
INSTALACIONES DE SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES

**ANEJO
13**

| | | | |
|--|----------|--|-----------|
| 1. Introducción | 1 | 2.3. CTC y CRC | 17 |
| 2. Instalaciones proyectadas | 1 | 2.4. Suministro de energía | 18 |
| 2.1. Sistemas de Señalización..... | 1 | 2.4.1. Chamartín AV | 18 |
| 2.1.1. Descripción general de las actuaciones | 1 | 2.4.1.1. Chamartín AV-Cabecera Sur | 18 |
| 2.1.1.1. Instalaciones de Seguridad para la estación Chamartín Alta Velocidad | 1 | 2.4.1.2. Chamartín AV-Cabecera Norte | 18 |
| 2.1.1.2. Instalaciones de Seguridad para la estación Chamartín Línea Convencional | 2 | 2.4.2. Chamartín LC..... | 19 |
| 2.1.1.3. Instalaciones de Seguridad para la estación de Hortaleza | 2 | 2.4.3. Hortaleza y Manoteras | 19 |
| 2.1.2. Enclavamientos electrónicos | 2 | 2.5. Redes de cables | 19 |
| 2.1.2.1. Tecnología de los enclavamientos | 4 | 2.6. Obra civil auxiliar..... | 20 |
| 2.1.2.2. Configuración y arquitectura de los enclavamientos | 4 | 2.7. Edificación | 21 |
| 2.1.2.3. Estructura del software | 5 | 2.8. Sistema de comunicaciones | 22 |
| 2.1.2.4. Modificaciones en el enclavamiento de Chamartín AV.. | 5 | 2.8.1. Redes de cables..... | 22 |
| 2.1.2.5. Modificaciones en el enclavamiento de Chamartín LC .. | 6 | 2.8.2. Sistema de comunicaciones fijas | 23 |
| 2.1.2.6. Modificaciones en el enclavamiento de Hortaleza | 6 | 2.8.3. Sistema de comunicaciones móviles GSM-R | 23 |
| 2.1.3. Señales | 6 | 2.8.4. Sistema de comunicaciones móviles Tren Tierra | 24 |
| 2.1.4. Accionamientos de aguja | 7 | | |
| 2.1.5. Sistemas de detección de tren | 7 | | |
| 2.1.5.1. Circuitos de vía..... | 7 | | |
| 2.1.5.2. Contadores de ejes..... | 8 | | |
| 2.1.6. Medidas de protección de las toperas provisionales | 8 | | |
| 2.2. Sistemas de protección del tren | 9 | | |
| 2.2.1. Introducción..... | 9 | | |
| 2.2.2. Descripción general de las actuaciones | 9 | | |
| 2.2.2.1. En Chamartín AV | 9 | | |
| 2.2.2.2. En Chamartín LC..... | 10 | | |
| 2.2.2.3. En Hortaleza | 10 | | |
| 2.2.3. Sistema ERTMS / ETCS Nivel 1..... | 10 | | |
| 2.2.3.1. Modificaciones del ERTMS / ETCS Nivel 1 Alta Velocidad | 12 | | |
| 2.2.3.2. Modificaciones del ERTMS / ETCS Nivel 1 Línea Convencional | 12 | | |
| 2.2.4. Sistema ERTMS / ETCS Nivel 2..... | 13 | | |
| 2.2.4.1. Modificaciones del ERTMS / ETCS Nivel 2 Alta Velocidad | 14 | | |
| 2.2.4.2. Reglas de ubicación de Eurobalizas de ERTMS/ETCS Nivel 1 | 14 | | |
| 2.2.5. Sistema ASFA | 15 | | |
| 2.2.5.1. Sistema ASFA Digital | 15 | | |

1. Introducción

En el presente Anejo se detallan las Instalaciones de Señalización y Comunicaciones proyectadas en el ámbito de actuación objeto del presente estudio, "Estudio Informativo del Nuevo Complejo Ferroviario de la estación de Madrid-Chamartín".

2. Instalaciones proyectadas

2.1. Sistemas de Señalización

2.1.1. Descripción general de las actuaciones

2.1.1.1. Instalaciones de Seguridad para la estación Chamartín Alta Velocidad

- Modificación del software y ampliación del hardware del enclavamiento electrónico de Alta Velocidad de la estación de Madrid Chamartín, instalado en el edificio técnico Chamartín AV (calle Hiedra), con su correspondiente sistema videográfico de mando local, para adaptarse a la nueva configuración de vías y elementos de campo de la estación Chamartín AV-cabecera sur, para cada una de las fases de ejecución del proyecto.
- Instalación de un nuevo Controlador de Objetos dependiente del enclavamiento Chamartín AV, ubicado en el nuevo edificio técnico Chamartín AV-Cabecera Norte, para el mando y recepción de información de las vías de ancho UIC cabecera norte, y modificación del software y ampliación del hardware para adaptarse a la nueva configuración de vías y elementos de campo de la estación Chamartín AV-cabecera norte, para cada una de las fases de ejecución.
- Modificación y adaptación de las relaciones de bloqueo con las estaciones colaterales.
- Instalación de elementos de campo para las nuevas vías y modificación de los mismos para las vías afectadas durante las distintas fases de ejecución:
 - › Circuitos de vía de audiofrecuencia.
 - › Señales luminosas laterales, de tecnología de focos de LED.
 - › Accionamientos de aguja trifásicos de corriente alterna.
- Ampliación y modificación de las redes de cables para las instalaciones de seguridad para dar servicio al equipamiento de campo instalado en las nuevas vías y en las vías afectadas. Estas redes serán del tipo normalizado multiconductor o de cuadretes, de acuerdo con las características de los diferentes equipos a instalar, y con factor de reducción, por estar prevista la electrificación de la línea en corriente alterna con el sistema 2x25kV.

- Modificación del registrador jurídico del enclavamiento (JRU).
- Modificación del sistema de ayuda al mantenimiento del enclavamiento (SAM).
- Eliminación del cableado y de los elementos de campo que queden fuera de servicio debido a las modificaciones de vías realizadas.

2.1.1.2. Instalaciones de Seguridad para la estación Chamartín Línea Convencional

- Modificación del software y hardware del enclavamiento electrónico de Línea Convencional en la estación de Madrid Chamartín con su correspondiente sistema videográfico de mando local, para adaptarse a la nueva configuración de vías y elementos de campo para Línea Convencional de la estación, para cada una de las fases de ejecución.
- Modificación de los elementos de campo existentes para las vías afectadas durante las distintas fases de ejecución, de acuerdo a la nueva configuración de vías:
 - Circuitos de vía de audiofrecuencia.
 - Señales luminosas laterales.
 - Accionamientos de aguja.
- Modificación y adaptación de las relaciones de bloqueo con las estaciones colaterales.
- Modificación del registrador jurídico del enclavamiento convencional (JRU).
- Modificación del sistema de ayuda al mantenimiento del enclavamiento convencional (SAM).
- Eliminación del cableado y de los elementos de campo que queden fuera de servicio debido a las modificaciones de vías realizadas.

2.1.1.3. Instalaciones de Seguridad para la estación de Hortaleza

- Modificación del software y hardware del enclavamiento electrónico de la estación de Hortaleza con su correspondiente sistema videográfico de mando local, para adaptarse a la nueva configuración de la playa de vías de ancho convencional y vías de ancho mixto, para cada una de las fases de ejecución.
- Instalación de un nuevo Controlador de Objetos dependiente del enclavamiento de Hortaleza, ubicado en el edificio técnico de Manoteras (Fuente de La Mora) para el mando y recepción de información de las

vías de ancho UIC, y modificación del software y ampliación del hardware para adaptarse a la nueva configuración de vías y elementos de campo, para cada una de las fases de ejecución.

- Modificación y adaptación de las relaciones de bloqueo con las estaciones colaterales, incluyendo la modificación en el cantonamiento:
 - Hortaleza a Madrid Chamartín LC
 - Hortaleza a O'Donnell
 - Hortaleza a Fuencarral
 - Hortaleza a Barajas
 - Hortaleza (Manoteras) a Madrid Chamartín AV
- Modificación de los elementos de campo asociados a las diferentes fases de ejecución incluyendo:
 - Modificación y/o instalación de los circuitos de vía de audiofrecuencia para la detección de trenes en las vías de ancho convencional y UIC.
 - Modificación y/o instalación de contadores de ejes para la detección de trenes en las vías de ancho mixto.
 - Señales luminosas laterales.
 - Accionamientos de aguja.
- Modificación del Registrador Jurídico del enclavamiento convencional (JRU).
- Modificación del sistema de ayuda al mantenimiento del enclavamiento convencional (SAM).
- Tendido de nuevos cableados de la tipología y dimensiones adecuadas para dar servicio a los nuevos elementos de campo que se instalan en cada fase.
- Eliminación del cableado y de los elementos de campo que queden fuera de servicio debido a las modificaciones de vías realizadas.

2.1.2. Enclavamientos electrónicos

Se proyecta la modificación y ampliación del enclavamiento electrónico existente de Chamartín AV a nivel hardware y software de acuerdo con la nueva configuración de vías UIC de la estación. También se proyecta la modificación

del enclavamiento existente de Chamartín LC para adaptarse a la configuración de vías de ancho convencional de la estación.

Así mismo, se proyecta la modificación y ampliación del enclavamiento de Hortaleza a nivel hardware y software de acuerdo con la nueva configuración de vías de ancho convencional, UIC y mixtas.

El control y el mando de los elementos y aparatos de campo, el establecimiento de las rutas y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno de la estación de Chamartín están realizados y asegurados por los enclavamientos electrónicos existentes de Chamartín AV y Chamartín LC, uno para las vías de ancho UIC y otro para las vías de ancho convencional.

Así mismo, el control y el mando de los elementos y aparatos de campo, el establecimiento de las rutas y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno de la estación de Hortaleza están realizados y asegurados por el enclavamiento electrónico existentes de Hortaleza.

Para el diseño de la nueva instalación de enclavamientos electrónicos y las ampliaciones y/o modificaciones de los enclavamientos existentes se aprovechan las características que tienen por formar parte de la familia de enclavamientos electrónicos de última generación, basados en microprocesadores. Se mantiene el desarrollo nivel modular, y se amplían en el número necesario los módulos relacionados con cada una de las funciones básicas que el enclavamiento debe realizar en la nueva configuración de vías de la estación correspondiente.

Esta configuración modular permite adaptar los equipos al tamaño específico de cada enclavamiento, así como a los requerimientos de cada instalación. Asimismo, permite mediante la adición de los elementos necesarios y sin afectar al hardware básico y fundamental, interconectarse directamente con otros sistemas que se utilizan en los enclavamientos convencionales (contactos de relés, interruptores, etc.), así como telemandos y sistemas de bloqueo.

En cada uno de los módulos considerados como unidades de obra, se incluirán como parte de los mismos los cables, enchufes e interfaces necesarios para la interconexión con el resto de los módulos, que constituyen el sistema de enclavamientos y bloqueos.

El sistema diseñado se completará con las unidades de bastidores de ubicación de módulos y bastidores de entrada/distribución de cables que se consideren necesarios para la adaptación a la nueva configuración de vías de la estación.

El sistema de los enclavamientos electrónicos deberá cumplir durante las distintas fases de obra y al término de las mismas las siguientes características, con las que ya contaban antes del inicio de las obras:

- A nivel de seguridad, debe responder a un diseño "fail safe", asegurando que cualquier fallo en su funcionamiento sea detectado y actúe de modo que se garantice que no haya estados inseguros. Esto se consigue mediante la aplicación de las técnicas aceptadas a tal fin para los sistemas electrónicos: redundancia en el hardware de proceso (al menos 2 de 2), técnicas basadas en la diversidad con redundancia de software, información redundante mediante la duplicación del modo de representación de datos, o como es más común, con una combinación de varias de ellas.
- A nivel de disponibilidad, se exige un índice MTBF superior a 1 año. Esta disponibilidad se consigue con todos los sistemas validados por el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias.
- Los requisitos funcionales y técnicos y la arquitectura que deben cumplir los enclavamientos a instalar son los que figuran en las normas NAS 800 (Explotación y seguridad de enclavamientos eléctricos), NAS 806 (Explotación y seguridad de bloqueos automáticos), NAS 813 (Diferímetros y proximidades), NTC 020.95 (Distancias de frenado), entre otras
- En todos sus aspectos los enclavamientos seguirán especialmente las normas UNE-EN 50126-1 "Especificación y Demostración de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) para Aplicaciones Ferroviarias" Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos, UNE-EN 50128 "Aplicaciones Ferroviarias. Software para Sistemas de Control y Protección del Ferrocarril" y UNE-EN 50129 "Aplicaciones Ferroviarias. Sistemas Electrónicos de Control y Protección del Ferrocarril relacionados con la Seguridad".

