el CORE de Plataforma se ve modificado. No es necesario sin embargo esperar a la generación de toda la topología de ADIF, al incluirse ésta en una Base de Datos.

La duración de las tareas de adaptación de datos de DaVinci se estima en base al número de km de línea a incluir. En el caso que ocupa a este proyecto se ha supuesto 1.000 km en 6 bandas de regulación nuevas. Dentro de las aplicaciones de tiempo real, la más costosa suele ser el enrutador, debido a la casuística tan diversa que es necesario contemplar.

Una vez se incluyen los datos, se genera versión de cada uno de los módulos. Es lo que en el Diagrama de Gantt se ha llamado “*Desarrollo de cada una de las aplicaciones*”. Tras ello, se realizan las pruebas internas de cada aplicación.

Desde que se disponen de los datos para implementar el Simulador (básicamente datos de los enclavamientos que simula), se puede trabajar en él. En función del número de km y de la complejidad de la línea, esta tarea es más o menos costosa.

Una vez se dispone del Simulador y de todas las aplicaciones DaVinci con los datos de la nueva línea, se está en disposición de probar en el Centro de Validación de ADIF en Villaverde. Para ello, se debe contar además con el o los CTC que controlen la línea en cuestión (caso de existir), de forma que se puedan realizar pruebas de integración de información entre dicho CTC y DaVinci (información correcta de seguimiento y auditoría de trenes, pruebas de enrutamiento de trenes, etc.).

La labor en el Puesto de Mando objeto del proyecto comienza antes de haber probado las aplicaciones DaVinci, ya que los suministros llevan consigo un plazo nunca inferior a dos meses (se han supuesto 3 en este Proyecto). Una vez se dispone de los equipos, comienza el proceso de instalación in-situ, en el PM. Esta tarea no lleva más de dos semanas, incluyendo las correspondientes pruebas de comunicaciones.

La puesta en servicio definitiva se plantea en una última noche. Antes de ello, en líneas en explotación, como en este caso, se pueden plantear pruebas en campo, para lo que se realiza una implantación con marcha atrás, durante una o dos noches consecutivas. De esta manera se comprueba de forma fehaciente que la conexión con campo se establece y se reciben por tanto los datos necesarios de los distintos elementos de campo.

6 ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA

Se muestra a continuación el **presupuesto estimado** para la realización de todas las tareas objeto del Proyecto. Debe tenerse en cuenta que se trata de un presupuesto aproximado basado en la experiencia adquirida en la implantación de DaVinci en Líneas de Alta Velocidad y que por tanto debe ser **ajustado a través del correspondiente Proyecto Constructivo**, una vez realizados los replanteos necesarios en el lugar objeto del Proyecto (en este caso el Puesto de Mando que corresponda), así como recogidas las necesidades específicas de los usuarios del PM.

La Planificación y la Estimación Presupuestaria están necesariamente relacionadas.

El presupuesto de las tareas relacionadas con Ingeniería (desarrollo y adaptaciones de DaVinci, pruebas y puesta en servicio) se ha estimado en base al **cuadro de precios utilizado en el último Acuerdo Marco ADIF-INDRA** firmado, considerando una estimación de plazo y de recursos necesarios para cada tarea y considerando el precio medio por km que cuesta la adaptación de DaVinci para la inclusión de una nueva línea (suponiendo ingeniería de desarrollo, de pruebas y de puesta en servicio). Por ejemplo, para cada tarea de desarrollo se ha supuesto la participación de dos ingenieros junior y dos ingenieros senior, dedicando los primeros el doble de horas que los segundos, ya que la labor de estos últimos está más relacionada con la revisión y ajuste de versiones. En el caso de las unidades relativas a pruebas, se considera el precio de un ingeniero de pruebas y en el caso de unidades relacionadas con puesta en servicio, se utilizan los precios de ingenieros de instalaciones del Acuerdo Marco mencionado.

