

# **PROYECTO DE SISTEMA DE CONTROL, MANDO Y SEÑALIZACIÓN (CMS) DE LA RED DE FERROCARRIL DEL PUERTO EXTERIOR DE A CORUÑA.**

ANEJO N° 16. SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN Y PROTECCIÓN DEL TREN

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>			
<b>2</b>	<b>RELACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR .....</b>	<b>1</b>			
2.1	ALCANCE.....	1			
2.2	UBICACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES .....	2			
2.3	NORMATIVA APLICABLE.....	3			
<b>3</b>	<b>SITUACIÓN ACTUAL DEL PUERTO EXTERIOR DE A CORUÑA .....</b>	<b>4</b>			
<b>4</b>	<b>SITUACIÓN DE PARTIDA DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>			
<b>5</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN A PROYECTAR.....</b>	<b>5</b>			
5.1	ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO .....	5			
5.1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL.....	5			
5.1.2	CONFIGURACIÓN Y ARQUITECTURA DE LOS ENCLAVAMIENTOS.....	6			
5.2	SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO (SAM).....	7			
5.2.1	SAM LOCAL .....	8			
5.2.2	SAM CENTRAL.....	8			
5.3	REGISTRADOR JURÍDICO (JRU).....	8			
5.3.1	Características técnicas.....	9			
5.3.2	Características funcionales.....	9			
5.3.3	Características de la información almacenada .....	10			
5.4	PUESTO DE MANDO LOCAL.....	10			
5.4.1	Hardware .....	10			
5.4.2	Software.....	11			
5.4.3	Funcionalidad .....	11			
5.5	BLOQUEO.....	11			
5.5.1	Interconexión entre enclavamientos.....	12			
5.6	COMUNICACIONES DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN.....	12			
5.6.1	Comunicaciones con los sistemas locales del Enclavamiento Electrónico .....	13			
5.7	SISTEMAS DE PROTECCIÓN DEL TREN .....	13			
5.7.1	Introducción .....	13			
5.7.2	Sistema ASFA Digital.....	14			
5.7.3	SISTEMA ERTMS/ETCS .....	16			
5.8	CARTELONES Y PANTALLAS DE INFORMACIÓN FIJA.....	17			
5.8.1	CAMBIO SIGNIFICATIVO DE VELOCIDAD.....	18			
5.9	SEÑALES LUMINOSAS.....	18			
5.9.1	Denominación de las señales laterales luminosas .....	20			
5.10	ACCIONAMIENTOS DE AGUJA.....	20			
5.11	SISTEMA DE DETECCIÓN DE TRENES.....	21			
5.11.1	Circuitos de vía .....	21			
5.11.2	CONTADORES DE EJES.....	23			
5.12	SUMINISTRO DE ENERGÍA A LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN .....	25			
5.13	INTERSECCIONES ESPECIALES .....	25			
5.13.1	FUNCIONAMIENTO DE LAS INTERSECCIONES ESPECIALES .....	26			
5.13.2	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN EN LA CARRETERA.....	28			

5.13.3	EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN EN LA VÍA FÉRREA .....	29
5.13.4	REQUISITOS DE SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE PROTECCIÓN .....	32
5.13.5	SISTEMAS DE REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE CIERRE EN PROTECCIONES DE INTERSECCIONES ESPECIALES ENCLAVADAS .....	33
5.14	CONTROL DE TRÁFICO CENTRALIZADO (CTC) .....	33
5.15	OBRA CIVIL AUXILIAR.....	33
5.16	RED DE CABLES DE SEÑALIZACIÓN .....	33
5.16.1	Recomendaciones .....	34
5.17	DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN, INGENIERÍA Y PRUEBAS .....	34
5.18	RAMS	35
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMIENTO DEL ENCLAVAMIENTO .....</b>	<b>35</b>
6.1.1	Unidad central de proceso del enclavamiento para las estaciones	36
6.1.2	Rack para el alojamiento de las tarjetas vitales o no vitales .....	36
6.1.3	Módulo para el encendido y el control de las señales .....	36
6.1.4	Módulo de entradas de seguridad para la comprobación de los elementos .....	36
6.1.5	Módulo de salidas de seguridad para el mando de los elementos de campo .....	37
6.1.6	Módulos de mando de agujas .....	37
6.1.7	Módulos no vitales para el control del interfaz con el puesto local...	37
6.1.8	Cálculo de las entradas vitales y de las salidas vitales .....	37
6.2	CONFIGURACIÓN DE LOS ENCLAVAMIENTOS .....	38

<b>7</b>	<b>FASES CONSTRUCTIVAS.....</b>	<b>40</b>
7.1	ENCLAVAMIENTO.....	40
7.2	SEÑALIZACIÓN: EQUIPAMIENTO DE CAMPO.....	40
7.3	OBRA CIVIL AUXILIAR.....	40



## 1 INTRODUCCIÓN

Este Anejo tiene por objeto definir y describir las instalaciones, obras y procesos constructivos a llevar a cabo, con el grado de definición suficiente, para posibilitar la ejecución de las obras de los sistemas de Señalización, Protección del Tren y Telecomunicaciones en la nueva red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña definida en el presente proyecto.

El resumen y visión general de los trabajos previstos en este proyecto podemos resumirlos en los siguientes:

- Instalación de enclavamiento electrónico de última generación y los equipos interiores para las instalaciones de campo.
- Instalación de puesto local de operación para gestión de la red interior.
- Instalación de señales luminosas fundamentales.
- Instalación de sistemas de detección de tren: contadores de ejes desde el PK 5+400.
- Instalación de sistema de protección del tren tipo ASFA Digital en la señal de avanzada y la señal de entrada al Puerto Exterior.
- Instalación de las eurobalizas necesarias para realizar la transición de ERTMS Nivel 1 a Nivel 0 para entrar al Puerto Exterior.
- Instalación de accionamientos eléctricos en todos los aparatos de vía de la red interior del Puerto Exterior.
- Instalación de los equipos para conexión con la red IPMM del ADIF.
- Instalación de los sistemas de VCA, control de accesos y anti-intrusión para el nuevo edificio técnico.
- Instalación de los armarios de comunicaciones y de videovigilancia en las intersecciones especiales.
- Definición de 5 intersecciones especiales con señalización acústica y luminosa y semibarreras.

- Diseño de la obra civil auxiliar necesaria para el cableado de las instalaciones de señalización.
- Tendido de la red cableado para las instalaciones de señalización y telecomunicaciones.

Los detalles de todas estas actividades se desarrollarán en puntos sucesivos de este anejo.

A falta de esquema de señalización de la GAPI (ADIF), se toma como documentación de partida la de los proyectos constructivos previamente redactados, esto es:

- “Proyecto Constructivo del Acceso Ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña en Punta Langosteira”, redactado por Idom y Novotec con fecha septiembre de 2021.
- “Proyecto Constructivo de la Red Interior del Puerto Exterior de A Coruña”, redactado por Idom y Novotec con fecha diciembre de 2019.

Adicionalmente se ha considerado la información recabada en la visita a campo realizada por el equipo de señalización el 14 de marzo de 2023.

No obstante, el diseño final de las instalaciones proyectadas en este Proyecto queda supeditada a la elaboración de la Consigna de la Red Ferroviaria Interior del Puerto Exterior de A Coruña.

La nomenclatura utilizada en el proyecto se ha determinado teniendo en cuenta la NAG 2-0-1.0\_1E “Designación de vías y componentes de la superestructura en la red. (1ª ed.+Erratum)”, con fecha enero de 2017.

## 2 RELACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES A REALIZAR

### 2.1 ALCANCE

El ámbito de las actuaciones a realizar en este proyecto sobre el Puerto Exterior de A Coruña, circunscritas al ámbito ferroviario, contemplan la ejecución de la nueva red ferroviaria del Puerto Exterior. Se enmarca entre la señal de entrada al Puerto Exterior

E2P situada en el PK 5+400 del Ramal de Acceso Ferroviario al Puerto Exterior, y las toperas finales de las vías 1, 3, 5 y 7, con los nuevos trazados a lo largo del Puerto Exterior y con la configuración definitiva de vías.

Además, para comprender el conjunto de las actuaciones y la funcionalidad de la red ferroviaria interior del Puerto Exterior, es necesario ampliar el ámbito de estudio más allá del Ramal de Acceso Ferroviario al Puerto Exterior hasta la bifurcación de las vías del eje Atlántico (triángulo A) y hasta la estación de A Coruña.

Este proyecto se ejecutará de forma conjunta y coordinada con el “Proyecto de Prolongación del Acceso Ferroviario y Red Interior en el Puerto Exterior de A Coruña” redactado por Ineco, y con el “Proyecto Constructivo del Acceso Ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña en Punta Langosteira” redactado por Idom y Novotec.

El objetivo de la actuación consiste en el diseño de las instalaciones de señalización de la nueva red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña a lo largo del trazado ámbito del proyecto, realizando para ello diversas actuaciones, en concreto:

- Se instalará un nuevo enclavamiento electrónico (ENCE) de última generación en la sala de señalización del Edificio Técnico del Puerto Exterior de A Coruña.
- Se realizarán la adaptación de las relaciones de bloqueo del ENCE del Puerto Exterior con el ENCE de A Coruña, a través de direccionamiento IP.
- Se instalará un nuevo Puesto Local de Operación (PLO), un nuevo Registrador Jurídico (JRU) y un nuevo Sistema de Ayuda al Mantenimiento del enclavamiento (SAM).
- Se instalarán nuevas señales con focos tipo LED.
- Se suministrarán e instalarán las pantallas fijas de información (cartelones) que sean necesarias.
- Se suministrarán e instalarán nuevos accionamientos de aguja en todos los aparatos de vía proyectados.