Los enclavamientos de Chamartín AV y LC también proporcionan la información necesaria a los respectivos sistemas ERTMS/ETCS para llevar a cabo las funciones de control y protección de los trenes que circulan en los respectivos ámbitos de la estación (UIC e convencional) para las distintas situaciones provisionales de la obra, así como para la configuración definitiva al término de las mismas y su relación con el resto de su respectiva línea. En el caso del enclavamiento de Alta Velocidad, está conectado a los sistemas de Nivel 1 y Nivel 2 de ERTMS/ETCS para AV. Para el enclavamiento de convencional, está conectado a los sistemas de Nivel 1 y Nivel 2 (en fase de pruebas). Los niveles LC y AV son independientes.

Los enclavamientos mantendrán la capacidad de ser telemandados desde puestos remotos, a los que transmite la información necesaria para la representación de elementos y aparatos. En caso de desconexión de los respectivos CTC, es el enclavamiento, a través del mando local o puesto local de operación (PLO), el encargado del establecimiento de las rutas.

El tipo de bloqueo existente para cada uno de los ámbitos no se verá afectado por las actuaciones del presente proyecto y por tanto mantendrá en todo momento de las obras y al término de las mismas las condiciones existentes de seguridad y explotación para el control de trenes entre los enclavamientos de las líneas, siendo en todos los casos Bloqueos Automáticos (Bloqueo de Señalización Lateral para las líneas de Alta Velocidad y Bloqueos Automáticos Banalizados para las líneas de Red Convencional).

La comunicación es serie, entre enclavamientos y enclavamiento – RBC, o IP con equipos de detección en vía, etc. Para el intercambio de información no vital, se utilizan interfaces adaptadas a estándares internacionales que permitan la conexión con equipos comerciales, es decir, sistemas que empleen conexiones estandarizadas y homologadas, tanto en hardware como en software. La homologación estándar se aceptará conforme CEI, CCITT, IEEE siempre que no exista una aplicación de uso europeo estandarizada.

En todos los casos, las interconexiones entre el enclavamiento y los otros sistemas y equipos se realizan mediante canales serie redundantes por requisitos de disponibilidad. Esto será así incluso en el caso de que los equipamientos sean de distintas tecnologías.

2.1.2.1. Tecnología de los enclavamientos

La tecnología de los enclavamientos existentes es electrónica, limitando el uso de relés a aquellos casos en que sea necesario para el mando y control de elementos específicos. Las ampliaciones y modificaciones a realizar en los enclavamientos se realizarán manteniendo la misma tecnología. La denominación genérica que se empleará para el enclavamiento electrónico será ENCE.

Las ampliaciones y modificaciones de los enclavamientos electrónicos deberán estar diseñadas de manera que se mantengan los siguientes criterios para enclavamientos de última tecnología aceptados y homologados por ADIF:

- Máximo nivel de seguridad. SIL 4.
- Alta disponibilidad mediante el uso de arquitecturas redundantes.

- Modularidad, que permita una fácil ampliación, tanto funcional como geográfica.
- Conexiones entre módulos separados geográficamente a través de interfaces serie redundantes (redundancia física a través de fibra o cable y lógica).
- Funcionamiento en modo local, mediante el puesto local de operación (PLO), es decir, su propio mando local, o telemandados de forma centralizada, pudiéndose realizar el telemando desde varios sistemas de control y supervisión, y de distinto nivel operacional, aunque no de forma simultánea.
- Sistema de ayuda al mantenimiento que facilite la diagnosis y localización de averías y el mantenimiento, tanto a nivel local donde esté situado el ENCE, como desde los centros de mantenimiento. También será posible acceder desde el CTC.
- Fácil adaptabilidad a los futuros avances tecnológicos que favorezcan la rentabilidad del sistema.
- Para el intercambio de información no vital, se utilizarán interfaces adaptadas a estándares internacionales que permitan la conexión con equipos comerciales, es decir, sistemas que empleen conexiones estandarizadas y homologadas, tanto en hardware como en software. La homologación estándar se aceptará conforme CEI, CCITT, IEEE siempre que no exista una aplicación de uso europeo estandarizada.
- Comunicación serie o en LAN (red de acceso local) con otros ENCEs de diferentes fabricantes, y con otros sistemas: RBC, equipos de detección en vía, etc. La comunicación en paralelo se permitirá con enclavamientos de relés. La comunicación en paralelo con otros ENCEs electrónicos de diferentes fabricantes se valorará negativamente.

2.1.2.2. Configuración y arquitectura de los enclavamientos

La configuración que se mantendrá para los enclavamientos será la existente y con las características específicas de la dependencia tecnológica de cada fabricante. No obstante, de manera independiente al fabricante la arquitectura de los enclavamientos consiste en:

- Un Módulo Vital de Proceso del ENCE que procesa toda la lógica del enclavamiento; y en los ENCEs de Chamartín AV y LC, incluida también la lógica relacionada con los sistemas de protección de tren ERTMS-1 y ERTMS-2 conectados respectivamente a cada enclavamiento.

- Controladores de Objetos Vitales, ubicados en la proximidad de los elementos de campo a controlar (señales, circuitos de vía, contadores de ejes, accionamientos, sensores de rueda) compuestos de tarjetas de entrada/salida vitales.

El módulo de proceso del ENCE es el módulo central de procesamiento y comunicaciones del enclavamiento. Recibe entradas de datos de los controladores de objetos, de los módulos de procesamiento no vitales, del PLO, del CRC, del Sistema ERTMS, del sistema de gestión de detectores, así como de otros enclavamientos ENCE. Es el encargado de procesar y almacenar internamente estos datos según la lógica de la aplicación, generando y transfiriendo los datos correspondientes a la instalación a los subsistemas antes citados y a otros como el sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) o el registrador jurídico.

Desde el punto de vista del ENCE, este módulo es el principal del sistema y el único programable por el usuario. Incluye el software de sistema, comunicaciones y aplicación específico para cada enclavamiento. Tiene una configuración redundante, del tipo 2 de 3 o reserva activa.

El controlador de objetos vitales es el dispositivo encargado del mando y recepción de las informaciones de los objetos en campo, para lo cual cuenta con un conjunto de tarjetas vitales de entrada/salida.

Las entradas procedentes de los equipos de campo serán recogidas por los controladores de objetos, que las enviarán a su unidad de proceso. Ésta ejecutará la lógica necesaria y enviará las salidas correspondientes a los mismos controladores de objetos, siendo éstos los encargados últimos de enviarlas al campo.

2.1.2.3. Estructura del software

El software existente está estructurado de forma que las modificaciones y ampliaciones tanto del software o ampliación o evolución del hardware no impliquen una prueba y validación completa del ENCE, sino únicamente de la parte de datos de la aplicación que se modifique y/o amplíe, asegurándose en cada caso la no regresión de errores.

Por lo tanto, el ENCE se adapta de modo rentable a los presentes y futuros cambios en la explotación de la línea y de tecnología. Si debido a la evolución de la tecnología durante la vida útil del ENCE fuera necesario migrar a una plataforma de hardware distinta, el suministrador realizará todos los trabajos

requeridos para adaptar el software al nuevo hardware, incluyendo la validación necesaria, sin que ello suponga coste alguno para ADIF.

La metodología empleada en el ciclo de vida del software y del sistema propuesto, deberá estar desarrollada en base a las normas UNE-EN 50128 y UNE-EN 50129. Para los enclavamientos desarrollados antes de la aparición de estas normas, se proporcionarán evidencias respecto al grado de cumplimiento de lo especificado en las mismas.

El software de seguridad del sistema deberá estar desarrollado preferiblemente de tal forma que esté constituido por un programa fijo que sea validado una sola vez, y por un conjunto de datos que particularicen el programa para la aplicación específica. Ello reduce el trabajo de validación necesario y facilita el mantenimiento del software.

El proceso de generación de los datos durante la aplicación se considera parte del software de seguridad y debe estar de acuerdo con lo indicado en UNE-EN 50128.

El software estará estructurado de forma que se diferencien claramente los siguientes niveles:

- Software de sistema, incluyendo el sistema operativo, control de interfaces y comunicaciones, rutinas de arranque, sincronización entre ordenadores, etc.
- Software correspondiente a la Explotación del ADIF, que incluye la normativa y reglas de señalización propias.
- Software de aplicación a cada instalación específica (datos de aplicación).

2.1.2.4. Modificaciones en el enclavamiento de Chamartín AV

Para la modificación y ampliación del enclavamiento se han tenido en cuenta las fases de obra definidas y la configuración final de vías de Chamartín Alta Velocidad.

A nivel de ingeniería y software será necesario modificar, de acuerdo a las fases:

- La lógica del propio enclavamiento electrónico, incluyendo las modificaciones relativas al interface serie con el sistema ERTMS.
- La modificación del Puesto Local de Operación.
- La modificación de los Puestos de Comunicaciones Intermedios (PCI).

- La modificación del Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM-L).
- La modificación del Registrador Jurídico (RJU).
- Actualización de la documentación de los sistemas mencionados anteriormente.

2.1.2.5. Modificaciones en el enclavamiento de Chamartín LC

Para la modificación del enclavamiento se han tenido en cuenta las fases de obra definidas y la configuración final de vías de Chamartín Línea Convencional.

A nivel de hardware, se realizará la actualización de la cabina de acuerdo a la configuración final de elementos, así como del Gateway con el CTC.

A nivel de ingeniería y software, se modificará:

- La lógica del propio enclavamiento electrónico, incluyendo las modificaciones relativas al interface serie con el sistema ERTMS.
- La modificación del Sistema Videográfico del mando local.
- La modificación del Sistema de Diagnóstico.
- Actualización de la documentación de los sistemas mencionados anteriormente.

2.1.2.6. Modificaciones en el enclavamiento de Hortaleza

Para la modificación del enclavamiento se han tenido en cuenta las fases de obra definidas y la configuración final de vías de Hortaleza.

A nivel de hardware, se realizará la actualización de la cabina de acuerdo a la configuración final de elementos, así como del Gateway con el CTC.

A nivel de ingeniería y software, se modificará:

- La lógica del propio enclavamiento electrónico.
- La modificación del Sistema Videográfico del mando local.
- La modificación del Sistema de Diagnóstico.
- Actualización de la documentación de los sistemas mencionados anteriormente.

2.1.3. Señales

Se proyecta la instalación de señales laterales luminosas modulares con focos de tecnología LED en toda la zona de actuación del presente estudio.

Las señales a instalar se ajustarán a las especificaciones de ADIF vigentes, de acuerdo, en particular, con las siguientes especificaciones técnicas:

- Orden FOM 2015/2016 Catalogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria.
- Real Decreto 664/2015 Reglamento de Circulación Ferroviaria (RCF).
- ET 03.365.011.0 "Señales modulares luminosas LED". 1ª Edición. Junio 2017.
- ET 03.365.501.0 "Focos LED para señales luminosas modulares". 1ª Edición. Junio 2017.
- ET 03.365.010.2 "Adaptador de foco LED para señal alta y señal piloto". 1ª Edición. Junio 2017.
- ET 03.365.005.2. "Transformadores de señal".

Será necesario considerar que las nuevas señales tipo LED se instalarán en toda la zona de actuación, manteniéndose las señales existentes en los enclavamientos colaterales; por lo que, a partir de las fronteras las señales laterales luminosas serán diferentes; dicha circunstancia deberá quedar de manifiesto, utilizando para ello el procedimiento que ADIF estime oportuno.

Además, se dotará de pantallas alfanuméricas indicadoras de velocidad a las señales con indicación verde-amarillo (V/A) que lo necesiten. El suministro de estas pantallas se realizará de acuerdo a la especificación técnica ET 03.365.006 "Suministro de señales alfanuméricas" con el número de indicaciones que determine el programa de explotación definitivo, no obstante, en el estudio se han presupuestado todas las pantallas alfanuméricas con 2 indicaciones.

En todas las señales de nueva instalación, se ha previsto la dotación de los equipos de tierra del sistema de anuncio de Señales y Frenado Automático Digital (ASFA digital) y del sistema ERTMS. La descripción de estas actuaciones se encuentra recogida dentro del apartado de Sistemas de Protección del Tren del presente anejo.

Los aspectos, las indicaciones y las órdenes de las señales serán conformes con las Prescripciones Técnicas y Operativas de Circulación y Seguridad correspondientes a la línea.