El capítulo del presupuesto titulado “*Gestión de Proyecto y documentación*” tiene que ver con la dedicación de un jefe de proyecto durante la duración de todo el proyecto, una vez entregada la Memoria Técnica del mismo, tarea que debe realizarse en los dos primeros meses, para el seguimiento del mismo y la interlocución con ADIF y su Asistencia Técnica. Así, se ha estimado una participación de dicho jefe de Proyecto de 12 meses (14 meses de duración total menos 2 meses de redacción de memoria técnica). En el caso de la documentación, partiendo del precio por hora de un documentalista según el Acuerdo Marco, se han supuesto dos meses para la redacción de la Memoria Técnica, un mes al final para la redacción del correspondiente as-built de cierre de Proyecto, y dos meses alternos durante el resto de duración del Proyecto para redacción de informes de pruebas.

El presupuesto de los suministros hardware, tanto máquinas como licencias, así como del equipamiento necesario en el Puesto de Mando, se ha obtenido de proyectos anteriores reales,

siendo así los mismos que utiliza ADIF en la actualidad para la realización de nuevos proyectos de implantación de DaVinci.

Todas las unidades se han dimensionado para la adaptación de DaVinci debido a la inclusión de una nueva línea compuesta por 6 bandas de regulación y un total de aproximadamente 1.000 km de línea, excepto la de modificación de topología, que se ha considerado para el total de la RFIG.

7 CONCLUSIONES. APORTACIONES DEL TRABAJO

DaVinci pretende ser para ADIF la única herramienta para la planificación y gestión del tráfico ferroviario en España. La experiencia adquirida en proyectos de implantación de la herramienta en FEVE y en el extranjero, hace posible pensar que se trata de una plataforma perfectamente capaz de funcionar en cualquier ámbito ferroviario.

Con este objeto, se plantea por un lado la necesidad de **estudiar en profundidad DaVinci** para determinar qué **posibles modificaciones** resultarían **necesarias para adaptar la plataforma al complicado tráfico de cercanías y mercancías español**, así como qué funcionalidades podrían ser útiles para eso mismo. Por otro lado, se **analiza la viabilidad de un posible proyecto de implantación de DaVinci en un Puesto de Mando genérico**, incluyendo, tras un análisis **DAFO**, un estudio completo de lo que comprendería la implantación, es decir, un **presupuesto** y una **planificación** de la misma. De esta manera se llega a la conclusión de que el proyecto supondría una **inversión** que espera, no ya un retorno económico directo, sino principalmente, alinearse con la estrategia de ADIF y facilitar más aún la **comercialización de DaVinci en el extranjero**.

El **mantenimiento y evolución de una sola herramienta** de planificación y gestión de tráfico conlleva un **ahorro considerable**. La **optimización de recursos** que plantea la implantación de DaVinci en cualquier Puesto de Mando lleva consigo la posibilidad de disponer de dichos recursos en otros departamentos de ADIF distintos a Circulación.

Este trabajo lleva consigo el **estudio de cada uno de los distintos módulos de DaVinci** y cómo estos deben o pueden modificarse para adaptarse al tráfico de mercancías y cercanías. Del mismo modo, se aprovecha el conocimiento adquirido para plantear posibles **nuevas funcionalidades en PLANIF o SGR que faciliten la labor del usuario**. Además, incluye cómo **abordar estas modificaciones realmente**, es decir, plasmando en un presupuesto y en una planificación de proyecto estas alternativas. Igualmente se añade en el presupuesto las partidas correspondientes a la inclusión de una nueva línea ferroviaria modelo (1.000 km y 6 bandas de regulación), así como el gasto necesario en hardware y software para cubrir con las necesidades del proyecto.

A través de un Diagrama de Gantt, elaborando una relación lógica entre tareas, se obtiene un plazo final para el Proyecto real.