- Se instalarán todos los cables, armarios y cajas de conexión necesarios para el funcionamiento del sistema.
- Se instalará desde la frontera con el ADIF en el PK 5+400 un sistema de detección del tren basados en contadores de ejes de última generación.
- Se instalarán el sistema de protección del tren ASFA Digital para la entrada al Puerto en la señal E2P y en la señal de avanzada E'2P.
- Se instalarán los equipos de sonería, de señalización luminosa y de semibarreras para la protección de las 5 intersecciones especiales.
- Se diseñará la obra civil necesaria para el soporte de todo el equipamiento de señalización:
  - Obra civil auxiliar para canalizaciones, canaletas, zanjías, arquetas y cámaras de registro, cruces bajo vía y cruces bajo carretera.
  - Ejecución de cámaras y arquetas de entrada de cables a la sala de señalización y telecomunicaciones del Edificio Técnico del Puerto Exterior de A Coruña.
- Se realizarán todas las pruebas necesarias para la puesta en servicio de todo el sistema.

## **2.2 UBICACIÓN DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

Los trabajos a realizar se localizan en el Puerto Exterior de A Coruña. A fecha de redacción del proyecto, el Puerto Exterior no cuenta con una red ferroviaria interior. Se proyecta una configuración de 4 vías de ancho mixto (ibérico y UIC) de distinta longitud. Tiene una longitud total aproximada de 2,419 km. No se prevé a corto plazo que las vías se electrifiquen.

El ámbito del proyecto se extiende hasta el ENCE de la estación de A Coruña con el que se establecerá la interfaz de Bloqueo.

## **2.3**      **NORMATIVA APLICABLE**

Se lista toda la normativa de aplicación al presente proyecto a fecha de redacción:

- NAP 1-2-1.0 "Metodología para el diseño del trazado ferroviario. 1ª Edición.", de enero de 2021.
- NAP 2-3-0.0\_ED2M1 "Obras complementarias de la plataforma. (ED2M1).", de enero de 2023.
- NAP 3-0-0.0\_2M1 "Instalaciones ferroviarias de la plataforma. 2ª Edición+M1", de noviembre de 2019.
- ET 03.305.001.4\_1M1 "Canaletas prefabricadas de hormigón para cables. (1ª Edición+M1)", de enero de 2020.
- NAV 7-1-0.7 "Diseño y montaje de vía sin balasto para obra nueva. 1ª Edición.", de enero de 2021.
- NAG 2-0-1.0\_1E "Designación de vías y componentes de la superestructura en la red. (1ª ed.+Erratum)", de enero de 2017.
- NS 03.432.325.3 "Sistemas para reducción de tiempos de cierre en protecciones de pasos a nivel enclavados (S.B.E.)", de enero de 2003.
- ET 03.365.513.5\_2E "Armarios de alimentación eléctrica para pasos a nivel.", de enero de 2019.
- ET 03.365.521.8\_3 "Señales luminosas acústicas a la carretera y peatones para pasos a nivel. (3ª ed.)", de febrero de 2022.
- ET 03.365.523.4 "Destelladores para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", de febrero de 1995.
- ET 03.365.525.9 "Convertidores para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", de febrero de 1995.
- ET 03.365.526.7 "Temporizadores electrónicos para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", de febrero de 1995.
- ET 03.365.527.5 "Circuitos de vía cortos para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", de febrero de 1995.
- ET 03.365.528.3\_2 "Armarios de mando local para instalaciones de seguridad para pasos a nivel. (2ª ed.)", de junio de 2017.
- ET 03.365.529.1\_2E "Accionamiento eléctrico de barrera para pasos a nivel.", de enero de 2019.
- ET 03.365.540.8 "Módulo de mando electrónico para Pasos a Nivel.", de enero de 2000.
- ET 03.365.541.6\_2 "Sistema detector de obstáculos para Pasos a Nivel Renfe. (2ª ed.)", de julio de 2011.
- ET 03.365.543.2 "Señalización luminosa en plumas de barreras de Pasos a Nivel", de noviembre de 2004.
- ET 03.365.545.7 "Adaptadores de nivel de tensión con el módulo de mando de pasos a nivel.", de diciembre de 2004.
- ET 03.365.551.5 "Registradores de eventos para Pasos a Nivel", de enero de 2020.
- ET 03.365.555.6 "Sistemas de detectores de tren por pedales electrónicos para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", de abril de 1999.
- ET 03.365.560.6 "Sistema de protección de paso a nivel tipo Adif.", de julio de 2022.
- NAT 300 "Sistemas de puesta a tierra de las instalaciones de seguridad y comunicaciones", de noviembre de 1982.
- NAS 154\_2 "ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas". (2ª ed)", de diciembre de 2021.
- NAS 811 "Diseño de instalaciones de control, mando y señalización. 1ª Edición.", de enero de 2021.
- NAS 812 "Enclavamientos electrónicos. Funcionalidad para tercer carril", de enero de 2017.
- NAS 813 "Enclavamientos electrónicos. Proximidades y diferímetros de disolución de rutas.", de junio de 2017.



- NAS 814 “Enclavamientos electrónicos. Secuencias de aspectos de señales.”, de enero de 2020.
- NAS 818 “Enclavamientos electrónicos. Bloqueos automáticos, de liberación automática y de control automático. 1ª Edición.”, de enero de 2021.
- NAS 819 “Enclavamientos electrónicos. Arquitectura física. (1ª Edición).”, de febrero de 2022.
- NRS 01 “Norma funcional y técnica para sistemas de control de tráfico centralizado (C.T.C.)”, de octubre de 1999.
- NRS 02 “Norma funcional del interface de usuario para operadores y supervisores de control de tráfico centralizado”, de octubre de 1999.
- NRS 03.432.310 “Normas sobre los sistemas de tendido subterráneo de cables”, de octubre de 1994.
- ET 03.365.003.7\_2MIE “ASFA digital vía. (2ª ed.+M1+Erratum)”, de enero de 2020.
- ET 03.365.005.2 “Suministro de transformadores de señal”, de diciembre de 1975.
- ET 03.365.006.0\_3 “Suministro de señales alfanuméricas. (3ª ed.)”, de marzo de 2005.
- ET 03.365.011.0\_1M1 “Señales luminosas modulares para focos led. (1ª ed.+M1)”, de enero de 2020.
- ET 03.365.310.6\_ED3M1 “Sistemas electrónicos de detección de tren basados en contadores de ejes. (ED3M1).”, de enero de 2023.
- ET 03.365.311.4 “Sistemas de detección de tren basados en circuitos de vía de audiofrecuencia”, de enero de 2017.
- ET 03.365.401.3 “Accionamientos electromecánicos de agujas”, de marzo de 2000.
- ET 03.365.501.0 “Focos Led para señales luminosas modulares”, de junio de 2017.
- ET 03.365.052.4\_2 “Cables para las instalaciones de señalización. (2ª ed.)”, de julio de 2021.
- ET 03.365.055.7\_2E “Cajas polivalentes para instalaciones de señalización. (2ª Edición+Erratum).”, de julio de 2021.
- ET 03.365.200.9\_2 “Suministro de armarios de señalización. (2ª ed.)”, de septiembre de 1987.
- ET 03.365.530.9 “Teléfonos de intemperie”, de diciembre de 1976.
- ET 03.365.940.0 “Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para Instalaciones de Seguridad”, de enero de 1996.
- Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.
- Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria.
- Real Decreto 469/2021, de 29 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria.
- [ETC FR] “Especificación Técnica de Circulación. Cálculo de Distancias de Frenado”, 2ª edición, emitida por la AESF en diciembre de 2021.
- [ETC PN] “Especificación Técnica de Circulación. Sistemas de Protección en Pasos a Nivel”, 1ª edición, emitida por la AESF en octubre de 2020.
- Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.
- Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante.

### **3 SITUACIÓN ACTUAL DEL PUERTO EXTERIOR DE A CORUÑA**

A fecha de redacción de proyecto, el Puerto Exterior de A Coruña no dispone de ningún tipo de infraestructura ferroviaria.



## 4 SITUACIÓN DE PARTIDA DEL PROYECTO

A la hora de acometer las obras de este proyecto se prevé que se estén realizando en paralelo las obras de Ramal de Acceso Ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña.

## 5 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN A PROYECTAR

A continuación, se describen las características, arquitectura e interfaces empleados para las instalaciones de seguridad y comunicaciones para la explotación de La red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña.

### 5.1 ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO

#### 5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

De acuerdo con la configuración del Puerto Exterior, se proyecta la instalación de 1 enclavamiento electrónico (ENCE) de última generación y los correspondientes bloqueos electrónicos con las estaciones colaterales, los cuáles recogerán el mando y comprobación de todos los elementos de campo de cada estación y de los trayectos asociados a cada una de ellas.

El enclavamiento electrónico será instalado en la sala de señalización y comunicaciones del nuevo Edificio Técnico del Puerto Exterior de A Coruña, donde se dispone del espacio necesario para ello. La ubicación y construcción de dicho emplazamiento no pertenece al ámbito del presente proyecto, solamente su equipamiento.

Se proyecta también un Puesto de Mando Local asociado al nuevo ENCE del Puerto Exterior de A Coruña, que serán instalado en el nuevo Gabinete de Circulación del Edificio Técnico previsto.

El control y el mando de los elementos de campo y aparatos de vía, el establecimiento de las rutas y de las maniobras de los trenes que estén en el ámbito interno del Puerto

Exterior y los bloqueos entre el mismo y las estaciones colindantes, serán realizados y asegurados por el enclavamiento.

Para el diseño del enclavamiento se ha proyectado un enclavamiento electrónico de última generación, basados en microprocesadores. Se han tenido en cuenta los distintos enclavamientos de este tipo implantados y aceptados por el ADIF, o en fase de aceptación, desarrollando a nivel modular cada una de las funciones básicas que dichos enclavamientos deben realizar.