Las señales existentes, en vías que se modifican, se desmontarán para su posterior reutilización de acuerdo a la nueva configuración de vías y aparatos. El resto de señales serán de nueva instalación.

2.1.4. Accionamientos de aguja

Se proyecta nuevos accionamientos de aguja en los nuevos desvíos que son objeto del presente estudio, y el desmontaje de los accionamientos en los desvíos que se den de baja.

Para el movimiento de las agujas se utilizarán accionamientos eléctricos o electrohidráulicos normalizados por ADIF.

Será necesario instalar una caja de terminales a pie de cada nuevo aparato de vía, incluido el mástil y basamento de hormigón, donde se conectará el correspondiente cable del motor.

En fase de proyecto se realizarán los planos de ubicación, cableado y conexionado de los accionamientos instalados. El conexionado se realizará de acuerdo con los esquemas indicados anteriormente. Se identificarán los hilos para su emborne en la caja situada junto al accionamiento.

Tras el conexionado de los accionamientos, se realizará una prueba funcional en vacío verificando el correcto funcionamiento de los mismos. Esta operación se podrá realizar simulando la alimentación del accionamiento desde el punto más cercano que disponga de tensión.

2.1.5. Sistemas de detección de tren

Los sistemas de detección de tren instalados en la zona de actuación del presente estudio son:

- Circuitos de vía de audiofrecuencia, en las vías de ancho UIC y convencional de Chamartín AV, Chamartín LC y Hortaleza.
- Contadores de ejes, en las vías de ancho mixto de Hortaleza.

Se proyecta la modificación de los sistemas de detección de tren indicados anteriormente para adaptarlos a la nueva configuración de vías, manteniendo la misma tecnología en función del ancho de vía. Este diseño podrá ser modificado en fase de proyecto en función de lo que indique ADIF.

2.1.5.1. Circuitos de vía

Como sistema para la detección segura de presencia de trenes y liberación de vía, en las vías de ancho UIC y convencional, se proyecta la instalación de circuitos de vía de audiofrecuencia sin juntas mecánicas de separación, de acuerdo a la norma ET.03.365.311.4 de ADIF.

Para facilitar las tareas de mantenimiento una vez finalizadas las actuaciones del presente estudio, así como durante las fases de ejecución de las obras, se deberá compatibilizar los circuitos de vía de audiofrecuencia con los los instalados actualmente:

- En Chamartín AV: circuitos de vía para alta velocidad de tecnología FTG del fabricante Siemens. Se instalarán los circuitos de vía necesarios para las nuevas vías, desvíos y travesías, acorde con las fases de ejecución definidas.
- En Chamartín LC: circuitos de vía de audiofrecuencia de tecnología FS3000 del fabricante Siemens (antiguo Dimetronic). Se desmontarán los circuitos de vías de las vías que quedan fuera de servicio y se modificarán los circuitos de vías adyacentes con las vías que dejan de tener conexión con las vías que quedan fuera de servicio, acorde con las fases de ejecución definidas.
- En Hortaleza: circuitos de vía de audiofrecuencia de tecnología FS3000 del fabricante Siemens (antiguo Dimetronic). Se instalarán los circuitos de vía necesarios para las nuevas vías y desvíos y vías rectificadas. Asimismo, se desmontarán los circuitos de vías de las vías que quedan fuera de servicio, vías rectificadas y vías de cambio de ancho. Todo ello, acorde con las fases de ejecución definidas.

La nueva configuración de vías, así como la instalación de nuevos desvíos y el cambio de ubicación de algunos de ellos, provocará un cambio de nomenclatura en los circuitos de vía. Esta nomenclatura está asociada a la de los mencionados aparatos y aparecerá reflejada en los planos en fase de proyecto.

Independientemente del fabricante, los circuitos de vía instalados garantizarán una detección segura y precisa de la presencia de trenes y material rodante en los distintos tipos de secciones de vía de la línea, es decir, de trayecto, de estacionamientos, de desvíos, semiescapes, cruzamientos, travesías, mangos, etc. Dicha función estará garantizada para todas las condiciones de operación de la línea en cuanto a velocidad, electrificación y material rodante, incluido el parque de máquinas de mantenimiento.

El principio básico de funcionamiento se basará en un emisor de señal que se conecta a los carriles para alimentar la sección de vía en cuestión, y en uno o varios receptores que reciben dicha señal cuando la sección está libre. Al entrar un tren en la sección, sus ejes cortocircuitan los carriles y alguno o todos los receptores dejan de recibir la señal, lo cual se traduce en una indicación de sección de vía ocupada.

El alcance de los circuitos de vía de audiofrecuencia depende a su vez de la resistencia de balasto, considerándose para el diseño $3\Omega \times \text{km}$, inferior siempre a la existente.

Se usarán cables independientes para los emisores y para los receptores, y estos cables serán independientes para cada una de las vías.

Los circuitos de vía serán inmunes a las perturbaciones producidas por la corriente de tracción de los sistemas de electrificación.

Serán igualmente inmunes a las perturbaciones producidas por el material rodante (convertidores, motores, etc.), así como a aquellas producidas por los trenes con sistemas de frenado por corrientes de Foucault, y en general a cualquier sistema instalado en el entorno de la línea: GSM/UMTS público y GSM-R, subestaciones eléctricas, etc.

La tecnología de los circuitos de vía de audiofrecuencia a utilizar permitirá una separación entre secciones de vía adyacentes mediante el uso de juntas de separación eléctricas. No se admitirán juntas de separación mecánicas salvo en casos excepcionales o en los casos previstos de los desvíos: dos juntas mecánicas para los carriles de unión, y además, en el caso de escapes entre vías generales, otras dos juntas mecánicas de separación entre los 2 semiescapes, aproximadamente en el centro de unión entre ellos.

Se incluirán, para los desvíos y cruzamientos, todas las interconexiones necesarias entre carriles con cable de cobre o aluminio, a fin de garantizar el funcionamiento correcto de los circuitos de vía y la continuidad eléctrica de los carriles, dimensionando adecuadamente los conductores utilizados.

En la vía no se instalarán más componentes que los cables de conexión y las cajas de sintonía a los carriles, así como los lazos o elementos de equilibrado de la corriente de tracción dentro de la propia junta eléctrica.

No se dispondrá de elementos electrónicos activos en la vía ni en las juntas eléctricas de separación.

2.1.5.2. Contadores de ejes

Se proyecta la instalación de contadores de ejes como sistema de detección de tren en las vías de ancho mixto de la estación de Hortaleza.

El sistema electrónico de contador de ejes se emplea para la supervisión de la presencia de tren completo, garantizando que un circuito de vía, trayecto o cantón de explotación está libre u ocupado.

Se compone de un equipo interior o evaluador de contadores de ejes (unidad de proceso central) y de equipos exteriores o puntos de detección de ejes.

El sistema completo de contadores de ejes se supervisa continuamente, de manera que las posibles perturbaciones o fallos, incluyendo el desajuste o desmontaje en carril de las cabezas detectoras que integra cada punto de detección de ejes, siempre produzcan la anulación de "libre".

Todos los elementos del sistema electrónico de contadores de ejes a instalar serán homologados por ADIF, de acuerdo con la especificación técnica ET 03.365.310.6 sobre "Sistemas electrónicos de detección de tren basados en contadores de ejes".

Como sistema de seguridad y fiabilidad, dicho sistema cumplirá las normas UNE-EN 50128 "Software para Sistemas de Protección y Control de Ferrocarril", UNE-EN 50129 "Sistemas Electrónicos relacionados con la Seguridad" y UNE-EN 50126 "Confiabilidad RAMS para Aplicaciones Ferroviarias".

2.1.6. Medidas de protección de las toperas provisionales

Al no existir toperas físicas al finalizar las obras, se prevé instalar en las mismas los siguientes equipamientos para garantizar la seguridad de las circulaciones:

- Instalación de una señal fija cuadrada en el eje de la vía (indicación de parada).
- Instalación de un calce descarrilador a una distancia en la que quepa una circulación y como mínimo a la de deslizamiento.
- Instalación de una baliza ASFA en indicación de parada que será el final de la autoridad de movimiento de ERTMS y límite infranqueable para cualquier otro modo técnico de supervisión parcial ERTMS.

2.2. Sistemas de protección del tren

2.2.1. Introducción

La línea Madrid – Valladolid, y por tanto la parte de alta velocidad de la estación de Chamartín sobre la que se actúa en el presente estudio fue concebida como una línea interoperable integrada en la red transeuropea de Alta Velocidad y como tal, debe seguir las directrices de las Directivas y Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad. Por ello, fue elegido como sistema de protección del tren el estándar europeo ERTMS/ETCS (European Railways Traffic Management System/European Train Control System).

Para llevar a cabo las actuaciones enmarcadas en el presente estudio, se mantienen los criterios de interoperabilidad y por tanto todas las características de los sistemas de protección de tren actualmente instalados y en servicio para la Alta Velocidad de la estación de Chamartín se ampliarán, tanto para las nuevas vías como para las que resulten modificadas.

Las distintas actuaciones sobre los sistemas de protección de tren se realizan al igual que el resto de actuaciones del presente estudio en varias fases de ejecución.

El resultado final será un sistema de protección de tren coherente y homogéneo para toda la zona de Alta Velocidad de la estación, teniendo en cuenta la disposición final de las vías. Los sistemas de protección de tren que se ampliarán y modificarán para la nueva configuración de vías de alta velocidad son los siguientes:

- ASFA.
- ERTMS/ETCS Nivel 1.
- ERTMS/ETCS Nivel 2.

Las vías de ancho convencional de la estación de Chamartín también están dotadas de varios sistemas de protección de tren en servicio o en fase de instalación, sobre los que habrá que actuar para que la situación final sea coherente con la nueva configuración de vías de ancho convencional. En este caso, los sistemas sobre los que habrá que actuar serán los siguientes:

- ASFA.
- ERTMS/ETCS Nivel 1.
- ERTMS/ETCS Nivel 2 (en fase de pruebas).

La estación de Hortaleza está dotada del sistema ASFA como sistema de protección de tren, sobre el que habrá que actuar para que la situación final sea coherente con la nueva configuración de vías. Asimismo, habrá que instalar Eurobalizas fijas de transición de nivel.

2.2.2. Descripción general de las actuaciones

2.2.2.1. En Chamartín AV

- Ampliación del Sistema de Protección de Trenes existente para las vías de ancho UIC según el estándar europeo ERTMS/ETCS, con la siguiente arquitectura, para cada una de las fases de ejecución:
 - › ERTMS/ETCS Nivel 2 como sistema de operación principal.
 - › ERTMS/ETCS Nivel 1 como sistema de operación secundario.
 - › Sistema ASFA como tercer nivel de operación.
- Instalación de los subsistemas esenciales necesarios para el nuevo enclavamiento de Chamartín AV Cabecera Norte:
 - › Equipamiento de campo.
 - › Equipamiento interior de cabina: RBC, CLC (Centralizador de LEU).
 - › El nuevo RBC (en sustitución del actual) dispondrá del siguiente equipamiento:
 - Puesto Local de ERTMS (PLE)
 - PCI-ERTMS
 - Sistema de gestión de claves (KMC).
 - Gestor de ERTMS (GR).
 - › PCI-ERTMS.
 - › Interfaces y componentes para conectar con el sistema de señalización (enclavamiento electrónico, CTC, CRC, etc).
 - › Registrador jurídico en el RBC.
 - › Sistema de ayuda al mantenimiento local (SAM-ERTMS local).
- Adecuación de los subsistemas esenciales, que será necesario ampliar o adecuar para incluir los equipos de campo necesarios en nueva configuración de vías, para las siguientes fases de ejecución:
 - › Equipamiento fijo de Nivel 2.

- › Equipamiento fijo de Nivel 1.
- › PCE (Puesto Central de ERTMS/ETCS).
- › Interfaces y componentes para conectar con el sistema de señalización (enclavamiento electrónico, CTC, CRC, etc).
- › Registrador jurídico en el RBC.
- › Sistema de ayuda al mantenimiento local (SAM-ERTMS local).
- › Sistema de ayuda al mantenimiento central (SAM-ERTMS central).

2.2.2.2. En Chamartín LC

- Levante y desmontaje de los elementos de campo instalados en las vías que queden fuera de servicio, y modificación según se requiera para elementos en ancho convencional afectados según la arquitectura instalada actualmente:
 - › ERTMS/ETCS Nivel 1 como sistema de operación principal.
 - › Sistema ASFA como sistema de operación secundario.
 - › ERTMS/ETCS Nivel 2 (actualmente en fase de pruebas, una vez puesto en servicio pasará a ser el sistema de operación principal)
- Adecuación de los subsistemas esenciales, que será necesario adecuar para adaptarse a la nueva configuración de vías en ancho convencional:
 - › Equipamiento fijo de Nivel 1 y 2.
 - › PCE (Puesto Central de ERTMS/ETCS).
 - › Interfaces y componentes para conectar con el sistema de señalización.