En definitiva, se trata de un **proyecto completo de asesoría** para abordar la implantación de DaVinci en el entorno convencional, analizando los pros y los contras, soluciones y alternativas, presupuesto y plazo de ejecución del mismo.

8 BIBLIOGRAFÍA

- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto de Suministro e Instalación del Centro de Regulación y Control del nuevo acceso ferroviario Madrid-Levante (elaborado por INECO).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto de Suministro e Instalación del sistema de integración DaVinci y TSAD del tramo Ourense-Santiago de Compostela correspondiente al Corredor Norte-Noroeste de Alta Velocidad (elaborado por INECO).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto de Suministro e Instalación del CRC para la línea de FEVE (elaborado por INECO).
- “Características generales de un Centro de Regulación y Control” (elaborado por la Dirección de Planificación y Gestión de Red de ADIF).
- “¿Qué es DaVinci?” (elaborado por INECO y Gestión de Red de ADIF).
- “Arquitectura del nuevo entorno de Monitorización Remota” (elaborado por INECO).
- “Presentación CRC de Atocha para la Dirección de Tecnologías de la Información y la Comunicación de ADIF” (elaborado por INECO)
- “Presentación modo de funcionamiento del nuevo Enrutador Automático” (INDRA).
- “Presentación DaVinci para Mantenimiento ADIF” (elaborado por Jefatura de Área de Producción de ADIF).
- “Presentación CRC MultiLAV Madrid-Sevilla-Córdoba-Málaga para Mantenimiento ADIF” (elaborado por Jefatura de Área de Producción de ADIF).
- “Alternativas funcionales y técnicas para el nuevo sistema SITRA+” (elaborado por INECO)
- <http://www.adif.es>
- Fotografías propias

ANEXO 1. PLANIFICACIÓN. DIAGRAMA GANTT

ANEXO 2. ESTIMACIÓN PRESUPUESTARIA DETALLADA

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
IMPLANTACIÓN DE LA PLATAFORMA DAVINCI EN LA RED CONVENCIONAL			2.481.922,00
CONFIGURACIONES SOFTWARE PARA LA MIGRACIÓN EN EL PUESTO DE MANDO AL SISTEMA DAVINCI			1.219.234,36
ADAPTACIÓN DE LA PLATAFORMA DAVINCI AL ENTORNO DAVINCI. CONFIGURACIÓN DE MODULOS Y NUEVAS FUNCIONALIDADES			550.766,00
Ingeniería de desarrollo para implementación de las modificaciones en el Módulo de Auditoría del Gestor de Circulaciones para adaptarlo a la nueva carga de trenes	1,00	45.424,00	45.424,00
Ingeniería de desarrollo para implementación de las modificaciones en el Módulo de Detección de Conflictos del Gestor de Circulaciones para incluir la nueva casuística derivada del tráfico de mercancías y cercanías a la nueva carga de trenes	1,00	45.424,00	45.424,00
Ingeniería de desarrollo para actualización de la base de datos de material rodante para la inclusión de los nuevos trenes de mercancías y cercanías en el Gestor de Composiciones	1,00	45.424,00	45.424,00
Ingeniería de desarrollo para implementar la funcionalidad de jugar con el futuro en la malla del SGR	1,00	22.712,00	22.712,00
Ingeniería de desarrollo para modificación del interfaz de SGR, visor de malla, para implementar una capa exclusiva para tráfico de cercanías	1,00	22.712,00	22.712,00
Ingeniería de desarrollo para mejorar la funcionalidad de zoom de la malla del SGR	1,00	22.712,00	22.712,00