#### NUEVO ENCLAVAMIENTO. CARACTERÍSTICAS

Los sistemas electrónicos a instalar para el nuevo enclavamiento deberán cumplir las siguientes características:

- A nivel de seguridad, responden a un diseño “fail-safe” al máximo nivel de integridad de seguridad, SIL 4, según se determina en las normas UNE-EN 50129:2020, asegurando que cualquier fallo en su funcionamiento sea detectado y actúe de modo que se garantice en todo momento 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 (sistema 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 fiabilidad o disponibilidad el enclavamiento deberá disponer de un índice MTBF superior a 1 año. Esta disponibilidad se consigue con todos los sistemas con autorización de suministro y uso en el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF), ya sea mediante redundancia de sistemas en el módulo principal del enclavamiento, mediante un sistema de 2 procesadores en configuración dual, estando uno de ellos en funcionamiento y el otro como reserva activa o “hot-stand by”, o bien mediante 3 procesadores

funcionando simultáneamente “on-time” en el que la caída o fallo de uno de ellos queda soportado por los otros 2 que continúan funcionando (sistema 2 de 3).

- A nivel de funcionalidad, cumple lo indicado en las distintas normas al respecto editadas por la antigua RENFE, destacando fundamentalmente las siguientes: NAS 800 sobre “Explotación y seguridad de enclavamientos eléctricos”, NAS 818 sobre “Enclavamientos electrónicos. Bloqueos automáticos, de liberación automática y de control automático.” y norma SV-01 sobre “Sistemas videográficos para enclavamientos y telemando”.
- La versatilidad del enclavamiento será tal que en el caso de cambiar las condiciones de explotación después de su instalación, su adaptación a la nueva situación pueda realizarse con la sola modificación del software específico de aplicación que describa el funcionamiento lógico del enclavamiento, y la adición de los interfaces de elementos de campo necesarios, caso de que estos hayan variado.
- A nivel de puestas a tierra deberá cumplir con lo dispuesto en la UNE-EN 50122: “Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno”.

El enclavamiento incorporará la capacidad de ser telemandado desde varios puestos remotos, a los que transmitirán la información necesaria para la representación de elementos y aparatos.

Para el intercambio de información no vital, se utilizarán interfaces adaptadas a estándares internacionales que permiten la conexión con equipos comerciales, es decir, sistemas que empleen conexiones estandarizadas y homologadas, tanto en hardware como en software.

En todos los casos, las interconexiones entre los enclavamientos y los otros sistemas y equipos se realizarán mediante canales serie redundantes por requisitos de

disponibilidad. Esto será así, incluso en el caso de que los equipamientos sean de distintas tecnologías.

### **5.1.2 CONFIGURACIÓN Y ARQUITECTURA DE LOS ENCLAVAMIENTOS**

El enclavamiento definido tiene una configuración basada en una conexión en bus, una red tipo local doble Ethernet, o bien una red extendida tipo TCP/IP, WAN, etc. Los distintos componentes del enclavamiento están conectados a dicha red estableciendo tres niveles:

- Nivel de proceso (control y supervisión):  
Constituye el núcleo principal del sistema. En éste radica la lógica de seguridad del enclavamiento. Supervisa las condiciones de explotación y situación del servicio, asegurando que no se produce ninguna situación contra la seguridad. En este nivel solo se sitúa la unidad central de proceso. Tendrá una configuración redundante, con dos o tres unidades de proceso idénticas, que asegura la disponibilidad si una de ellas fallara. Las unidades estarán en todo momento sincronizadas, bien en el caso del sistema hot-stand by estando una “on-line” y la otra en “hot-stand by” ésta última tomaría automáticamente el control en el caso de que la que se encuentre en activo fallase, o bien en el caso del sistema 2 de 3 estando las 3 sincronizadas “on-time” y en caso de fallo de una las otras dos mantienen activo el sistema.  
En ambos casos, un fallo no controlado en esta unidad representa la caída completa del enclavamiento.
- Nivel de relaciones de campo:  
Están incluidos en este nivel los elementos que sirven de enlace con campo (señales, agujas, circuitos de vía, etc.). Dispondrá del número de módulos específicos de control de campo necesarios según la configuración, que sirven de conexión entre la unidad central de proceso y los elementos de campo de una zona. Los módulos específicos de control de campo (control de señales,

entradas/salidas, mando de agujas y comprobación de elementos de campo) que se dimensionan en función del número de elementos de cada instalación. Un fallo no controlado en alguna unidad de este nivel representa la caída del módulo en cuestión incluyendo las relaciones del mismo con el resto de equipos, pero manteniéndose en servicio de forma degradada el resto del enclavamiento.

- Nivel de mando y supervisión:

Este nivel incluye los equipos de entrada y salidas de datos encargados de la interrelación operador/sistema, tales como puesto de mando local, puestos de mantenimiento, equipo de ayuda al mantenimiento, registrador jurídico, telemando, puestos remotos, etc.

La caída de uno de los sistemas incluidos en este nivel afecta al funcionamiento del enclavamiento como sistema, pero no implica reducción de las condiciones de seguridad del conjunto de la instalación, afectando exclusivamente a la funcionalidad de la aplicación concreta.

Seguidamente se describen los módulos o bloques elementales de que consta la configuración elegida para el diseño. El nuevo enclavamiento dispondrá de un número de estos módulos en función del diseño teniendo en cuenta la capacidad de cada uno de dichos módulos.

En cada uno de los módulos descritos y considerados como unidades de obra, se incluye como parte de los mismos los cables y enchufes necesarios para la interconexión con el resto de los módulos.

El enclavamiento diseñado se completa con las unidades de bastidores de equipos electrónicos del enclavamiento, bastidores de entrada y distribución de cables y bastidores de energía.

- Unidad central de proceso de enclavamiento para estaciones pequeñas.
- Rack para el alojamiento de tarjetas vitales o no vitales.

- Módulo para encendido y control de señales.
- Módulo de entradas de seguridad para comprobación de elementos.
- Módulo de salidas de seguridad para mando de elementos de campo.
- Módulos de mando de agujas.
- Módulo de procesamiento y control de entrada/salidas no vitales.
- Módulo no vital de control de interfaz con CTC.
- Módulos no vitales para control de interfaz con puesto local.
- Módulo de ayuda al mantenimiento y diagnóstico.
- Registrador jurídico para enclavamiento.
- Módulo de comunicaciones vitales por canal de datos.

## 5.2 SISTEMA DE AYUDA AL MANTENIMIENTO (SAM)

El nuevo enclavamiento electrónico proyectado estará dotado de un Sistema de Ayuda al Mantenimiento local (SAM local) que será integrado en el SAM Central existente:

- Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamiento local (SAM local), que posibilitará la monitorización de forma local de los eventos e incidencias generados en el enclavamiento.
- Sistema de ayuda al mantenimiento de enclavamientos central (SAM Central, no incluido en el alcance de este Proyecto), que posibilita la monitorización de forma remota de los eventos e incidencias generados en el enclavamiento. Está formado a su vez por:
  - Puestos de operador: En ellos se centraliza la visualización de la información existente en los SAM Locales.
  - Servidores de Datos: Reciben y almacenan la información de los SAM Locales. Estarán ubicados en el Puesto Central de Mantenimiento o Edificio de CTC.

### **5.2.1 SAM LOCAL**

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento del enclavamiento local (SAM local) se ubicará junto al enclavamiento que supervisa. Dicho equipo está compuesto por un PC compatible dotado de monitor, teclado, ratón y una impresora de registros.

El SAM local estará conectado en LAN con las dos CPU del enclavamiento.

El equipamiento del SAM local consta de un PC con al menos las siguientes características:

- Un PC tipo industrial conectado al enclavamiento vía red Ethernet, con microprocesador doble, disco duro, altavoces, tarjeta gráfica y tarjeta de red Ethernet redundante.
- Un monitor TFT en color de 21".
- Un sistema para envío de mensajes SMS.

El SAM local es utilizado por el SAM central para recibir los datos del enclavamiento, y almacenará en su disco duro los cambios de estado, órdenes averías e incidencias como soporte de mantenimiento.

Desde el SAM local se tiene la posibilidad de efectuar, por parte del personal de mantenimiento, el movimiento de los desvíos controlados por el enclavamiento correspondiente. Para que se pueda realizar esta operación, previamente se requiere la autorización de ese mando local del desvío desde el Puesto de Mando Local o el CTC, según se refleja en las "Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del enclavamiento (ENCE)".

El movimiento de desvíos siempre se producirá desde el puesto de mantenimiento local, nunca desde cualquiera de los centros de mantenimiento, ni desde el Puesto Central del CTC.

El sistema evitará que otros programas puedan ser iniciados en la máquina, siempre que el usuario activo no sea Supervisor o Administrador.

La comunicación del SAM local situado en el enclavamiento con los equipos situados en el puesto central de mantenimiento se realizará mediante la red de comunicaciones general de la línea.

### **5.2.2 SAM CENTRAL**

El Sistema de Ayuda al Mantenimiento (SAM) central es la plataforma responsable de centralizar todas las alarmas que se generen en los Enclavamientos y Sistemas de CTC de Red Convencional.

Con el objetivo de centralizar en una única plataforma todas las alertas detectadas en los SAM locales de los enclavamientos, y de manera que el personal de mantenimiento pueda acceder a cada una de las aplicaciones SAM desde una plataforma única, independientemente del sistema que se trate.

Por tanto, se proyecta la centralización de todas las alarmas generadas en el enclavamiento proyectado y sistema CTC, entre otros, de Red Convencional, que se han proyectado en la plataforma centralizadora (SAM central), según los requisitos funcionales vigentes en el momento de licitación, teniendo también en cuenta que deberán prever cualquier tipo de actuación de adaptación o redimensionamiento de la plataforma centralizadora provocada por dicha integración.

Queda fuera del alcance de este Proyecto el suministro e instalación de un nuevo SAM central, aunque si se incluye, dentro de la instalación y suministro del SAM local, la integración de éste en el mismo.

## **5.3 REGISTRADOR JURÍDICO (JRU)**

Se proyecta la instalación de un Registrador Jurídico (JRU – Juridical Register Unit) para el nuevo ENCE previsto.