2.2.2.3. En Hortaleza

- Ampliación del Sistema de Protección de Trenes existente, con la siguiente arquitectura, para cada una de las fases de ejecución:
 - › Sistema ASFA como sistema de operación.

- Adecuación de los subsistemas esenciales, que será necesario ampliar o adecuar para incluir los equipos de campo necesarios en nueva configuración de vías:
 - › Equipamiento fijo (Eurobalizas de información fija para la transición de nivel entre los sistemas ASFA y ERTMS).
 - › Interfaces y componentes para conectar con el sistema de señalización.

2.2.3. Sistema ERTMS / ETCS Nivel 1

La funcionalidad ERTMS/ETCS Nivel 1 cumplirá las especificaciones de requisitos del sistema ERTMS/ETCS. Como base y referencia de estos requisitos se utilizarán:

- Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» CMS del sistema ferroviario de la Unión Europea. REGLAMENTO (UE) 2016/919 DE LA COMISIÓN de 27 de mayo de 2016 sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a los subsistemas de «control-mando y señalización» del sistema ferroviario de la Unión Europea (Diario Oficial de la Unión Europea de 15 de junio de 2016).
- En particular:
 - › Especificación de Requisitos Funcionales ERTMS/ETCS (ERA/ERTMS/003204: Functional Requirements Specification –FRS–, versión 5.0).
 - › Especificación de Requisitos del Sistema (SRS) v2.3.0 d (UNISIG SUBSET-026 versión 2.3.0, junto con el documento ERA SUBSET-108: Interoperability-related consolidation on TSI Annex A Documents, versión 1.2.0).
 - › Documentos del European Economic Interest Grouping (EEIG) vigentes referentes a la Interoperabilidad del Sistema ERTMS/ERTCS.
 - › Documento: Baseline Compatibility Assesment Final Report (EUG_UNISIG_BCA, versión 1.0.0).
- “Requisitos funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2” de ADIF, versión 2.4.6 o la versión más reciente.
- Documentos de Funcionalidad Nacional publicados por el Ministerio de Fomento, versión vigente:

- TFM021046-DF-4-Parte 1-V23: Funcionalidad Nacional del Sistema ERTMS. Equipo Embarcado.
- TFM021046-DF-4-Parte 2-V20: Funcionalidad Nacional del Sistema ERTMS. Infraestructura.
- TFM021046-DF-4-Anejo 1-V15: Descripción técnica de los paquetes y variables específicos de las Funciones Nacionales de ERTMS/ETCS.
- Como sistema de seguridad y fiabilidad, dicho sistema deberá garantizar un nivel de integridad de seguridad SIL 4, de acuerdo a los criterios definidos en las normas UNE-EN 50126, UNE-EN 50129 y UNE-EN 50128 de CENELEC. Si se utilizasen equipos de seguridad desarrollados anteriormente a dichas normas, deberá justificarse que se obtiene un nivel de seguridad equivalente.

En el Nivel 1 de ERTMS/ETCS las autorizaciones de movimiento (MA) serán enviadas al tren a través de Eurobalizas conmutables de forma puntual, así como el establecimiento/anulación de las Limitaciones Temporales de Velocidad (LTV). La información transmitida por las Eurobalizas conmutables será coherente con la enviada por el RBC a fin de garantizar la transición entre niveles.

La autorización de movimiento estará dividida en secciones. Para cada sección de un MA se debe definir la siguiente información: longitud de la sección (el MA quedará fijado como la suma de todas las secciones) y en el caso de que se deba asociar un temporizador para dicha sección, el valor de dicho temporizador y el punto que debe alcanzar el tren antes de que finalice el temporizador asociado. La temporización de las secciones se corresponderá con el diferímetro del enclavamiento asociado a la disolución de las rutas que ocupan dicha sección.

Las Limitaciones Temporales de Velocidad (LTV) se podrán establecer tanto de forma estática como de forma dinámica. Para este cometido, se emplearán los Gestores de ERTMS (GR). Los GR recibirán las peticiones de establecimiento de LTV, que podrán realizarse tanto desde el PCE como desde los Puestos Locales de ERTMS (PLE) y se las enviarán tanto a los LEU de su zona como a los GR colaterales. Los GR se duplicarán en cada ENCE por razones de diversidad.

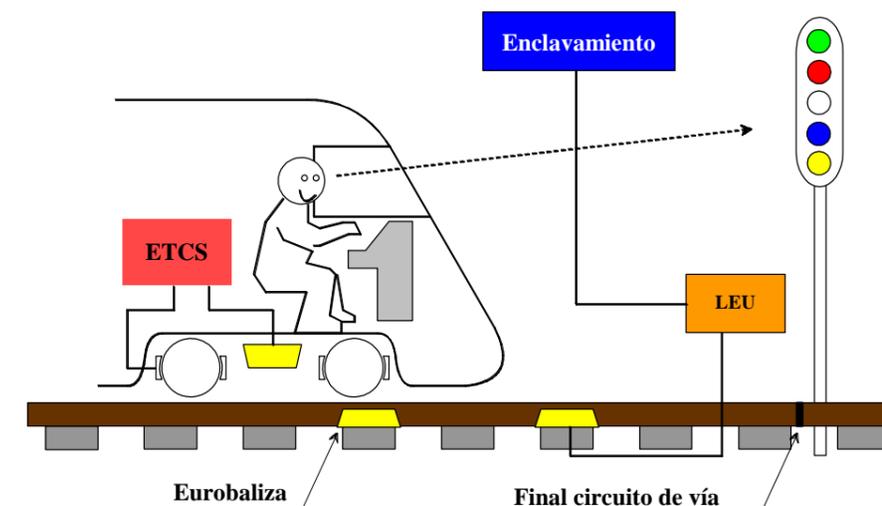
Las LTV dinámicas de Nivel 1 permitirán establecer una zona de limitación de velocidad cuya longitud máxima coincida con la del circuito de vía donde radica dicha limitación. La introducción de LTV será ajustable a una velocidad entre 0 y $(V_{max}-5)$ km/h, en saltos de 5 km/h.

Las LTV de Nivel 1 estáticas tendrán una longitud que en ningún caso será superior al cantón entre señales absolutas. Esta longitud se dividirá en dos para la LTV estática de menor valor cuando el cantón sea superior a 6 km.

La imposición de una limitación de velocidad de ERTMS Nivel 2 generará automáticamente una LTV de Nivel 1 equivalente, sin que se requiera acción adicional por parte del operador del PCE. Es decir, el modo en que una LTV es gestionada por los sistemas ERTMS/ETCS Nivel 1 y Nivel 2 será transparente al operador.

Preferentemente, los perfiles de velocidad se transmitirán mediante las Eurobalizas conmutables. Las condiciones de vía, track conditions, (requisitos genéricos, zonas neutras, túnel, viaducto, cierre de trampillas, grandes masas metálicas) serán transmitidas al equipo embarcado en Nivel 1 mediante las Eurobalizas fijas o de relocalización y en Nivel 2 a través del RBC.

Además, tanto las Eurobalizas fijas como conmutables se utilizarán para funciones de localización del tren y para calibrar su sistema de odometría.



Sistema ERTMS/ETCS Nivel 1

El cantonamiento en este nivel corresponderá a la sección de vía entre señales de entrada, salida y de bloqueo. La autorización de movimiento abarcará el número mínimo de cantones para que el tren pueda circular a la velocidad máxima permitida sin alcanzar la curva de frenado, renovándose con la suficiente antelación siempre que las condiciones lo permitan. Cuando sólo esté disponible el cantón por delante del tren, la autorización de movimiento llegará hasta la próxima señal y el tren deberá frenar al aproximarse a la

misma; la autorización se renovará al pasar por los puntos infill de la señal avanzada y de la señal principal.

Las transiciones de nivel se programarán siempre en las fronteras (entradas y salidas) de trayectos adyacentes equipados con distintos niveles de ERTMS/ETCS. Las transiciones de recuperación se programarán, preferentemente, en todas las señales de entrada de cada dependencia y en las señales de bloqueo.

El equipamiento básico del sistema ERTMS/ETCS Nivel 1, se compone:

- Eurobalizas fijas y conmutables.
- LEU.
- Centralizadores de LEU (CLC).
- Interfaz ERTMS.

El sistema ERTMS/ETCS Nivel 1 recibirá información de los ENCE relativa a las rutas y a los elementos de campo para su correcto funcionamiento.

Además, el equipamiento del Nivel 1 de operación se complementa con los siguientes equipos (comunes para el Nivel 1 y el Nivel 2 de ERTMS):

- Puesto Central de ERTMS (PCE), para supervisar las distintas funciones que componen los niveles 1 y 2 de ERTMS desde un punto centralizado.
- Equipo de registro jurídico para el PCE (JRU-PCE), para registrar la información (tanto generada como recibida por el propio PCE), incidencias o averías registradas relacionadas con el PCE y sus comunicaciones.
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento del PCE (SAM-CE), para almacenar los datos relevantes al mantenimiento del PCE.
- Servidor central de mantenimiento y diagnóstico (CM), que proporcionará la información que facilite y agilice las tareas de localización de averías y mantenimiento. Este sistema también permitirá la reconstrucción de eventos.
- Puesto Local de Operación de ERTMS (PLE), permite al operador la gestión del sistema ERTMS.
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento local (SAM-ERTMS local), para supervisar el funcionamiento de los equipos de ERTMS de forma local.
- Gestor de ERTMS (GR), para gestionar tanto la introducción como la anulación de las LTV tanto estáticas como dinámicas.

- Equipo de control de interfaces (PCI-ERTMS), para comunicarse el PCE con los diferentes equipos locales de ERTMS, así como con los RBC, quedando aislada la Red Unificada de Señalización y Detectores en la que se encuentran conectados.

2.2.3.1. Modificaciones del ERTMS / ETCS Nivel 1 Alta Velocidad

Para las distintas fases de obra, se trasladarán o instalarán las balizas de Nivel 1 fijas y conmutables de acuerdo a la configuración de vías y aparatos. También se instalarán balizas fijas de relocalización en los estacionamientos que no dispongan de ellas para permitir la relocalización del tren y la precisión en la parada del tren.

Para la comunicación de las balizas con los LEUs, se tenderán entre ambos cables de interfaz "C" por la red de canalizaciones.

Se instalarán nuevos centralizadores de LEUs (CLCs) y los LEUs correspondientes a las nuevas balizas.

Asimismo, se modificarán los equipamientos comunes de Nivel 1 y Nivel 2 de ERTMS:

- Puesto Central de ERTMS (PCE).
- Equipo de registro jurídico para el PCE (JRU-PCE).
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento del PCE (SAM-CE).
- Servidor central de mantenimiento y diagnóstico (CM)
- Puesto Local de Operación de ERTMS (PLE).
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento local (SAM-ERTMS local).
- Gestor de ERTMS (GR).
- Equipo de control de interfaces (PCI-ERTMS).

2.2.3.2. Modificaciones del ERTMS / ETCS Nivel 1 Línea Convencional

Se realizarán las modificaciones necesarias en el sistema ERTMS Nivel 1 asociado al enclavamiento de Chamartín como consecuencia de la nueva configuración de vías, incluyendo la modificación del armario de interface entre el sistema ERTMS Nivel 1 y el enclavamiento electrónico, ya que ambos son de distinta tecnología.

2.2.4. Sistema ERTMS / ETCS Nivel 2

La funcionalidad ERTMS/ETCS Nivel 2 cumplirá las especificaciones de requisitos del sistema ERTMS/ETCS, indicadas anteriormente.

El sistema ERTMS/ETCS Nivel 2 se basará en la información que proporciona el enclavamiento para la detección de presencia de tren en las secciones de vía, utilizando la red de radio móvil GSM-R para el intercambio de mensajes entre los RBC y los equipos embarcados. Las eurobalizas se utilizarán principalmente como puntos de referencia de la posición del tren permitiendo calibrar su sistema de odometría. Además, también se emplearán para los casos específicos previstos en las especificaciones, como pueden ser las transiciones de nivel o los handover entre RBC.

Más concretamente, los grupos de eurobalizas de relocalización se ubicarán a 250 metros antes de la señal virtual asociada, con el objeto de corregir el error de odometría antes de los puntos de parada de Nivel 2. Además, se complementará la instalación con grupos de eurobalizas de relocalización de tal forma que no haya una distancia superior de 1.500 metros entre dos grupos.