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
Ingeniería de desarrollo para ampliación del Sistema de Gestión de Topología para incluir la topología asociada a toda la RFIG	1,00	141.950,00	141.950,00
Ingeniería de desarrollo para ampliación de la biblioteca de material del Sistema de Gestión de Material Rodante	1,00	45.424,00	45.424,00
Ingeniería de desarrollo para adaptación del Sistema de Gestión de Marchas para incluir las particularidades del tráfico de mercancías	1,00	22.712,00	22.712,00
Ingeniería de desarrollo para modificaciones en el Sistema de Gestión de Trenes para eliminar información innecesaria sobre trenes para evitar sobrecarga, funcionalidad para creación de trenes en secuencia, funcionalidad para operaciones masivas, funcionalidad para previsión de conflictos en PLANIFY modificaciones en el IHM para adecuación debido a las funcionalidades anteriores.	1,00	68.136,00	68.136,00
Ingeniería de desarrollo para modificaciones en el módulo de numeración automática de trenes del enrutador para automatización de la misma en tiempo real	1,00	22.712,00	22.712,00
Ingeniería de desarrollo para adaptar el enrutador al tráfico de cercanías	1,00	45.424,00	45.424,00
ADAPTACIÓN, CONFIGURACIÓN Y VERIFICACION DE LA PLATAFORMA DAVINCI			500.908,55
Configuración y verificación del Plan Vigente de las bandas de regulación gestionadas actualmente en el PM	1,00	10.992,74	10.992,74

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
Configuración y verificación del Sistema de Planificación Global para la inclusión de las bandas de regulación gestionadas actualmente en el PM	1,00	158.593,50	158.593,50
Configuración y verificación del Sistema de Regulación local del PM	1,00	11.049,99	11.049,99
Adaptación, configuración y verificación del Enrutador automático tras la inclusión de las nuevas bandas	1,00	122.206,50	122.206,50
Configuración y verificación del Sistema de Regulación Global para la inclusión de las bandas de regulación gestionadas actualmente en el PM	1,00	10.540,73	10.540,73
Adaptación, configuración y pruebas del sistema DICOM IP para la inclusión del tramo Madrid-Valladolid	1,00	31.786,40	31.786,40
Adaptación, configuración y verificación del entorno sintético de Simulación de las nuevas bandas	1,00	155.738,70	155.738,70
PRUEBAS FÁBRICA Y DE ACEPTACIÓN DE LA PLATAFORMA DAVINCI			151.934,82
Pruebas de integración de SGR Global con la inclusión de las bandas de regulación gestionadas actualmente en el PM. Incluye pruebas fábrica y pruebas en Villaverde	1,00	17.097,06	17.097,06
Pruebas de integración de PLANIF Global con la inclusión de las bandas de regulación gestionadas actualmente en el PM. Incluye pruebas de concordancia con SGR Global y local	1,00	41.805,00	41.805,00
Pruebas fábrica y de aceptación en Villaverde del SGR local del PM con la inclusión de las bandas de regulación	1,00	18.441,18	18.441,18

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
Pruebas fábrica y de aceptación en Villaverde del enrutador del PM con la inclusión de las bandas de regulación	1,00	14.425,00	14.425,00
Pruebas fábrica y de aceptación en Villaverde del DICOM IP con la inclusión de las nuevas bandas de regulación. Incluye pruebas de grabación de llamadas	1,00	12.818,96	12.818,96
Pruebas fábrica y de aceptación en Villaverde del entorno sintético de SIMULACION de las bandas de regulación	1,00	47.347,62	47.347,62
PUESTA EN SERVICIO DE LA PLATAFORMA DAVINCI			15.625,00
Pruebas de campo y puesta en servicio del SGR Global	1,00	3.125,00	3.125,00
Pruebas de campo y puesta en servicio del PLANIF Global	1,00	3.125,00	3.125,00
Pruebas de campo y puesta en servicio del enrutador	1,00	3.125,00	3.125,00
Pruebas de campo y puesta en servicio del DICOM	1,00	3.125,00	3.125,00
Pruebas de campo y puesta en servicio del SGR Local	1,00	3.125,00	3.125,00
SUMINISTRO DE INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO FERROVIARIO DEL PUESTO DE MANDO			361.354,14