El Registrador Jurídico tendrá capacidad para almacenar tanto los cambios de estado de las variables del enclavamiento, las averías y los fallos que se produzcan y detecten

en el mismo, como las órdenes enviadas al enclavamiento, ya sean manuales desde el PLO y CTC, o las automáticas generadas por dichos sistemas y el propio enclavamiento. Dado que el principal objetivo del Registrador Jurídico es permitir, en el caso de que se produzca un incidente, la reconstrucción del estado del sistema en el momento en que se produjo dicho incidente, el sistema deberá:

- Impedir el borrado accidental o intencionado de los datos almacenados.
- Permitir a los usuarios debidamente identificados la recuperación de dichos datos, localmente o en modo remoto.
- Estar protegido contra actos vandálicos y fuego.

### **5.3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

El equipamiento hardware del Registrador Jurídico consta de los siguientes elementos:

- Un PC tipo industrial conectado al enclavamiento vía red Ethernet, con fuente de alimentación redundante, disco duro y tarjeta de red Ethernet redundante.
- El PC industrial no dispone de teclado, ratón, ni monitor, y estará alojado en una caja ignífuga y antivandálica.

El equipamiento software del Registrador Jurídico es el siguiente:

- Sistema operativo Windows NT o superior.
- Un módulo para el almacenamiento de la información requerida en bases de datos.

Uno o varios módulos de diagnóstico para la supervisión del enclavamiento

### **5.3.2 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES**

El Registrador Jurídico recibe de los enclavamientos la siguiente información:

- Cambios de estado.
- Averías.

- Fallos.

Estas informaciones junto con otras, tales como: login/logout, cambio de fecha, borrado de buffers, etc., son posteriormente almacenadas localmente en su base de datos, con la marca de tiempo correspondiente a la fecha y hora en la que fueron recibidos.

Con el objeto de evitar confusiones en los días en los que se producen ajustes de horario (tanto de invierno como de verano), todas las fechas que se almacenan en la base de datos se hacen en horario GMT. Las aplicaciones que accedan a estos datos serán las encargadas de hacer las conversiones al horario local.

Asimismo, el Registrador Jurídico recibe tanto del PLO (Puesto Local de Operador) como del SAM local la siguiente información:

- Órdenes enviadas al enclavamiento.
- Inicio y fin de sesión.
- Adición / borrado de usuarios.
- Cambio en los permisos de los usuarios.
- Cambio de las claves de los usuarios.

Dichas informaciones son posteriormente almacenadas localmente en su base de datos, con la marca de tiempo correspondiente a la fecha y hora en la que fueron recibidos.

Como la capacidad de almacenamiento es limitada, la grabación de la información se estructurará de manera que se garantice la conservación de al menos los datos correspondientes a los últimos treinta días, encargándose automáticamente de borrar la información correspondiente a los días anteriores.

Para la consulta de los datos almacenados, los usuarios que accedan a ellos deben autenticarse debidamente, proporcionando usuario y contraseña. Sin embargo, los usuarios que accedan a ellos no pueden modificar o borrar dichos datos.



La consulta de los datos almacenados puede hacerse utilizando el Sistema de Ayuda al Mantenimiento de enclavamiento (Local o Central).

En caso de registrarse algún fallo en la alimentación, el Registrador Jurídico realiza un cierre ordenado y adecuado de la aplicación, al objeto de evitar que las bases de datos se corrompan y se vuelvan inutilizables.

En el momento en que la alimentación del Registrador Jurídico se reanude, se producirá un reinicio automático del sistema, continuando a partir de este momento con el almacenamiento de los datos.

Con el objeto de garantizar el correcto funcionamiento del sistema, éste alcanzará un nivel de integridad de seguridad SIL 2 acorde con la normativa CENELEC UNE-EN -50126, UNE-EN -50128 y UNE-EN -50129.

### **5.3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN ALMACENADA**

El Registrador Jurídico almacenará toda la información procedente del SAM, de las operaciones realizadas por el equipamiento de cabina del ENCE y las informaciones provenientes de los diferentes elementos que forman el sistema de señalización.

## **5.4 PUESTO DE MANDO LOCAL**

Se proyecta un Puesto de Mando Local asociado al nuevo ENCE del Puerto Exterior de A Coruña, que será instalado en el nuevo Gabinete de Circulación del Edificio Técnico previsto en el proyecto. La ubicación y construcción de dicho emplazamiento pertenece al ámbito del proyecto de vía. En el alcance del presente proyecto solo se incluye su equipamiento.

Se ha proyectado la instalación en el gabinete de circulación del Puerto un sistema de mando local de tipo videográfico, dotado de pantalla gráfica activa basado en un ordenador de sobremesa.

El puesto de mando local es el sistema que permite el control de los enclavamientos en modo local, por medio del envío de órdenes al enclavamiento y la visualización del estado de los elementos de señalización relacionados con los mismos. Contendrá todos los elementos de mando e indicaciones necesarias para controlar la zona que pertenece al enclavamiento y los mandos e indicaciones de bloqueo asociados.

El mando del enclavamiento será del tipo de “mando por itinerario”, el cual permitirá el establecimiento automático de una ruta completa al actuar, en la pantalla activa con un cursor sobre los elementos de principio y final de itinerario.

Este sistema permite la visualización del estado de los elementos de campo, establecimiento de movimientos, averías, alarmas, y demás información relevante, de acuerdo a la normativa SV-01 “Norma de sistemas videográficos para enclavamientos y telemandos”.

Serán de aplicación las “MOE, Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del puesto local de operación (PLO) y su relación con los sistemas de control y supervisión del enclavamiento” de Adif.

Atendiendo a la NAS 819 “Enclavamientos Electrónicos. Arquitectura Física”, a nivel de seguridad, el PLO deberá responder a un diseño “fail safe” (fallo seguro) al nivel de seguridad SIL 0, según se determina en la norma UNE-EN 50129.

### **5.4.1 HARDWARE**

El puesto de mando local proyectado estará constituido por los siguientes elementos:

- Un ordenador portátil que se conectará al PC residente para la gestión del enclavamiento.
- Pulsador precintado para toma de mando por emergencia.
- Impresora de inyección de tinta para registro de operaciones y eventos.
- Llave de inhibición de mandos.
- Conexión al enclavamiento a través de una red Ethernet.

Los equipos de operación estarán ubicados en una mesa con capacidad suficiente y la adecuada ergonomía para facilitar la operación del puesto de mando local. El equipo de ordenador irá alojado en un armario antivandálico.

#### **5.4.2 SOFTWARE**

El software estará desarrollado de tal forma que conste de un programa fijo validado una sola vez y un conjunto de datos que particularicen el programa para una aplicación específica.

El software estará constituido por los siguientes módulos de aplicación:

- Interfaz de usuario
- Comunicación con el enclavamiento.
- Identificación de usuarios.

El Sistema Operativo empleado será Windows NT o superior.

#### **5.4.3 FUNCIONALIDAD**

Las funciones específicas del PLO son las siguientes:

- Mando del enclavamiento en modo local, mediante ratón y/o teclado alfanumérico.
- Representación sinóptica e indicaciones de la zona bajo control.
- Establecimiento y anulación de rutas simples y compuestas.
- Mando y supervisión de los elementos de campo y aparatos de vía: señales, accionamientos de desvíos, circuitos de vía, contadores de ejes, etc.
- Registro de los mandos introducidos desde el PLO, con la marca correspondiente de fecha y hora. Los registros serán impresos en la impresora local en el momento de su ejecución y serán almacenados en un medio no volátil del enclavamiento (registrador jurídico / sistema de ayuda al mantenimiento).

- Registro de eventos y estado de los elementos de campo con la marca correspondiente de fecha / hora. Este registro se llevará en el sistema de ayuda al mantenimiento.
- Registro de incidencias, avisos y alarmas que se produzcan en los elementos de campo, equipos interiores del enclavamiento e interfaces de comunicación con otros módulos, enclavamientos colaterales y mandos remotos con la marca correspondiente de fecha / hora. Este registro se llevará en el sistema de ayuda al mantenimiento.
- Avisos acústicos al producirse determinados eventos como proximidades, averías, caídas del enclavamiento, etc. Estos avisos sólo estarán activos cuando el enclavamiento esté en mando local.

### **5.5 BLOQUEO**

En relación a los bloqueos, se han proyectado las relaciones de bloqueo del enclavamiento del Puerto Exterior de A Coruña con los enclavamientos colaterales:

- Bloqueo Automático en vía Única (BAU) con el enclavamiento de la estación de A Coruña.

El nuevo bloqueo cumplirá funcional y operativamente lo indicado en la NAS 818 "Enclavamientos electrónicos. Bloqueos automáticos, de liberación automática y de control automático. 1ª Edición."

El bloqueo con el enclavamiento colateral se realizará mediante interfaz serie para realizar un bloqueo directo por software. No se admitirá ningún tipo de interfaz paralelo con los enclavamientos colaterales.

El objeto del bloqueo es el de establecer y asegurar un sentido de marcha para las circulaciones entre dos dependencias de circulación que comprenden desvíos, es decir, poseen señales con mando propio. El paso de las circulaciones en sentido contrario quedará prohibido cuando se establece un sentido de bloqueo.



Cuando se establece el bloqueo en un sentido, el enclavamiento ordena a las señales que se encuentran situadas en el trayecto que activen su mando, siempre que se cumplan todas las condiciones necesarias para ello.

El establecimiento del mando de las señales del bloqueo es automático, no siendo necesaria ninguna orden por parte del operador de tráfico. El operador de tráfico sí puede pedir el cierre de estas señales para retirar el mando; ésta retirada de mando puede ser un comando individual para cada señal o un mando conjunto: el cierre de señales de bloqueo.

A su vez, el bloqueo comprobará que no se produzcan movimientos incontrolados de materiales hacia el trayecto, “escapes de material”, produciendo un cierre de señales conjunto cuando se produzca esta eventualidad.