Los datos intercambiados entre el RBC y los trenes bajo su supervisión relativos a autorizaciones de movimiento, posición y velocidad de cada tren, incidencias y en general todas las informaciones relevantes para la circulación, se transmitirán en tiempo real al Puesto Central de ERTMS (PCE) a través de los canales de comunicación con los RBC.

Toda la información estará centralizada en los RBC. El RBC determinará la localización del tren a partir de la posición relativa enviada por el mismo, de la ocupación de las secciones de vía y de la ruta asignada.

Se podrán introducir mandos y peticiones al RBC, así como visualizar la información relevante, a través de los Puestos Locales de Operación de ERTMS (acceso local) o del PCE (acceso remoto).

Cada RBC dispondrá de la funcionalidad de registro jurídico (JRU-RBC) que permite grabar todos los eventos relevantes relacionados con la seguridad y el control del tráfico.

Los RBC dialogarán entre sí para permitir un control del tráfico fluido en cuanto al paso de los trenes de una zona controlada por un RBC a otra controlada por otro. Este proceso deberá ser transparente para el tren y la transferencia no provocará ninguna disminución de prestaciones.

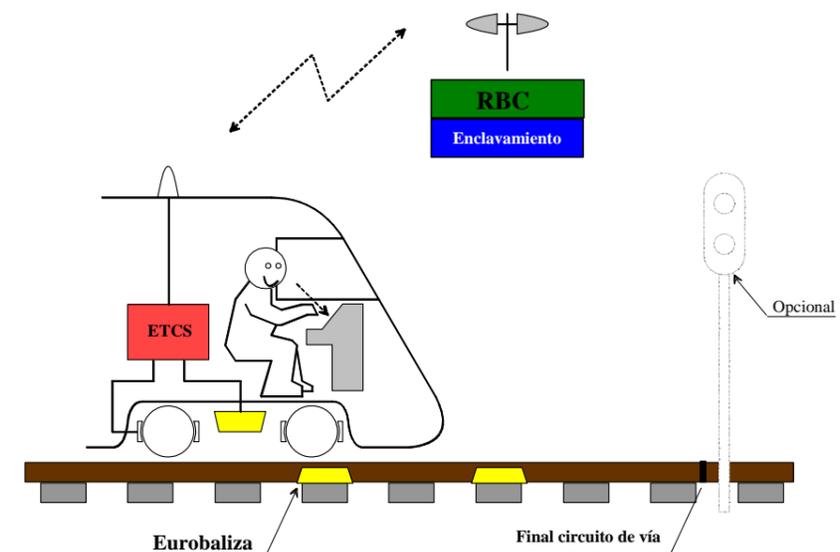
Para asegurar las comunicaciones radio vía – tren se empleará el sistema de gestión de claves basado en la especificación de UNISIG SUBSET 038. Este sistema de gestión utiliza claves criptográficas para garantizar la no perturbación de las informaciones de seguridad intercambiadas a través de GSM-R entre los equipos de vía (RBC) y los trenes (EVC).

Para la gestión de dichas claves se hace necesaria la existencia de Centros de Gestión de Claves (KMC), los cuales contribuyen a alcanzar la seguridad necesaria para la protección de datos ERTMS contra ataques malintencionados.

Las transiciones de nivel se programarán siempre en las fronteras (entradas y salidas) de trayectos adyacentes equipados con distintos niveles de ERTMS/ETCS. Las transiciones de recuperación se programarán, preferentemente, en todas las señales de entrada de cada dependencia y en las señales de bloqueo.

Las Limitaciones Temporales de Velocidad de Nivel 2 se asociarán a tramos de vía, y para definir las completamente, se deberá especificar el PK de inicio, PK de fin, vía y valor de la velocidad asociado a la LTV. La introducción de LTV será ajustable a una zona con un paso de ajuste de 10 m y a una velocidad entre 0 y (Vmax-5) km/h, en saltos de 5 km/h.

Como se indicó anteriormente, la imposición de una LTV de ERTMS Nivel 2 generará automáticamente una LTV de Nivel 1 equivalente, sin que se requiera acción adicional por parte del operador del PCE.



Sistema ERTMS /ETCS Nivel 2

El equipamiento básico del sistema ERTMS/ETCS Nivel 2, se compone:

- Centros de Bloqueo por Radio (RBC).
- Eurobalizas fijas para relocalización (también empleadas en el Nivel 1).
- Registrador Jurídico del RBC (JRU-RBC).
- Sistema de gestión de claves (KMC).

Además, el equipamiento del Nivel 2 de operación se complementa con los siguientes equipos (comunes para el Nivel 1 y el Nivel 2 de ERTMS), indicados anteriormente:

- Puesto Central de ERTMS (PCE), para supervisar las distintas funciones que componen los niveles 1 y 2 de ERTMS desde un punto centralizado.
- Equipo de registro jurídico para el PCE (JRU-PCE), para registrar la información (tanto generada como recibida por el propio PCE, incidencias o averías registradas relacionadas con el PCE y sus comunicaciones).
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento del PCE (SAM-CE), para almacenar los datos relevantes al mantenimiento del PCE.
- Servidor central de mantenimiento y diagnóstico (CM), que proporcionará la información que facilite y agilice las tareas de localización de averías y mantenimiento. Este sistema también permitirá la reconstrucción de eventos.
- Puesto Local de Operación de ERTMS (PLE), permite al operador la gestión del sistema ERTMS.
- Sistema de Ayuda al Mantenimiento local (SAM-ERTMS local), para supervisar el funcionamiento de los equipos de ERTMS de forma local.
- Gestor de ERTMS (GR), para gestionar tanto la introducción como la anulación de las LTV tanto estáticas como dinámicas.
- Equipo de control de interfaces (PCI-ERTMS), para comunicarse el PCE con los diferentes equipos locales de ERTMS, así como con los RBC, quedando aislada la Red Unificada de Señalización y Detectores en la que se encuentran conectados.

El sistema ERTMS/ ETCS Nivel 2 recibirá información de los ENCE relativa a las rutas y a los elementos de campo para su correcto funcionamiento. Este sistema es independiente de las señales laterales luminosas.

2.2.4.1. Modificaciones del ERTMS / ETCS Nivel 2 Alta Velocidad

El aumento de tráfico de trenes de ancho UIC en la estación de Chamartín que se producirá con la conexión de la cabecera sur con el túnel UIC.

El proyecto actual se ha diseñado para la configuración anterior, para ello se instalará un nuevo RBC asociado al enclavamiento de Chamartín en el edificio de Hiedra o en el nuevo edificio, en sustitución del actual, con la capacidad suficiente para la explotación completa de la estación de Chamartín.

Para el presente estudio, se ha previsto la ingeniería de modificación de la planificación y programación del software específico para el diseño de la lógica y programación propia del RBC actual y la instalación de un nuevo RBC.

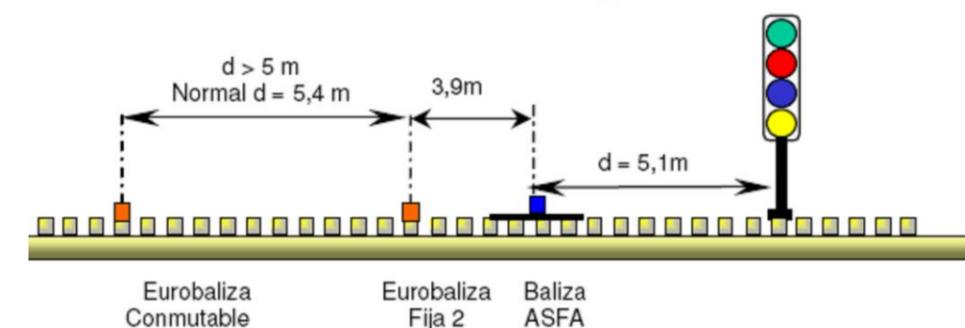
2.2.4.2. Reglas de ubicación de Eurobalizas de ERTMS/ETCS Nivel 1

La ubicación de las Eurobalizas deberá estar de acuerdo a la SUBSET-040: Dimensioning and Engineering rules, versión 2.3.0.

En cuanto a los criterios de distribución de Eurobalizas en campo y su asociación a señales se ha de tener en cuenta el documento "Requisitos funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2" de ADIF.

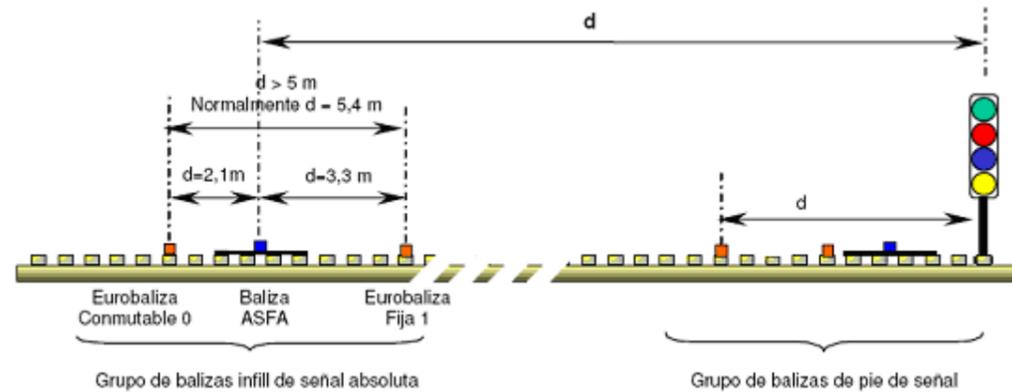
A continuación, se detalla la composición y situación de los puntos de información ERTMS Nivel 1.

- Cada señal de salida en vías generales o vías de apartado, se equipará con:
 - 1 Eurobaliza fija y 1 Eurobaliza conmutable a pie de señal (en el caso de Chamartín no se utiliza la segunda baliza conmutable, de acuerdo al diseño actual de la línea LAV Madrid-Valladolid).



Grupo de Eurobalizas de pies de señal de salida

- 1 Eurobaliza conmutable y 1 Eurobaliza fija en el grupo previo (infill).

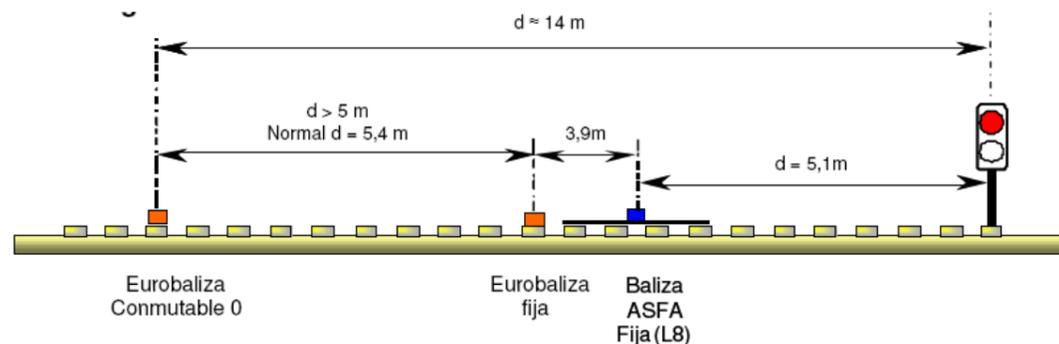


Grupo de Eurobalizas previo de señal de salida

En las señales de salida en vías con parada comercial el grupo de Eurobalizas infill se situará de forma que quede más allá del punto de parada del tren comercial más largo (400 m) estacionado, siempre y cuando este punto este situado a una distancia de la señal superior a 50 m. En el caso de que esta distancia sea inferior a 50 m, el grupo de Eurobalizas infill se situará más allá del punto de parada comercial del tren corto (200 m). En todo caso, la distancia mínima entre el grupo de Eurobalizas infill y la señal tanto en las líneas de alta velocidad como en convencional será de 50 m.

Para el resto de señales de salida, el grupo de Eurobalizas infill se situará de acuerdo con el documento "Requisitos funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2" de ADIF, donde aparecen distancias comprendidas entre los 100 m a los 500 m.

- Para las señales de maniobra o retroceso se instala 1 Eurobaliza conmutable y 1 Eurobaliza fija a pie de señal.