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
SUMINISTRO DE SERVIDORES, BASTIDORES, WORKSTATIONS Y DESPACHADORES DE COMUNICACIONES DICOM			176.829,75
Suministro de servidores para aplicaciones comunes (base de datos, NTP, DNS)	2,00	14.555,00	29.110,00
Suministro de servidores para aplicaciones de tiempo real y para simulación	4,00	19.725,00	78.900,00
Suministro de servidores para comunicaciones	1,00	36.415,63	36.415,63
Suministro de armarios rack de 19"	2,00	7.083,23	14.166,46
Suministro de workstations para los puestos de operación multisistemas de la sala de operadores	3,00	2.224,88	6.674,64
Suministro de DICOM IP	3,00	3.854,34	11.563,02
SUMINISTRO DE ELECTRÓNICA DE RED			32.898,36
Suministro de electrónica de red de distribución	1,00	13.158,44	13.158,44
Suministro de electrónica de red de acceso de 48 puertos	3,00	3.041,40	9.124,20
Suministro de electrónica de red de acceso de 24 puertos	3,00	2.630,40	7.891,20
Suministro de miniGBIC de larga distancia LX	2,00	858,99	1.717,98

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
Suministro de fuente de alimentación redundante externa para switches de acceso	1,00	1.006,54	1.006,54
SUMINISTRO DE LA RED DE ALMACENAMIENTO Y SOLUCIÓN DE BACKUP			116.705,83
Suministro de cabina de discos de la red de almacenamiento	1,00	67.735,07	67.735,07
Suministro de electrónica de la red de almacenamiento	1,00	24.552,22	24.552,22
Suministro de librería de cintas magnéticas para back-up incluyendo dotación inicial de cartuchos	1,00	24.418,54	24.418,54
SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD LÓGICA			18.887,09
Suministro de firewall en alta disponibilidad con sistema de prevención de intrusión	1,00	18.887,09	18.887,09
SUMINISTRO DE EQUIPAMIENTO DE REMOTIZACIÓN Y ELEMENTOS AUXILIARES			16.033,11
Suministro de electrónica de remotización de puestos TEG	3,00	5.344,37	16.033,11
SUMINISTRO DE LICENCIAS DE SOFTWARE COMERCIAL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO FERROVIARIO			387.002,21
Suministro de licencias comerciales de sistema operativo LINUX	2,00	1.211,82	2.423,64
Suministro de licencias comerciales de sistema operativo MICROSOFT WINDOWS SERVER STANDARD	5,00	693,48	3.467,40

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
EDITION			
Suministro de licencias comerciales de sw de cluster para servidores LINUX	4,00	16.545,22	66.180,88
Suministro de licencias comerciales de sw de cluster para servidores WINDOWS	10,00	16.545,22	165.452,20
Suministro de licencias comerciales de gestor de base de datos MICROSOFT SQL SERVER ENTERPRISE	1,00	1.711,86	1.711,86
Suministro de licencias comerciales de servidor de base de datos ORACLE STANDARD	1,00	11.354,29	11.354,29
Suministro de licencias comerciales de sw de MIDDLEWARE TIBCO RENDEZVOUS INSTANCE FOR SERVERS	7,00	14.385,00	100.695,00
Suministro de licencias comerciales de sw de MIDDLEWARE TIBCO RENDEZVOUS	3,00	6.395,16	19.185,48
Suministro de licencias comerciales de sw BACKUP VERITAS AGENTE PARA BBDD ORACLE	1,00	1.575,36	1.575,36
Suministro de licencias comerciales de sw de BACKUP VERITAS AGENTE PARA BBDD SQL SERVER	1,00	1.575,36	1.575,36
Suministro de licencias comerciales de sw servidor X-WINDOW	3,00	561,11	1.683,33
Suministro de licencias comerciales de HP OPENVIEW AGENTE OPS/PERF INSTANCE FOR SERVERS	7,00	638,69	4.470,83
Suministro de licencias comerciales de HP OPENVIEW AGENTE OPS/PERF INSTANCE FOR WORKSTATIONS AND PC	6,00	266,60	1.599,60