En el equipamiento de los nuevos enclavamientos que incorporen los bloqueos comprenderá los módulos electrónicos que permiten el mando y supervisión de las señales de bloqueo y las entradas de ocupación y liberación de los cantones de trayecto.

Los módulos de encendido y comprobación de las señales de bloqueo serán similares a la del resto de señales del enclavamiento.

Los módulos de entrada/salida para inserción de los estados de los circuitos de vía de los cantones de bloqueo del trayecto serán idénticos a los del resto de circuitos de vía.

La transmisión de las condiciones de bloqueo entre equipos colaterales se realizará mediante telegramas de datos codificados, y se dispondrá de dos rutas de comunicaciones, por fibra óptica o a través de medios metálicos, por cada uno de los equipos colaterales de bloqueo con los que se relacione para comunicarse con unidades de proceso adyacentes.

El fallo de transmisión de uno de los dos canales de comunicaciones, entre equipos adyacentes, no repercutirá en la explotación del bloqueo del trayecto correspondiente

mientras la comunicación por el otro canal permanezca en perfectas condiciones de funcionamiento.

Independientemente de emplearse o no medios compartidos de transmisión, para salvaguardar la integridad de la seguridad de los bloqueos de acuerdo a la norma CENELEC UNE-EN 50159-2 sobre “Requisitos para la comunicación relacionada con la seguridad en los sistemas de transmisión abiertos”, los mensajes de bloqueo que se transmitan entre sistemas o equipos colaterales incluirán la identificación positiva de origen y destino con funciones de bloqueo.

#### **5.5.1 INTERCONEXIÓN ENTRE ENCLAVAMIENTOS**

La conexión entre los enclavamientos electrónicos se prevé mediante canales de comunicación redundantes, con un protocolo de seguridad, y cumpliendo los requerimientos de la norma CENELEC EN-50159-2 sobre “Requisitos para la comunicación relacionada con la seguridad en los sistemas de transmisión abiertos”. La conexión entre los enclavamientos previstos en el presente proyecto se realizará mediante el protocolo de comunicaciones específico del fabricante que resulte adjudicatario del contrato.

El bloqueo tipo BAU cumplirá funcional y operativamente lo indicado en la NAS 818 sobre “Enclavamientos Electrónicos. Bloqueos Automáticos, de Liberación Automática, de Señalización Lateral y de Control Automático. 1ª Edición”.

#### **5.6 COMUNICACIONES DE LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN**

Según ha sido expuesto en los apartados anteriores, los distintos equipos que integran el sistema de señalización presentan unas necesidades de comunicaciones para el intercambio de información con el resto de los equipos con los que están relacionados en el desempeño de sus funciones.

Cada enclavamiento necesita, para el control de la sección de vía que tiene asignada, la comunicación entre la unidad de módulo vital de proceso y sus controladores de objetos vitales. Asimismo, cada enclavamiento electrónico se comunica con sus colaterales, para el intercambio entre otras de la información relativa a los bloqueos.

Por otra parte, los enclavamientos electrónicos deberán comunicarse con otros sistemas remotos para el telemando de los enclavamientos, e igualmente estarán preparados para poder realizar en un futuro una comunicación entre los equipos del SAM local proyectados y un SAM central que no está en el ámbito de este proyecto.

A continuación, se describen los diferentes tipos de comunicaciones necesarias para el sistema de señalización.

#### **5.6.1 COMUNICACIONES CON LOS SISTEMAS LOCALES DEL ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO**

##### **5.6.1.1 COMUNICACIÓN ENTRE MÓDULOS DEL ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO**

La comunicación entre los diferentes elementos que forman el enclavamiento electrónico (módulo de proceso y controladores de objetos) se realiza a través de un protocolo de seguridad acorde con los requisitos de UNE-EN 50159-2.

##### **5.6.1.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO Y EL PUESTO DE MANDO LOCAL (PLO)**

La comunicación se realiza a través de la red privada de señalización con el Módulo Vital de Proceso del enclavamiento electrónico. Al igual que en el caso del mando local, el nivel de comunicaciones lleva un protocolo que protege contra mensajes corrompidos y mensajes retrasados, repetidos o fuera de secuencia.

##### **5.6.1.3 COMUNICACIÓN ENTRE EL ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO Y EL REGISTRADOR JURÍDICO (JRU)**

La comunicación se realiza a través de la red privada de señalización con el Módulo Vital de Proceso del enclavamiento electrónico. Al igual que en el caso del mando local, el nivel de comunicaciones lleva un protocolo que protege contra mensajes corrompidos y mensajes retrasados, repetidos o fuera de secuencia.

##### **5.6.1.4 COMUNICACIÓN ENTRE EL ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICO Y EL SAM LOCAL**

La comunicación se realiza con el módulo de proceso del enclavamiento electrónico. Al igual que en el caso del puesto de mando local, el nivel de comunicaciones lleva un protocolo que protege contra mensajes corrompidos y mensajes retrasados, repetidos o fuera de secuencia.

##### **5.6.1.5 COMUNICACIÓN ENTRE ENCLAVAMIENTO ELECTRÓNICOS**

Cada enclavamiento electrónico debe comunicarse con sus colaterales, para intercambiarse toda la información necesaria para llevar a cabo los bloqueos. Esta comunicación se hace entre los módulos de proceso de cada enclavamiento electrónico.

##### **5.6.1.6 COMUNICACIÓN SAM LOCAL Y SAM CENTRAL**

El sistema de ayuda al mantenimiento central estará instalado en el puesto central de mantenimiento. El equipo SAM Central se conectará con los SAM locales ubicados en los enclavamientos a través de la red de fibra óptica.

## **5.7 SISTEMAS DE PROTECCIÓN DEL TREN**

### **5.7.1 INTRODUCCIÓN**

La señalización ferroviaria proporciona seguridad tanto al transporte de viajeros como de mercancías y regula el tráfico ferroviario. La evolución del transporte ferroviario ha

impulsado el desarrollo de las instalaciones de enclavamientos y de sistemas de protección del tren necesarios para el control seguro de los trenes cada vez más rápidos, en composiciones más largas y con intervalos de tiempo entre ellos menores.

En el tramo de la línea 822 entre la estación de A Coruña y la estación de Uxes el sistema ERTMS/ETCS Nivel 1 instalado funciona como sistema de protección de tren principal y ASFA como sistema de respaldo.

Se instalarán balizas de ASFA Digital de pie de señal y previa en la señal de entrada al Puerto E2P en el PK 5+400 y en la señal de avanzada E'2P situada en el PK 2+534. Igualmente se instalarán Unidades de Conexión Digital (UCDIG). Adicionalmente se instalarán las balizas ASFA necesarias para el CSV de 100km/h a 30km/h a realizar en el ramal de acceso al Puerto Exterior. 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.

Además, se considera la instalación de las eurobalizas necesarias antes de la señal de avanzada E'2P para realizar la transición de ERTMS/ETCS Nivel 1 a ASFA.

### 5.7.2 SISTEMA ASFA DIGITAL

El sistema ASFA Digital 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 transmitirá dicha información al maquinista que deberá reconocer la información acústica emitida por el mismo y actuar consecuentemente. En caso de ausencia de actuación, el sistema ASFA Digital aplicará automáticamente el freno de emergencia para detener el tren.

La definición de los requisitos técnicos y funcionales necesarios del sistema ASFA Digital cumplirán lo especificado en la NAS 154\_2 "ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas. 2ª ed.", de diciembre de 2021 y en la Especificación Técnica ET 03.365.003.7\_2MIE "ASFA digital vía. (2ª ed.+M1+Erratum)", de enero de 2020.

Se hace la propuesta de la instalación del sistema ASFA Digital en la señal de entrada al Puerto Exterior E2P y la señal de avanzada E'2P, según se refleja en el Documento nº 2. Planos del presente Proyecto, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las balizas de pie y previa de las señales de entrada y avanzada se situarán a las distancias indicadas en la norma NAS 154\_2 "ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas. 2ª ed.", de diciembre de 2021. Para la baliza previa de la señal E'2P el tramo se encuentra en pendiente de 12.5mm/m, con una velocidad máxima prevista de 100km/h, con lo que la baliza previa se debería situar a 360m de la señal. Para la baliza previa de la señal E2P el tramo se encuentra en pendiente entre 12.5mm/m y 15mm/m, con una velocidad máxima prevista de 100km/h, con lo que la baliza previa se debería situar a 360 de la señal.

*Tabla 1. Elementos del sistema ASFA Digital*

Elemento	Pk
Baliza previa E2P	5+040
Baliza de pie E2P	5+395
Baliza previa E'2P	2+174
Baliza de pie E'2P	2+529

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, las balizas de pie de las señales E2P y E'2P se ubicarán 5m antes de las mismas y las balizas previas se situarán 360m de las señales. Deberá preverse su cajeadado con las medidas adecuadas en la losa de la vía en placa.

No obstante, si bien actualmente se dispone del perfil de gradiente del tramo afectado, a fecha de redacción del presente proyecto constructivo no se dispone del CVM de la

línea, el cuál deberá ser emitido por el ADIF, ni se ha confirmado la posición de las señales E2P y E'2P. En esta fase de diseño, únicamente se debe exigir que las balizas se ubiquen cumpliendo las distancias exigidas en la NAS 154\_2 "ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas. 2ª ed." para el perfil de gradiente y el CVM definitivo, y en caso de incumplimiento de la dicha NAS154\_2 las distancias serán aceptadas por un AsBo según el reglamento 402/2013 y su modificado de 2015.

También se proyectarán las balizas ASFA Digital de LVI con aspectos L10, L11 y L9 asociadas a la señal vertical de anuncio de CSV para cambio significativo de velocidad de 100km/h a 30km/h, según se recoge en la NAS 154\_2 "ASFA Digital Vía. Reglas para la ubicación de balizas. 2ª ed.".