Grupo de Eurobalizas de señal de maniobra o retroceso

2.2.5. Sistema ASFA

En el ámbito de actuación del presente estudio, el sistema de Anuncio de Señal y Frenado Automático (ASFA) se encuentra instalado en vía como los siguientes sistemas operación:

- En Chamartín AV: como tercer nivel de operación, sistema de respaldo adicional del sistema principal de gestión y control del tráfico ferroviario (ERTMS) de la línea.
- En Chamartín LC: como sistema de respaldo o como sistema de operación principal para trenes que no estén equipados con sistemas de a bordo ERTMS.
- En Hortaleza: como sistema de operación principal.

Se ha previsto instalar el sistema ASFA Digital como sistema de operación en sustitución del sistema ASFA convencional.

Por tanto, se proyecta la instalación de baliza ASFA Digital con las siguientes hipótesis:

- No se incluye el interfaz digital, dado que, en el momento de redacción de este documento, no está desarrollado.
- Se proyectará con el interfaz antiperturbaciones analógico, dado que es un interfaz que requiere la alimentación de energía desde cabina teniendo, por lo tanto, una configuración similar al posible interfaz digital a desarrollar. En cualquier caso, se instalará el último interfaz ASFA acreditado por ADIF.
- El sistema a implantar deberá estar probado, validado, verificada su funcionalidad y autorizado por ADIF (acreditado) antes de su puesta en servicio, debiendo disponer de las correspondientes pruebas de validación y de verificación funcional.

2.2.5.1. Sistema ASFA Digital

La definición de los requisitos técnicos y funcionales necesarios del sistema ASFA Digital (ASFADV) cumplirán lo especificado en la Especificación Técnica ET 03.365.003.7 "ASFA Digital Vía". 2ª Edición. Junio 2017, así como las Reglas de Ingeniería para emplazamiento de Balizas ASFA en vía de Adif (ADIF-PE-205-002-002, procedimiento específico para la "instalación de balizas ASFA-DIGITAL VÍA (ASFADV)" de enero 2017).

El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático) es un sistema de control que envía a través de las balizas situadas en la vía (emisores), a pie de señal y en una posición previa a la señal, la información correspondiente al aspecto de la señal en cada momento al tren (receptor).

El sistema embarcado en el vehículo transmite dicha información al maquinista que debe reconocer la información acústica emitida por el mismo y actuar consecuentemente. En caso de ausencia de actuación, el sistema ASFA aplica automáticamente el freno de emergencia para detener el tren.

El sistema ASFA será compatible con la electrificación del tramo y con las perturbaciones generadas por las corrientes y retorno de tracción y las corrientes regenerativas del freno e interferencias electromagnéticas.

También se seguirán las indicaciones del Anexo nº 4 del manual de circulación capítulo nº 9 de la Dirección de Seguridad en la Circulación del Adif, respecto a las transiciones significativas de velocidad.

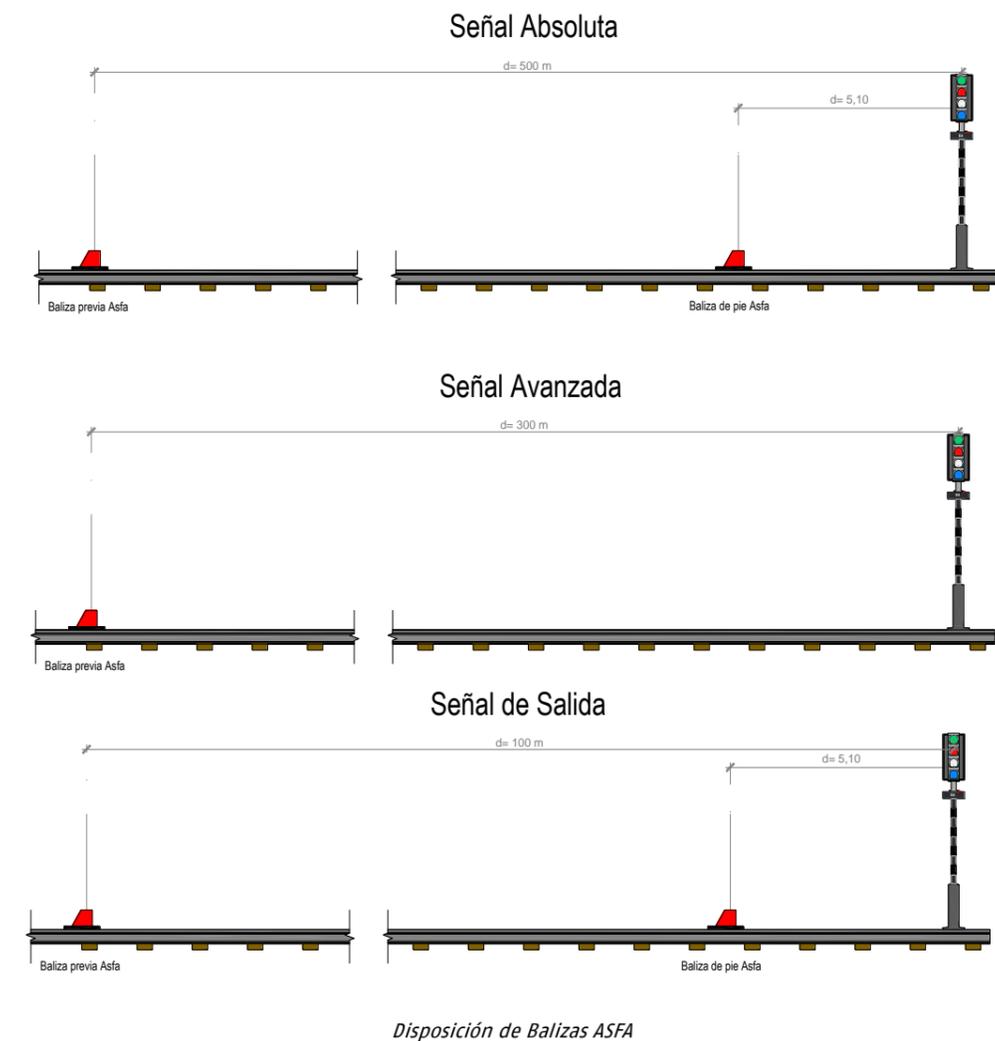
Se ha proyectado la instalación de la baliza del sistema ASFA Digital en todas las nuevas señales excepto retroceso y maniobra, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Todas las señales de entrada, de avanzada y de bloqueo dispondrán, además de la baliza de señal, de una baliza previa, situada a unos 300 metros antes de la señal. Asimismo, se dotará de baliza previa a todas las señales de salida a 100 metros aproximadamente.
- Se instalarán balizas ASFA asociadas a reducciones significativas de velocidad de acuerdo a lo indicado en la ET DICT-E-SI-ENC-03 "Suministro e instalación de cartelones y pantallas de información fija", en el caso de que se determine su necesidad.
- Se instalarán las interfaces necesarias del ASFA analógico con protección antiperturbaciones electromagnéticas, debido a que no están definidas las interfaces de ASFA Digital en el momento de realización de este documento.
- Se instalarán las interfaces necesarias del sistema ASFA analógico.
- Se instalarán balizas del sistema ASFA Digital (Anuncio de Señales y Frenado Automático) en todas las señales, sean de nueva instalación o existentes, en consonancia con el comunicado de cese de suministro de balizas ASFA analógicas de fecha 16-02-2017.

Se proyectará con balizas ASFA Digital y, considerando que, en el momento de realización del presente estudio, no está desarrollado el interfaz ASFA Digital, se incluirá el interfaz antiperturbaciones de ASFA analógico al considerarlo el más similar a lo que se estima que será el interfaz digital.

Disposición de las Balizas ASFA

En las figuras siguientes se muestra la disposición de las diferentes balizas ASFA, en función del tipo de señal luminosa asociada:



En particular, las balizas previas de las señales de salida se situarán a una distancia de 300 m en vías generales y a una distancia aproximada de 100 m en vías de apartado.

2.3. CTC y CRC

El control del tráfico de circulaciones de alta velocidad está basado en el modelo implantado en ADIF que consta de dos CRC de tiempo real: uno situado en la línea, y otro centralizado en Atocha Delicias. Ambos CRC de Tiempo Real tienen capacidad para controlar toda la línea, asimismo, están permanentemente activos, ofreciendo el mismo nivel de operatividad y control sobre la línea, de forma que un CRC de Tiempo Real no sea respaldo del otro. Son, posteriormente las necesidades operativas las que aconsejen que las operaciones se realicen desde un CRC, desde el otro o desde ambos de forma coordinada; para ello la plataforma DaVinci y los diferentes telemandos de los CRC contemplan en su funcionalidad y equipamiento este modo de funcionamiento.

En cualquier caso, el telecontrol de los enclavamientos de la línea de alta velocidad, sea cual sea el CTC que lo realice, se realiza de manera que siempre haya una consistencia de la información de los enclavamientos.

Por otro lado, el control del tráfico de circulaciones de ancho convencional de la estación de Chamartín y de la estación de Hortaleza se realiza en el CTC de la línea de ancho convencional, situado en la propia estación de Chamartín (edificio del Puesto de Mando).

Para dichas líneas, el CTC tendrá las funcionalidades básicas relacionadas con el control del tráfico ferroviario, representación sinóptica y videográfica en los puestos de operación multisistemas, y en el sistema general de retroproyección, etiquetado de los trenes, seguimiento de los trenes, telemando de los enclavamientos de la línea, gestión de alarmas e incidencias.

En el caso del CTC de alta velocidad, la representación en el panel de representación general (videowall) se hará a través de los sistemas propios del CRC.

Para el CTC de convencional, la representación se realiza en el panel general (videowall) propio del CTC.

Para ambos CTC (convencional y alta velocidad) el sistema dispone de una herramienta de reconstrucción del tráfico de trenes o "Moviola", la cual reproduce, gracias a los eventos registrados con la marca de la fecha y la hora, las secuencias del tráfico ferroviario, mostrándose en tiempo diferido y secuencialmente en un sistema videográfico, las ocupaciones de las secciones de vías por los trenes, la posición de los desvíos, las rutas establecidas o anuladas, rebases indebidos de señales en rojo, mandos emitidos por los

operadores, etc. Estos programas están únicamente aplicados al sistema de control centralizado del tráfico CTC. Éste sistema recibe la información de los enclavamientos y la registra, y también registra la generada por él mismo: los mandos emitidos por los TEG y por aplicaciones del CTC con automatismos de emisión de mandos.

El tratamiento de la información no es de seguridad, pero es fiable y se utiliza normalmente para el análisis de incidencias en la Explotación, por ejemplo, para comprobar un rebase indebido de una señal en rojo por un tren (número de tren, hora, etc.), y también, se emplea para el análisis de incidencias relacionadas con el mantenimiento de las instalaciones (pérdidas de comprobación, fusiones de señales, etc.). Esta aplicación será eminentemente gráfica, tanto de los elementos que se reproducen como de nuevos objetos que se consideren de interés. Los datos de funcionamiento del sistema de reconstrucción del CTC, los tomará de la base de datos relacional réplica conectada a la red corporativa. El CTC y los enclavamientos deberán registrar los eventos con la marca de la fecha y la hora en que se producen.

En el presente estudio se contemplan las modificaciones software necesarias para adaptarse a la nueva configuración de vías de la estación de Chamartín en los distintos equipos que componen el sistema de CTC, tanto para las instalaciones de Alta Velocidad como para las instalaciones de Ancho Convencional y la nueva configuración de vías de la estación de Hortaleza. Se llevarán a cabo, por tanto:

- Modificación del software del CTC de Alta Velocidad, en el CRC de Atocha y CRC de línea, incluyendo las bases de datos, órdenes e indicaciones y gráficos, para posibilitar el telecontrol de la nueva configuración de Chamartín dentro de la línea LAV Madrid – Valladolid.
- Modificación del software del CTC de Línea Convencional de Chamartín, incluyendo las bases de datos, órdenes e indicaciones y gráficos, para posibilitar el telecontrol de la nueva configuración de las estaciones de Chamartín LC y Hortaleza.
- Realización de las pruebas funcionales y técnicas de los equipos, en base a protocolos de pruebas establecidos previamente, incluyendo todos los ajustes necesarios.
- Puesta en servicio de las modificaciones.

2.4. Suministro de energía

2.4.1. Chamartín AV

2.4.1.1. Chamartín AV-Cabecera Sur

La alimentación de los equipos de las instalaciones de seguridad para Alta Velocidad de Cabecera Sur se realiza desde el edificio técnico Chamartín AV (calle Hiedra), que cuenta con una potencia instalada y un margen de ampliación suficiente para los nuevos elementos de campo y de cabina de la estación Chamartín AV-cabecera sur, como consecuencia de la nueva configuración, para cada una de las fases de ejecución del proyecto. Por tanto, no es necesario su modificación.