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
Suministro de licencias comerciales de HP OPENVIEW SMART PLUGIN PARA ORACLE ACTIVO	2,00	2.098,29	4.196,58
Suministro de licencias comerciales de HP OPENVIEW SMART PLUGIN PARA ORACLE INACTIVO	2,00	629,10	1.258,20
Suministro de licencias comerciales de antivirus	6,00	28,70	172,20
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DE NUEVO EQUIPAMIENTO HARDWARE			83.734,29
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DE LA NUEVA ELECTRÓNICA DE RED			8.894,84
Instalación, configuración y pruebas de electrónica de red de distribución	1,00	2.151,05	2.151,05
Instalación, configuración y pruebas de electrónica de red de acceso	6,00	1.123,97	6.743,79
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DE LOS NUEVOS SERVIDORES Y CLUSTERS, WORKSTATIONS Y DESPACHADORES DE COMUNICACIONES			31.022,12
Instalación, configuración y pruebas de hw de servidores y sus sistemas operativos	7,00	1.285,42	8.997,94
Instalación, configuración y pruebas de servidores en cluster	7,00	1.285,42	8.997,94
Instalación, configuración y pruebas de workstation para puestos de trabajo	3,00	2.997,23	8.991,69
Instalación, configuración y pruebas de workstation para despachadores de comunicaciones (DICOM)	3,00	1.344,85	4.034,55

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DEL NUEVO ALMACENAMIENTO Y BACKUP			4.526,91
Instalación, configuración y pruebas de switch de fibra de la red de almacenamiento	1,00	282,93	282,93
Instalación, configuración y pruebas del sistema de almacenamiento	1,00	2.829,32	2.829,32
Instalación, configuración y pruebas del hw del sistema de back-up	1,00	1.414,66	1.414,66
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DE LOS NUEVOS EQUIPOS DE SEGURIDAD LÓGICA			12.070,61
Instalación, configuración y pruebas de la política de seguridad e intrusión	1,00	10.865,20	10.865,20
Instalación, configuración y pruebas de sw antivirus	6,00	200,90	1.205,41
INSTALACIÓN, CONFIGURACIÓN Y PRUEBAS DEL SOFTWARE BASE			24.559,72
Instalación, configuración y pruebas de ORACLE DATABASE STANDARD y ENTERPRISE EDITION	2,00	3.423,63	6.847,26
Instalación, configuración y pruebas del sistema de gestión de sistemas y comunicaciones y del sistema de gestión del rendimiento	1,00	10.865,20	10.865,20
Instalación, configuración y pruebas del sw de copias de seguridad e implementación de la política de back-up	1,00	6.847,26	6.847,26

DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN (Ud)	PRECIO (€)	IMPORTE PEC (€)
INSTALACIÓN DE HARDWARE Y CABLEADO DE BASTIDORES			2.660,10
Instalación hw y realización del cableado de bastidores de comunicaciones	1,00	1.435,10	1.435,10
Instalación hw y realización de cableado de bastidores para alojamiento de servidores	1,00	1.225,00	1.225,00
FORMACION			35.000,00
FORMACIÓN A OPERADORES			35.000,00
Formación a operadores	1,00	35.000,00	35.000,00
OTRAS ACTUACIONES			200.125,00
Adaptación de centralita de telefonía para soportar DICOM IP	1,00	50.125,00	50.125,00
Implementación de conectores de integración de las técnicas existentes con DaVinci	1,00	150.000,00	150.000,00
GESTION DEL PROYECTO Y DOCUMENTACION			195.472,00
Gestión del proyecto por parte de un jefe de proyecto durante la duración total de los trabajos	1,00	145.248,00	145.248,00
Documentación del proyecto, informes de pruebas, memoria técnica y as-built	1,00	50.224,00	50.224,00