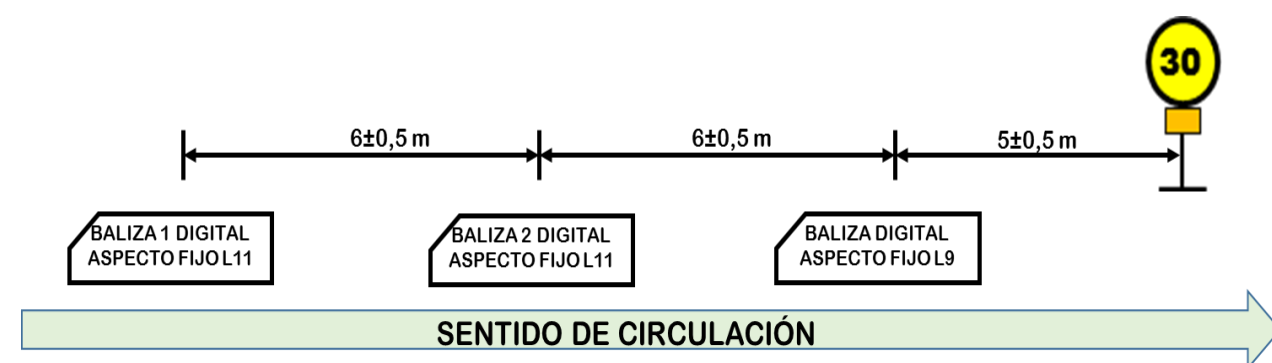


Figura 3. Esquema de instalación de balizas LVI para señal de anuncio de velocidad máxima que es cambio significativo de velocidad.

Además, en base a lo recogido en la NAV 7-1-0.7 "Diseño y montaje de vía sin balasto para obra nueva. 1ª Edición.", de enero de 2021 y en la Nota Técnica de Adif "Incompatibilidad de Elementos de IISS con Instalación de Vía en Placa", el diseño del sistema de vía en placa deberá tener en cuenta las restricciones de Compatibilidad Electromagnética (CEM) entre la vía en placa y los equipos de señalización. Esto se traduce en que en la losa hormigonada se deben evitar los bucles eléctricos de refuerzo o de metal cerrados, por ejemplo, mediante el uso de clips aislantes entre las barras que se cruzan de la armadura de refuerzo o con el uso de armaduras no férreas.

Con el objeto de controlar el impacto de las interferencias electromagnéticas se deberán respetar unas dimensiones geométricas alrededor del equipo de señalización alrededor del mismo en las que se requieren refuerzos sin bucles o materiales con un contenido de metal restringido, siendo dichas dimensiones lo más pequeñas posibles para limitar las implicaciones estructurales.



Figura 1. Vista longitudinal de la vía en placa mostrando el cajeado necesario para la instalación de una baliza ASFA Logytel Digital genérica de ancho mixto L1-L9

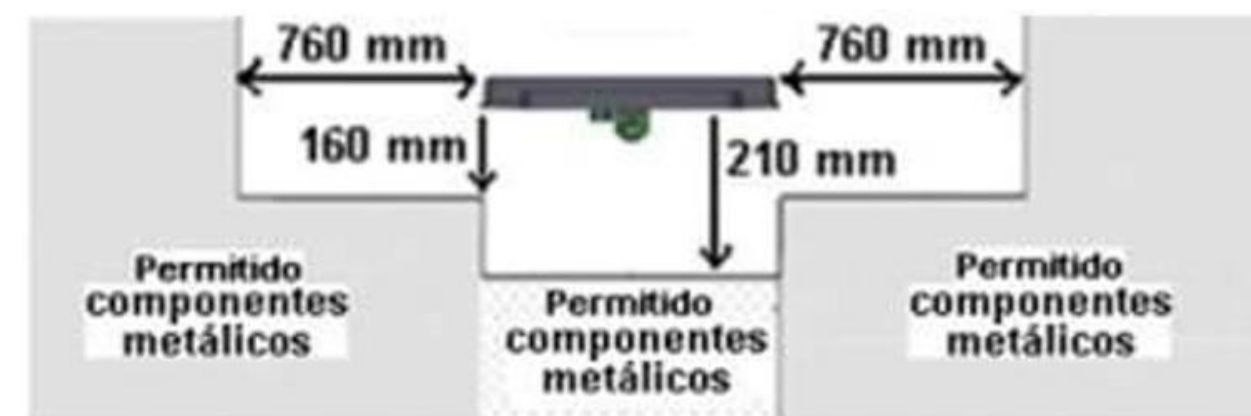


Figura 2. Vista longitudinal de la vía en placa mostrando el cajeado necesario para la instalación de una baliza ASFA Logytel Digital genérica de ancho mixto L1-L9



### 5.7.2.1 RAMS

EL licitador y posterior Adjudicatario del Contrato contemplará en la solución técnica ofertada las prescripciones que fijan los requisitos mínimos a considerar en cuanto a la fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y seguridad de los componentes integrantes o asociados al sistema ASFA Digital.

De igual forma se determinarán las condiciones ambientales y de entorno que deben satisfacer los elementos ofertados, tanto en la fase de acopio como durante el funcionamiento, para cumplir las condiciones generales de explotación, interoperabilidad y las particulares dictadas por el ADIF.

Según la normativa UNE-EN 50126-1, todas las entidades participantes en cualquiera de las fases de fabricación, constructiva y de ingeniería de alguna de los elementos del sistema propuesto deben realizar su particular gestión en los procesos RAMS en sus partes correspondientes, redactando el correspondiente Dossier de Seguridad. El Licitador se comprometerá, en caso de resultar Adjudicatario de las obras, a realizar el correspondiente programa RAMS que cumpla con estas prescripciones.

En consecuencia con lo anterior se detallan a continuación los distintos datos y parámetros que deberán suministrar los proveedores referentes a la confiabilidad de los elementos componentes del sistema ASFA Digital del presente proyecto:

- MTBF y/o lambda (Tiempo medio entre fallos).
- Diagramas de representación del sistema (esquemas lógicos, diagramas de estados, diagramas de sucesos...).
- MTTR (Tiempo medio de reparación)
- Disponibilidad y mantenibilidad del sistema.
- Análisis de la fiabilidad del software.
- Demostración de la fiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad.
- Normas aplicadas a los sistemas.
- AMFE y AMFEC realizados en los sistemas.

- Fiabilidad prediccional del sistema.
- Ensayos realizados y su valoración.
- Validación de los datos aportados.
- Verificación y análisis de los supuestos de explotación.
- Revisión periódica del programa RAMS.
- Análisis del mantenimiento preventivo.
- Análisis del mantenimiento correctivo.
- Planes de contingencia y aislamiento de fallos y averías.
- Pruebas para la demostración de la R, A, M y S.
- Inventario de datos de la instalación para efectuar los programas de demostración R, A, M y S

El Licitador adjuntará en la oferta técnica presentada un estudio previo de RAMS, dotándolo del suficiente contenido como para permitir la calificación de estos aspectos en la solución aportada.

El equipamiento de vía ASFA objeto del ámbito del proyecto está constituido por:

- Balizas ASFA. Es una baliza que puede transmitir distintas informaciones. Su circuito eléctrico está formado por un arrollamiento con núcleo de aire de inductancia fija a la que se conecta un condensador, seleccionable entre un grupo dependiendo del estado de los relés de baliza, controlados por la Interfaz de Conexión.
- Interfaz de Conexión con la señal (interfaz ASFA). Se encarga de transmitir el aspecto que presenta una señal a su baliza asociada.

### 5.7.3 SISTEMA ERTMS/ETCS

El sistema ETCS (European Train Control System) es un sistema de mando, control y señalización de trenes compuesto por dos subsistemas: el subsistema del tren o equipo

embarcado y el subsistema de vía o equipo exterior. Ambos emplean componentes estándar para comunicarse a través de interfaces estandarizadas.

El ETCS, junto con el sistema vía radio móvil GSM-R y los sistemas estándar europeos de gestión de tráfico, conforman el sistema de gestión europeo de tráfico ferroviario ERTMS (European Rail Traffic Management System).

El estándar europeo ERTMS/ETCS posibilita la interoperabilidad técnica, normalizando las funciones de control y protección del tren y las interfaces de intercambio de información entre los equipos embarcados en el tren y la infraestructura de la vía.

En el tramo de la línea 822 entre la estación de A Coruña y la estación de Uxes el sistema ERTMS/ETCS Nivel 1 instalado funciona como sistema de protección de tren principal.

En el sistema ERTMS/ETCS Nivel 1, el intercambio de mensajes de forma puntual se llevará a cabo entre el equipo embarcado y las Eurobalizas fijas y conmutables dispuestas a lo largo del tramo. Las Eurobalizas conmutables se gobiernan desde los centralizadores de LEU (CLC) que contienen los LEU (Lineside Electronic Unit), los cuáles permiten la transmisión de mensajes variables a las Eurobalizas conmutables, dependiendo de las características de vía, las LTV y la información recibida del enclavamiento según el estado de las señales, las agujas y circuitos de vía.

El equipamiento de a bordo del tren equipado con ERTMS/ETCS se encargará de la recepción de la información procedente de las Eurobalizas fijas y conmutables que contendrán las autorizaciones de movimiento y las características de vía. El equipo embarcado procederá al cálculo y supervisión dinámica de la velocidad (perfil más restrictivo entre las características del tren, de la vía y la autorización de movimiento).

En el ámbito del presente proyecto únicamente se presupuestan las eurobalizas y los LEUs necesarios para realizar la transición de ERTMS/ETCS Nivel 1 a ASFA. La gestión de dichas Eurobalizas será gobernada por los CLCs correspondientes de la estación de A Coruña y las pruebas y puesta en servicio serán llevadas a cabo por el ADIF.