Se llevarán a cabo las siguientes actuaciones:

- Modificación del cableado de la red de distribución en 750 V para alimentar los nuevos elementos de campo.
- Conexión de los nuevos elementos de campo a la alimentación existente.

2.4.1.2. Chamartín AV-Cabecera Norte

Actualmente, la alimentación de los equipos de las instalaciones de seguridad para Alta Velocidad de Cabecera Norte se realiza desde el edificio del Puesto de Mando de Chamartín, de su cuadro eléctrico general parte el embarrado trifásico procedente de una doble acometida de red pública 3*400 V de 400 kVA de potencia, proveniente de dos anillos de energía desde el centro de transformación de la compañía pública para asegurar la disponibilidad del servicio.

Para la alimentación de las instalaciones se dispone de una SAI de 80 kVA y para la alimentación de las agujas trifásicas se dispone de una SAI de 30 kVA.

Las necesidades de espacio para las instalaciones asociadas a la nueva configuración de vías de Chamartín AV-Cabecera Norte hace necesario la construcción de un nuevo edificio técnico, ET Chamartín AV-Cabecera Norte.

Por lo que será necesario realizar las siguientes actuaciones:

La alimentación a los equipos de señalización y telecomunicaciones de Cabecera Norte, se efectuará desde el edificio técnico Chamartín AV-Cabecera Norte, a través de las siguientes fuentes de suministro:

- una monofásica a 230 V procedente de catenaria (previa transformación).
- y otra trifásica 400V procedente de la red pública.

El edificio técnico dispondrá, en su cuadro eléctrico general, de dos embarrados, uno para alimentación de consumos críticos (señalización, comunicaciones, línea de 750V, protección civil, motores de agujas y doméstica), y otro para alimentación de los consumos no críticos (aire acondicionado). Cada uno de estos embarrados se podrá alimentar tanto de catenaria (con filtros y estabilizadores independientes para cada embarrado) como de la red pública.

La alimentación principal será la procedente de catenaria y la secundaria la red pública.

Desde el embarrado general de alimentación a los consumos críticos se alimentarán los equipos de señalización y comunicaciones propios del edificio (incluyendo los consumos del telemando de energía, el control de accesos y la central contra incendios) a través de SAI monofásica, los equipos instalados en vía a través de 2 SAIs monofásicas cuya tensión de salida es elevada a 750 Vca mediante 4 transformadores monofásicos 230/750 V, los motores de los accionamientos a las agujas a través de SAI con salida trifásica a 400 V, los consumos de doméstica (sin SAI), y el cuadro de consumos de telecomunicaciones (detectores, telecomunicaciones fijas y video vigilancia, sin SAI).

Desde el embarrado general de alimentación a los consumos no críticos se alimentarán los equipos de aire acondicionado del edificio sin SAI.

Los consumos de vía serán alimentados desde las líneas de 750 V que recorren ambas vías. Desde el edificio técnico saldrán cuatro (4) líneas de 750 V alimentadas desde los cuatro transformadores elevadores monofásicos 230/750 V instalados en la sala de Acometidas y Cuadros del edificio. Cada uno de estos transformadores alimentará los siguientes tramos:

- Transformador 1.1. Alimenta en dirección "PK decreciente" los consumos de vía de zona oeste.
- Transformador 1.2. Alimenta en dirección "PK creciente" los consumos de vía impar.
- Transformador 2.1. Alimenta en dirección "PK decreciente" los consumos de vía de zona este.

- Transformador 2.2. Alimenta en dirección "PK creciente" los consumos de vía par.

Los transformadores 1.1 y 1.2 serán alimentados por una misma SAI monofásica y los transformadores 2.1 y 2.2 serán alimentados por otra misma SAI monofásica.

Las líneas de 750 V alimentan a los consumos de vía a través de los armarios de vía donde la tensión es reducida mediante transformador reductor 750/230 V.

En general los armarios de vía alimentan los consumos de vía, pudiendo alimentar un mismo armario varios consumidores cercanos.

Los cables de esta red de distribución de 750 V serán bipolares, de aluminio, apantallados y armados, tipo REF3Z1-K o RZ1F3Z1-K, de un máximo de sección de $(2 \times) 240 \text{ mm}^2$. La caída de tensión máxima adoptada en los circuitos de 750 V es de un 7% para dejar un margen de reserva del cable.

El cableado de la red de distribución de 750 V se modificará, además de por la nueva configuración de vías para dar continuidad a red de distribución existente. Para ello se tenderán nuevos cables, de la misma sección y características que los existentes, empalmándose los nuevos con los existentes, una vez termina la zona de afección.

2.4.2. Chamartín LC

En cuanto al suministro de energía para instalaciones de Chamartín LC, la situación actual se mantendrá durante todas las actuaciones y la situación definitiva. Los equipos que realizan la alimentación de las instalaciones de ancho convencional no se ven afectados, puesto que las necesidades de consumo disminuyen por la baja de servicio de los elementos de campo y de cabina asociados.

2.4.3. Hortaleza y Manoteras

Para el suministro de energía de las instalaciones de Hortaleza se utilizarán dos sistemas de energía existentes actualmente:

- Como sistema principal: línea de 2.200 V, que se utiliza habitualmente en las instalaciones de ancho convencional, y disponible a través de un centro reductor de 2200/230 V.
- Como sistema alternativo: anillo de 15 kV redundante alimentado de compañía, y disponible en la estación a través de un centro reductor de 15.000/230 V.

Para el suministro de energía de las instalaciones de Manoteras se utilizará el doble anillo redundante de 15 kV alimentado de compañía, y disponible a través de un centro reductor de 15.000/230 V.

El anillo de 15 kV redundante y la línea de 2.200 V son existentes y tienen potencia suficiente para alimentar las instalaciones de señalización y comunicaciones proyectadas en Hortaleza y Manoteras.

Las actuaciones a realizar son:

- Instalación en Manoteras de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI) modular, para garantizar un suministro continuo al enclavamiento, que cumplirá la especificación técnica de ADIF 03.365.940.0.

2.5. Redes de cables

En las distintas fases quedarán fuera de servicio los cables principales y secundarios de conexión con elementos de campo que se vean afectados por la modificación de la red de canalizaciones. Se proyecta la reposición de estos cables antes de concluir la fase, para que el equipamiento pueda estar prestando servicio en la fase siguiente, así como el tendido de nuevo cableado para permitir la explotación de los elementos de campos correspondientes a las nuevas vías que van entrando en servicio. El detalle de las actuaciones en la red de cables para cada fase se reflejará, en fase de proyecto, en los distintos planos de distribución de cables de cada una de las fases.

Como norma general se mantiene la estructura y tipología existente en las redes en servicio, tanto en las redes de alta velocidad como en las redes de cables convencional ya existentes, que se ampliarán o modificarán utilizando cables multiconductores y de cuadretes, de acuerdo a las características de cada elemento y de acuerdo a la especificación técnica de ADIF 03.365.052.4 "Cables multiconductores, pares y cuadretes para Instalaciones de Señalización y Telecomunicaciones".

Los cables principales tendidos entre el edificios técnico a cajas de conexión, y aquellos secundarios, tendidos entre cajas de conexión y elementos de campo, que por su longitud sean susceptibles de sufrir perturbaciones electromagnéticas producidas por el sistema de electrificación de la línea a 25 kV 50 Hz, se han previsto con factor de reducción 0,3. Esta circunstancia, de cables secundarios con factor de reducción, solo se presenta en los de alimentación a las balizas previas del sistema ASFA.

Se crearán nuevas redes de cableado que permitan el tendido de todos los cables conforme a la ejecución de las nuevas canalizaciones y fases de ejecución. En cualquier caso, en cada una de las fases, será necesario el tendido de cables provisionales para dar servicio de forma temporal a los elementos existentes que se vean afectados por la ejecución.

Todos los cables tendidos en túneles, accesos a edificios técnicos y en general para zonas donde transiten personas de forma permanente, tendrán cubierta ignífuga no propagadora de incendios de acuerdo a la citada especificación técnica ET 03.365.052.4.

Las características de los cables y criterios de diseño de la red de los distintos elementos de instalaciones de señalización son los siguientes:

- Se emplearán cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre señalización (señales y de motores), contadores de ejes y circuitos de vía. No se instalan armarios en campo, sino solamente cajas de terminales para la distribución de los cables de señalización y de los circuitos de vía, separando además en este último caso los cables de emisión de los de recepción.
- Se utilizan cables de cuadretes, como cables principales y secundarios, para los siguientes elementos de campo: señales laterales luminosas, alimentación balizas ASFA digital, contadores de ejes y circuitos de vía. El diámetro de los conductores será en general de 1,4 mm.
- Se utilizan cables multiconductor, de 1,5 mm² de sección, como cables principales y secundarios para motores de agujas y cables secundarios para balizas ASFA. No obstante, también es posible emplear cables de cuadretes para estos servicios.
- Se emplearán en los casos que así se requiera, cables con factor de reducción adecuado, para proteger contra interferencias inductivas. De este modo, los cables principales se han previsto con factor de reducción FR-0,3 en todos los casos. En cuanto a los cables secundarios sólo tendrán factor de reducción FR-0,3 los de las balizas previas de ASFA.
- En cuanto al tipo de cubierta empleado, se han previsto de tipo EAPSP ó CCPSSP en el caso general de los cables de trayecto. En el caso de los cables que se tienden en los túneles, como se ha citado anteriormente, deben tener cubierta ignífuga por lo que se han previsto de tipo EATST ó CCTSST.

Los servicios de los elementos enumerados se agruparán en distintas tiradas de cables principales, para lo que se utilizan los distintos tipos homologados

(cables de 3, 5, 7, 10 y 14 cuadretes, y cables de 4, 7, 9, 12, 19, 27, 37 y 48 conductores). Asimismo, se emplean cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre cables de señalización (diferenciando señales y motores), contadores de ejes y circuitos de vía.

2.6. Obra civil auxiliar

En la ampliación y modificación de la configuración de vías que se va a llevar a cabo en el presente estudio, será necesario compatibilizar la explotación de parte de las instalaciones mientras que simultáneamente se realizan obras de ampliación en otra zona de la estación.

En la estación de Chamartín existen en servicio dos redes de zanjas y canalizaciones independientes para las instalaciones en ancho convencional y para las instalaciones en ancho UIC. En cada una se encuentran tendidos los cables de instalaciones de señalización, protección de tren, telecomunicaciones y energía para cada uno de los anchos de vía. En la estación de Hortaleza también existe una red de zanjas y canalizaciones para el tendido de los cables de señalización, telecomunicaciones y energía.

Entre las actuaciones de obra civil para las instalaciones de seguridad y comunicaciones para el presente estudio se incluye la ejecución necesaria para:

- Ampliar la red de canalizaciones hacia los nuevos elementos, ya sea mediante canalización hormigonada bajo vías, en andén, mediante canaleta o zanja. Permitirán acceder a los nuevos elementos de campo de las instalaciones de seguridad instalados tanto en la zona de balasto, como de vía en placa en la zona de andenes, así como a todos aquellos elementos complementarios de las instalaciones de seguridad (cajas de terminales, accesos a entrevía para balizas, etc...).
- Desviar tramos de la red de canalizaciones actuales, cuya traza actual coincide con la futura traza de vías.
- Como consecuencia de los trabajos de construcción del paso inferior zona norte y ampliación del vestíbulo, será necesario realizar el apeo de los cables existentes en la canalización, para permitir el empuje del cajón del paso inferior. Las actuaciones necesarias para ello incluirán la excavación hasta la cota inferior de la canalización existente entre las cámaras extremas, demolición de la misma protegiendo en todo momento los cables en servicio, demolición de la cámara intermedia existente y apeo de los cables sobre estructura construida al efecto. Una vez finalizado el paso inferior se repondrá la canalización y la cámara existentes.

Estas actuaciones se irán realizando acorde con la distribución de actuaciones previstas por fases.

El diseño de la red de canalizaciones se ha realizado según las recomendaciones que figuran en la norma de ADIF NAP 3-0-0.0 "Instalaciones Ferroviarias de la Plataforma", particularmente en el apartado 3 "Canaletas y cruces para cables bajo las vías", así como de la norma "Sistemas de tendido subterráneo de cables", NAS 310 de ADIF. Genéricamente la obra civil auxiliar necesaria para el tendido de los diferentes tipos de cables será:

- Canaletas de plástico

Se utilizarán para el tendido de los cables secundarios desde las cajas de conexión hasta los diferentes equipos de las instalaciones de seguridad y comunicaciones situados en la proximidad de la vía.