Las Eurobalizas planteadas en el proyecto corresponden a:

*Tabla 2. Grupos de Eurobalizas de transición a instalar*

Eurobalizas	Pk
Grupo de orden	1+951
Grupo de anuncio	1+812

Fuente: Elaboración propia

La transición de ERTMS/ETCS Nivel 1 a ASFA se realizará según se recoge en la NAS 840 “Requisitos funcionales y Reglas de Ingeniería ERTMS Nivel 1 y Nivel 2. (4 partes)”, de junio de 2017:

- Deberá anunciarse y ordenarse en trayecto y antes de la señal de avanzada E'2P.
- Las eurobalizas se programarán con NID\_STM = 0 (ASFA).
- El anuncio deberá enviarse como mínimo a una distancia de la orden de ejecución equivalente a 10 segundos a la velocidad máxima del tramo entre anuncio y orden. En este caso, a 100km/h de velocidad máxima, se corresponde con 278m.
- La orden de transición se dará a una distancia en que sea visible la señal luminosa inmediatamente posterior a la transición, esto es, la señal de avanzada E'2P. La orden deberá darse a una distancia mínima equivalente a 5 segundos a la velocidad máxima del tramo antes de la baliza previa ASFA de la señal inmediatamente posterior a la transición, esto es, la señal de avanzada E'2P.

La transición de salida del Puerto desde la señal SIP de ERTMS/ETCS Nivel 0 a ERTMS/ETCS Nivel 1 está considerada por el Proyecto del Ramal de Acceso Ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña.

## 5.8 CARTELONES Y PANTALLAS DE INFORMACIÓN FIJA

Se ha proyectado la instalación de pantallas fijas de información, también denominadas cartelones, de acuerdo con las especificaciones y criterios de Adif.

Dependiendo del tipo concreto que se trate, los cartelones podrán instalarse con mástil específico con base de hormigón con la puesta a tierra adecuada.

La definición y características de los distintos tipos de cartelones, así como los criterios para determinar su ubicación a lo largo de la línea se establecerán por la APAC. Se fabricarán e instalarán de acuerdo a lo indicado en la normativa de Adif.

Atendiendo al “Catálogo oficial de señales de circulación ferroviaria en la RFIG” y a la NAV\_5011 “Señalización Fija Relativa a Infraestructura y Vía”, los cartelones con mástil individual deberán situarse a 2832mm respecto al eje de vía de ancho ibérico y a 2777mm respecto al eje de vía de ancho estándar, eligiéndose de entre las dos siempre la distancia más alejada dependiendo de la disposición particular de las vías.

#### **5.8.1 CAMBIO SIGNIFICATIVO DE VELOCIDAD**

A lo largo del ramal de acceso ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña se deberá pasar de la velocidad máxima de circulación de 100km/h a los 30km/h de velocidad máxima definida para la red interior del Puerto Exterior. Dicha reducción de velocidad implica un cambio significativo de velocidad (CSV), tal y como se detalla en la NAV 5-0-1.1\_2 “Señalización fija relativa a Infraestructura y Vía”.

Este CSV se señalizará en vía mediante 2 señales consecutivas: anuncio de velocidad máxima que es cambio significativo de velocidad (código FVM1B) y señal de velocidad máxima que es cambio significativo de velocidad (código FVM2B).

Las señales de anuncio de cambio significativo de velocidad máxima se colocarán a la distancia de frenado correspondiente en función de la declividad y de la velocidad máxima de la circulación de la línea o trayecto. La señal de velocidad máxima que es cambio significativo de velocidad se situará antes de la señal. Las señales podrán sujetarse a un mástil específico o a un anclaje específico.

### **5.9 SEÑALES LUMINOSAS**

Dentro del ámbito del Puerto Exterior de A Coruña se tiene prevista la instalación de señales de tipo LED de acuerdo a lo indicado en el esquema de distribución de elementos del Documento nº 2. Planos.

Las señales a instalar se ajustarán a las especificaciones de Adif vigentes:

- ET 03.365.011.0\_1M1 “Señales luminosas modulares para focos led. (1ª ed.+M1)”, de enero de 2020.
- ET 03.365.501.0 “Focos Led para señales luminosas modulares”, de junio de 2017.
- Orden FOM/2015/2016 de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de interés general.

Los focos de las señales LED a instalar deberán ser alimentados a 220/230 V directamente desde el ENCE, sin necesidad de transformador de señal. Si en la solución técnica propuesta por el contratista se instalan otro tipo de focos homologados que requieran su uso, el coste del transformador de señal, caja o armario para albergarlo, protecciones del trafo y equipamiento adicional requerido, deberá asumirlo el contratista sin que en ningún caso pueda suponer un sobrecoste.

Además, su ubicación se ha calculado teniendo en cuenta la norma NAP 1-2-1.0 “Metodología para el diseño del trazado ferroviario. 1ª Edición”, de enero de 2021:

- Señales de retroceso 20m antes del punto de peligro.
- Señales de maniobras 10m antes del punto de peligro (distancia de eje de tren a morro + distancia técnica mínima para disposición de sistemas de detección de tren).
- Señales de salida del Puerto Exterior 188m antes del punto de peligro (a distancia de rebase intempestivo a 30km/h con PPF=45% con tráfico de mercancías a velocidad < 100km/h).



La ubicación definitiva de todas las señales será la recogida en la consigna de manera que se adecúe a la explotación de las instalaciones ferroviarias. El tipo de señales y su ubicación planteada se muestran a continuación:

*Tabla 3. Señales luminosas*

Nombre	Tipo	Pk
<b>E'2P</b>	Alta 3 focos	2+534
<b>E2P</b>	Alta 4 focos con foco verde ciego	5+400
<b>R2</b>	Baja 4 focos	0+240
<b>M9</b>	Baja 2 focos	0+250
<b>S1/5</b>	Alta 4 focos	0+855
<b>S1/7</b>	Baja 4 focos	0+855
<b>S1/1</b>	Alta 4 focos	0+869
<b>S1/3</b>	Baja 4 focos	0+879
<b>M2/5</b>	Baja 2 focos	0+983
<b>M2/7</b>	Baja 2 focos	1+010
<b>M1/5A</b>	Baja 2 focos	1+055
<b>M1/7A</b>	Baja 2 focos	1+082
<b>M2/1</b>	Baja 2 focos	1+091
<b>M2/3</b>	Baja 2 focos	1+100
<b>M1/1A</b>	Baja 2 focos	1+170
<b>M1/3A</b>	Baja 2 focos	1+179
<b>M2/5A</b>	Baja 2 focos	1+307
<b>M2/7A</b>	Baja 2 focos	1+397
<b>M7</b>	Baja 2 focos	1+470
<b>M2/3A</b>	Baja 2 focos	1+481
<b>M2/1A</b>	Baja 2 focos	1+657
<b>M1/5B</b>	Baja 2 focos	1+696
<b>M1/3B</b>	Baja 2 focos	1+728
<b>M1/1B</b>	Baja 2 focos	1+737
<b>M2/5B</b>	Baja 2 focos	1+832
<b>M2/3B</b>	Baja 2 focos	1+858
<b>M1/5C</b>	Baja 2 focos	1+904
<b>M1/3C</b>	Baja 2 focos	1+931
<b>M2/1B</b>	Baja 2 focos	2+243
<b>M2/3C</b>	Baja 2 focos	2+270

<b>M2/5C</b>	Baja 2 focos	2+283
<b>M1</b>	Baja 2 focos	2+316
<b>M5</b>	Baja 2 focos	2+356
<b>M3</b>	Baja 2 focos	2+382

Fuente: Elaboración propia

Además, se dotará de pantallas alfanuméricas indicadoras de velocidad a las señales con indicación V/A en que sea necesario. El suministro de estas pantallas se realizará de acuerdo a la ET 03.365.006.0\_3 "Suministro de señales alfanuméricas. (3ª ed.)", de marzo de 2005, con el número de indicaciones que determine el programa de explotación definitivo.

La señal de entrada E2 dispondrá de teléfono de explotación que se ubicará en el mástil de la misma. Además dispondrá de 4 focos, siendo el foco verde ciego dado que la entrada al Puerto se hará únicamente en modo maniobras a partir de la señal de retroceso R2.

Se sitúa la señal de avanzada de entrada al Puerto Exterior en el PK 2+534 a distancia de frenado de 100km/h a 0km/h para trenes de mercancías respecto a la señal de entrada E2P, según se recoge en la Especificación Técnica de Circulación "Cálculo de Distancias de Frenado" [ETC FR] de la AESF.

La ubicación de las señales respecto a la vía deberá ser, atendiendo al "Catálogo oficial de señales de circulación ferroviaria en la RFIG" de mínimo 2832mm respecto al eje de vía de ancho ibérico y de mínimo 2777mm respecto al eje de vía de ancho estándar, eligiéndose de entre las dos siempre la distancia más alejada dependiendo de la disposición particular de las vías. Aquellas señales que debieran situarse en entrevía al lado derecho de la vía en el sentido de la circulación y cuya colocación no sea posible por interferencia de gálibos (zonas de entrevía de 4.3m en las vías 1 y 3), se situarán al lado izquierdo de la vía (señales M9, S1/1, M2/3, M1/1A y M1/1B) de tal manera que no haya invasión de gálibos de ningún tipo, sin ser necesario la instalación de cartelones FI15AK ya que la ubicación de las señales no puede ofrecer lugar a duda, según se recoge en

el “Catálogo oficial de señales de circulación ferroviaria en la RFIG” . Con el fin de solventar el problema de gálilos para aquellas señales correspondientes a la vía 3 que se ubican en la zona de 3 vías en paralelo con distancias de entrevías de 4.3m (señales M2/3A y M1/3B) y que deben ser ubicadas en zona de entrevías de manera obligatoria interfiriendo en los gálilos de los vías aledañas, se deberá colocar el cartelón de la señal a un lado en vez de en la cabeza de la señal y se deberá prever un cajeado en la losa de hormigón de la plataforma con dimensiones 0.78x0.78m y de profundidad 0.25m para cada señal, de tal forma que el minimástil quede oculto y los dos focos sean visibles al quedar por encima del nivel de rodadura.

La ubicación de cada una de las señales y su tipo se refleja en el Documento nº 2. Planos del presente Proyecto. Dentro del Puerto Exterior se plantean señales de maniobras para permitir las operaciones de carga y descargas de los trenes de mercancías.