- Canalizaciones hormigonadas

Las canalizaciones hormigonadas serán utilizadas para el tendido de cables primarios y secundarios de los distintos sistemas a instalar de señalización y comunicaciones. Se realizarán según figura en la citada norma de ADIF, NAS 310. Tal como indica en el modificativo nº 1 de la citada norma se realizarán en tubo corrugado de doble capa o con tubo rígido de PVC.

También se realizarán las canalizaciones necesarias para el tendido de cables en cruces bajo vías, pasos de andenes, etc.

Las canalizaciones bajo vías han de ser perpendiculares a la vía y se realizarán mediante el sistema de perforación horizontal, para ello, se seguirán las indicaciones de norma de ADIF NAV 2-1-5.0, "Obras de tierra. Perforaciones horizontales".

- Arquetas y cámaras de registro

Se definen las arquetas ó cámaras de registro los recintos subterráneos, accesibles desde el exterior, cuya aplicación principal es la de facilitar el tendido de cables, entre tramos de canalización subterránea y el alojamiento en su interior de los empalmes y bobinas de carga que durante el tendido de cables hubiera que instalar.

Se instalarán intercaladas entre dos secciones consecutivas de canalización hormigonada, así como en puntos de bifurcación o cambio de dirección de las canalizaciones y en transiciones de sistemas de tendido de cables.

2.7. Edificación

Las necesidades de espacio para las instalaciones asociadas a la nueva configuración de vías de Chamartín AV-Cabecera Norte no es posible instalarlas en el enclavamiento actual de Chamartín AV, ubicado en la planta baja del edificio del Puesto de Mando de Chamartín, y hace necesario la construcción de un nuevo edificio técnico.

Dicho edificio técnico de nueva construcción alojará al nuevo enclavamiento de Chamartín AV-Cabecera Norte, se ubicará en un lugar lo más centrado posible respecto a los elementos a mandar y supervisar.

El lugar propuesto para construir el nuevo edificio técnico es el espacio que hay entre las futuras vías 13 y 14, cerca de la zona actual del Cambiador de Anchos.

El edificio para el nuevo enclavamiento a proyectar se construirá en la primera actuación de las obras a realizar.

A título informativo, la superficie que se estima necesaria para alojar la totalidad del equipamiento a instalar será no menor de 410 m².

No obstante, el tamaño del edificio a construir y su ubicación definitiva se establecerán en el proyecto constructivo.

Se considera necesario que el edificio a construir disponga de las siguientes estancias:

- Sala de Telecomunicaciones
- Sala Otros Sistemas
- Sala Energía
- Sala Sistemas Auxiliares
- Sala Señalización y Ordenadores
- Sala Acometidas y Cuadros
- Sala de Seguridad
- Sala de Baterías

El edificio técnico se adecuará específicamente para su cometido mediante las siguientes actuaciones:

- Dotación de falso suelo antiestático y antideslizante (salvo en la sala de baterías).
- Mobiliario: mesas, sillas y estanterías.
- Instalación de climatización y ventilación.
- Instalación de saneamiento.

- Instalación de fontanería.
- Instalación eléctrica y alumbrado.
- Instalación de red de tierras y sistema pararrayos.
- Instalación de protección contra incendios.
- Puesto de concentrador de alarma

El edificio técnico se proyectará de acuerdo con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE) y la Norma Sismorresistente vigente.

El nuevo controlador de objetos de Manteras para el mando y recepción de información de las vías de ancho UIC entre Chamartín y Hortaleza requiere la adecuación de los espacios asignados para señalización y comunicaciones en el edificio técnico de Manteras (Fuente de La Mora).

Las salas técnicas se adecuarán específicamente para su cometido mediante las siguientes actuaciones:

- Dotación de falso suelo antiestático y antideslizante.
- Mobiliario: mesas, sillas y estanterías.
- Instalación de climatización y ventilación.
- Instalación eléctrica y alumbrado.
- Instalación de protección contra incendios.

2.8. Sistema de comunicaciones

2.8.1. Redes de cables

Con el objeto de mantener operativas las comunicaciones fijas se deberán reponer todos los cables que resulten afectados durante la realización de las obras.

De acuerdo a las diferentes fases de obra, y en la medida en que los cables se vean afectados por las mismas, se deberán reponer todos los cables de fibra óptica desde Chamartín hasta la primera arqueta de empalme o segregación que se encuentre a continuación de la zona afectada. El procedimiento sería el siguiente:

- i. Establecer los puntos en los que realizar los empalmes, en ambos extremos de la situación provisional.
- ii. Realizar la instalación de sendas arquetas de empalme en los puntos definidos.

- iii. En caso de que sea necesario que el cable retal de fibra óptica salve la zona asociada a los trabajos de la situación provisional o de la plataforma, realizar el cruce de vía correspondiente.
- iv. Realización del tendido del cable retal con monotubo en zanja por un recorrido en el que se asegure que no se verá afectado por ninguno de los trabajos, o a las nuevas actuaciones asociadas a las situaciones provisionales. Y finalización con una coca en extremo en las arquetas de empalme definidas.
- v. En sincronización con montaje de vía, y los cortes solicitados para los trabajos a realizar para poner en servicio la situación provisional, corte del cable actualmente en servicio y ejecución inmediata de los empalmes del cable del retal en cada uno de los extremos definidos por las arquetas de empalme. Esta actuación realizarla en coordinación con los Operadores con el objeto de minimizar el impacto, inicialmente se plateará en horario nocturno.
- vi. Realización y verificación de continuidad, así como del cumplimiento con los requerimientos establecidos para las medidas asociadas a los nuevos empalmes.

El procedimiento descrito sólo se ejecutará sino existiese una solución alternativa, que permitiese el traslado del cable actual de fibra óptica a una zona que evite las afecciones que se pudiesen de los trabajos proyectados.

Los nuevos cables de fibra óptica se tenderán a través de las nuevas canalizaciones a realizar para sustituir a los actuales cuando se den de baja las canalizaciones actuales, deberán ser de las mismas características y especificaciones que los actuales.

Se repondrán también las arquetas de empalme y segregación donde actualmente se encuentran los cambios entre los cables ignífugos y los cables no ignífugos. En dichas arquetas se realizarán los empalmes en recto para los cables, y las segregaciones necesarias.

Todos los cables nuevos deberán empalmarse con los cables actuales en la primera arqueta de empalme o segregación más allá de la zona afectada.

Los cables de segregación se deberán conectar en los armarios de los cuartos o casetas correspondientes para poder dar continuidad a los servicios actuales cuando se den de baja los cables actuales.

2.8.2. Sistema de comunicaciones fijas

El Sistema de Telecomunicaciones Fijas presta soporte y servicios de comunicaciones a la operación, gestión, mantenimiento y administración de la línea. Está compuesto del conjunto de sistemas que dan soporte a los servicios de comunicaciones demandados por diversos usuarios externos al sistema (señalización, GSM-R, detectores, etc.),

Estos diferentes sistemas usan varias tecnologías (SDH, PDH, IP) pero todos ellos se apoyan sobre la red de cables de fibra óptica tendidos a cada lado de la vía.

Para el nuevo edificio técnico Chamartín AV-Cabecera Norte proyectado en este anejo, será necesario dotarle del equipamiento necesario para integrarse dentro de la red. Este deberá estar comunicado con el enclavamiento actual, hasta que está dado de baja, de Chamartín AV, ubicado en la planta baja del edificio del Puesto de Mando de Chamartín. Las actuaciones serían las siguientes:

- Suministro e instalación de nuevos equipos de acceso SDH en cuartos de telecomunicaciones
- Suministro e instalación de nuevo equipamiento de Telefonía de Explotación necesario para los nuevos servicios
- Suministro, instalación, tendido, ejecución y pruebas ópticas de cajas de empalme, cables de segregación y repartidores ópticos necesarios
- Ejecución de la obra civil auxiliar necesaria para la ejecución de las segregaciones de fibra óptica que dará soporte a todos los equipos de comunicaciones (apertura y tapado de canaleta, arquetas, canalizaciones, canaletas, cruces de vía, etc.)
- Suministro, instalación, configuración, pruebas y puesta en servicio del sistema de energía para alimentar a los equipos de Telecomunicaciones en los cuartos de telecomunicaciones
- Los nuevos equipos se deberán integrar en el gestor existente debiendo resolverse por parte del adjudicatario sin coste adicional para Adif cualquier problema que pudiera surgir entre las diferentes versiones de equipos (nuevos o existentes) y gestores de los que se disponga en toda la red de Adif afectada.
- Todos los trabajos de diseño, configuraciones y pruebas necesarias para la interconexión de las nuevas instalaciones con las redes existentes. Se

debe tener en cuenta que las tarjetas e interfaces a instalar deben ser compatibles con los equipos existentes

Las mismas actuaciones se llevarán a cabo si existieran más emplazamientos con necesidades de comunicaciones.

2.8.3. Sistema de comunicaciones móviles GSM-R

El sistema GSM-R es parte indispensable del sistema ERTMS / ETCS de Nivel 2, actualmente instalado en la parte de Alta Velocidad de la estación, además de proporcionar cobertura radio para la comunicación entre el tren y los puestos de mando.

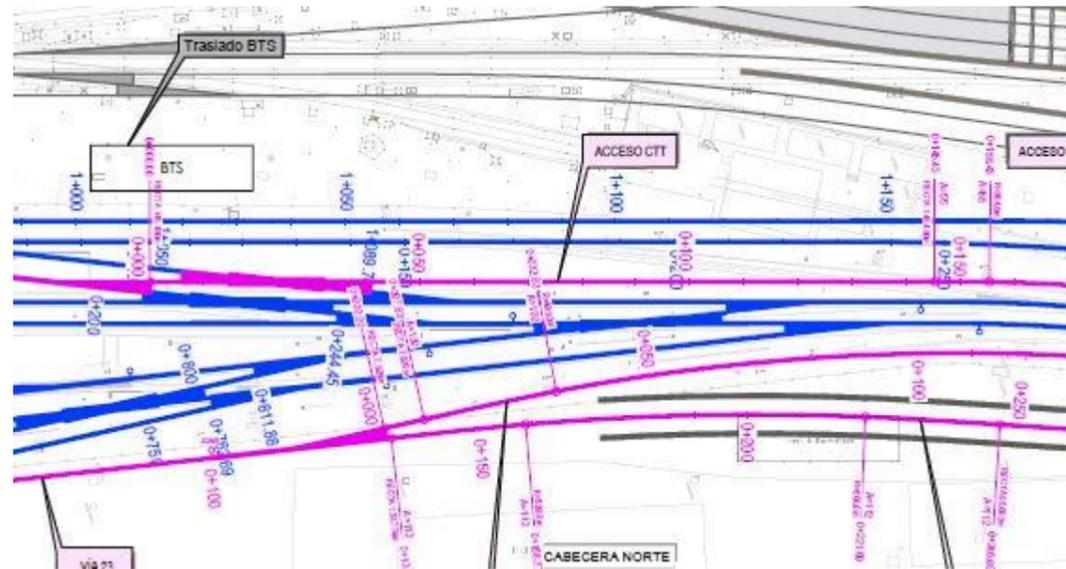
La cobertura actualmente la proporcionan las BTS 1A, 1B, 2A y 2B de la Línea de Alta Velocidad Madrid-Segovia-Valladolid.

Por motivo de las actuaciones proyectadas en fase 1 de Vía de las nuevas playas de vías, hay afecciones a los siguientes emplazamientos, por lo que habrá que reubicarlos.

| Nombre | PK | Lado de vía (PK creciente) |
|--------|-------|-------------------------------|
| BTS 1A | 1+310 | Derecho |
| BTS 1B | 2+245 | Izquierdo |

También se ven afectados las casetas de operadores (BTO) dependiente de los emplazamientos antes citados. Se propone las nuevas ubicaciones que se muestran en las figuras:

• 1A



• 1B



El equipamiento, a decisión de Dirección de Obra, podrá ser reutilizado de los emplazamientos actuales, o bien, equipamiento nuevo.

Los nuevos emplazamientos serán integrados dentro de la red actual GSM-R.

2.8.4. Sistema de comunicaciones móviles Tren Tierra

En el ramal de Hortaleza hay despliegue del sistema de radiocomunicación Tren Tierra, el cual ofrece comunicación de voz entre las estaciones y puestos de mando con los trenes.

No se han detectado afecciones con los puestos fijos instalados en el alcance de este proyecto.

Para las nuevas ubicaciones en cuanto a las actuaciones de obra civil, serán:

- Adecuación del terreno y estudio geotécnico
- Obra civil para la losa de la caseta y cimentación torre/mástil
- Arquetas y canalizaciones hacia los nuevos emplazamientos