### 5.9.1 DENOMINACIÓN DE LAS SEÑALES LATERALES LUMINOSAS

Las identificaciones de las señales que se han definido para la red ferroviaria interior son las siguientes:

- Señales de salida (S) del Puerto Exterior.
- Señales de entrada (E) al Puerto Exterior.
- Señales avanzadas (E') de dichas señales de entrada.
- Señales de los mangos y de maniobra (M) en el Puerto Exterior.
- Señales de retroceso (R) para maniobras sobre vía general.

Los criterios para su denominación están descritos en la NAG 2-0-1.0\_1E “Designación de vías y componentes de la superestructura en la red. (1ª ed.+Erratum)”, de enero de 2017.

## 5.10 ACCIONAMIENTOS DE AGUJA

Se proyecta el suministro e instalación de nuevos accionamientos (un único motor por aparato) para los nuevos aparatos previstos en el proyecto, así como los comprobadores de agujas y cerrojos correspondientes.

Los nuevos accionamientos serán normalizados Adif y responderán a la ET 03.365.401.3 “Accionamientos electromecánicos de agujas”, de marzo de 2000.

Para limitar la potencia simultánea, se considera que el movimiento de las agujas será secuenciado.

Dado que se instalará un nuevo enclavamiento, será necesario instalar una caja de terminales a pie de todos los aparatos de vía, incluido el mástil y el basamento de hormigón, donde se conectará el correspondiente cable del motor. Se requiere prever el cajeado de los accionamientos y de la timonería asociada en la losa de la vía en placa.

La Oficina Técnica de Obra entregará los planos de ubicación, cableado y conexionado de los accionamientos. El conexionado se realizará de acuerdo con los esquemas indicados en los planos del Proyecto. 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 estos. Esta operación se podrá realizar simulando la alimentación del accionamiento desde el punto más cercano que disponga de tensión.

La proyección de estos accionamientos y su ubicación se describe a continuación:

*Tabla 4. Accionamientos de aguja*

Nombre	Pk	Nombre	Pk
<b>A43</b>	0+313	<b>A21</b>	1+551

<b>A41</b>	0+357	<b>A19</b>	1+618
<b>A39</b>	0+603	<b>A17</b>	1+658
<b>A37</b>	0+623	<b>A15</b>	1+686
<b>A35</b>	0+993	<b>A13</b>	1+727
<b>A33</b>	1+072	<b>A11</b>	1+842
<b>A31</b>	1+101	<b>A9</b>	1+921
<b>A29</b>	1+169	<b>A7</b>	2+253
<b>A27</b>	1+317	<b>A5</b>	2+293
<b>A25</b>	1+460	<b>A3</b>	2+332
<b>A23</b>	1+482	<b>A1</b>	2+372

Fuente: Elaboración propia

En cumplimiento de la ETI relativa a las personas con movilidad reducida en el sistema ferroviario transeuropeo (reglamento UE 1300/2014), no se prevé la colocación de cajas de terminales en andenes y otros lugares de acceso público.

## 5.11 SISTEMA DE DETECCIÓN DE TRENES

Los sistemas de detección de tren son sistemas de seguridad proyectados y contruidos para que cualquier fallo o anomalía que pueda producirse repercuta en el establecimiento de una condición segura.

En la zona de entrada al Puerto Exterior se contempla la instalación de circuitos de vía de audiofrecuencia en todo el ramal de acceso hasta la señal de entrada E2P en el PK 5+400 y en el resto de la red ferroviaria interior desde la señal de entrada E2P se contempla la instalación de contadores de ejes, de manera que habrá una transición entre ambos sistemas de detección del tren.

### 5.11.1 CIRCUITOS DE VÍA

Los sistemas de detección de tren basados en circuitos de vía se utilizan para detectar la presencia de trenes dentro de unas secciones de vía definidas. En este proyecto se instalarán circuitos de vía de audiofrecuencia de última generación en la zona de transición del ramal del acceso ferroviario al Puerto Exterior de A Coruña y la red

ferroviaria interior del mismo y deberán satisfacer lo dispuesto en la ET 03.365.311.4 “Sistemas de detección de tren basados en circuitos de vía de audiofrecuencia”, de enero de 2017.

En concreto se instalará un lazo de final en el PK 5+400 para la señal E2P, así como uno simétrico para la señal de avanzada E'2P en el PK 2+534. Se incluye también la instalación de las unidades de sintonía y los ajustes de los circuitos de vía.

El sistema realizará la detección continua de las circulaciones ferroviarias en un tramo de vía determinado. Dispondrá de un emisor de señal eléctrica conectado a los carriles para alimentar la sección de vía señalizada y uno o varios receptores que reciban dicha señal, conforme a la configuración de diseño. Dará la indicación de sección de vía ocupada como reacción a la atenuación de la señal eléctrica de funcionamiento por efecto del cortocircuito de los carriles por los ejes de los trenes, en cualquiera de los receptores del circuito de vía.

Permitirá una separación entre secciones de vía adyacentes sin la necesidad de la interrupción mecánica de la vía (juntas aislantes).

Los equipos exteriores del sistema se compondrán de los siguientes elementos:

- Lazos (juntas eléctricas).
- Conexionado de emisores y receptores.
- Cajas de sintonía.

El sistema deberá ser compatible con la instalación en vía de otros sistemas de detección y con los sistemas de protección de trenes existentes.

Se diseñará la conexión de los equipos interiores y exteriores con cables de cobre de cuadretes de 1.4mm de diámetro. Los cables de emisores y receptores serán independientes, así como las cajas de conexión en los que se conectan a cada uno de los elementos emisores y receptores de cada circuito de vía físico. Las conexiones de los conductores de las juntas eléctricas al carril se realizarán por medio de contacto

insertado en el alma del carril según la ET 03.365.305.6 “Homologación y suministro de conexiones de vía”, de agosto de 1996. Deberá preverse la instalación de los lazos de aluminio correspondientes a la hora de ejecutar la losa de la vía en placa allá donde sea necesario.

Para conseguir la máxima longitud de estacionamiento posible y cumplir con los requisitos de la NAS 811 “Diseño de instalaciones de control, mando y señalización. 1ª Edición.”, de enero de 2021, los circuitos de vía proyectados deben cumplir que la distancia entre inicio de zona detección de ambos lados del circuito de vía sea 0m (solape).

De cualquier forma, se cumplirá con lo indicado en los siguientes epígrafes de la norma ERA/ERMTS/033281 v4.0:

- epígrafe 3.1.2.3: Se define la distancia entre el primer eje y el último siendo ésta de, al menos, 3.000mm
- epígrafe 3.1.4: Utilización de areneros. Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que el campo de detección estará garantizado para material rodante de las características definidas en este apartado del documento, en lo que se refiere a:
  - Cantidad máxima de arena.
  - Características de la arena.
- epígrafe 3.1.5: Lubricación de pestañas en material embarcado. Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que el campo de detección estará garantizado para material rodante de las características definidas en este apartado.
- epígrafe 3.1.6: Utilización de equipos de frenado compuestos. Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que el campo de detección estará garantizado para material rodante de las características definidas en este apartado.

- epígrafe 3.1.9. Impedancia entre ruedas. Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que el campo de detección estará garantizado para material rodante de las características definidas en este apartado.
- epígrafe 3.1.10. Combinación de características de material rodante influyendo la impedancia de shunt. Los circuitos de vía a instalar deberán estar diseñados de tal forma que el campo de detección estará garantizado para material rodante de las características definidas en este apartado.
- epígrafe 3.2. Compatibilidad electromagnética.

Además, en base a lo recogido en la NAV 7-1-0.7 “Diseño y montaje de vía sin balasto para obra nueva. 1ª Edición.”, de enero de 2021 y en la Nota Técnica de Adif “Incompatibilidad de Elementos de IISS con Instalación de Vía en Placa”, el diseño del

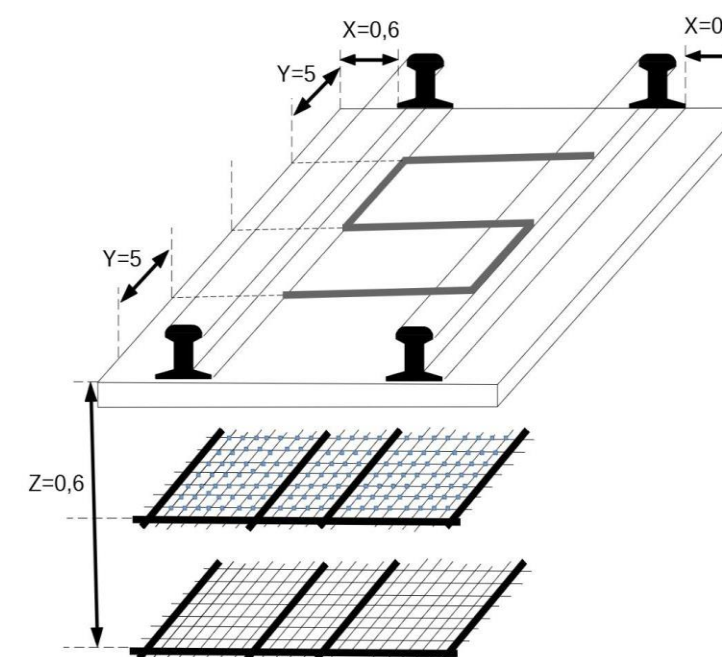


Figura 4. Se muestran, en metros, las dimensiones libres de bucles metálicos para evitar interferencias electromagnéticas con circuitos de vía de estación genéricos



sistema de vía en placa deberá tener en cuenta las restricciones de Compatibilidad Electromagnética (CEM) entre la vía en placa y los equipos de señalización. Esto se traduce en que en la losa hormigonada se deben evitar los bucles eléctricos de refuerzo o de metal cerrados, por ejemplo, mediante el uso de clips aislantes entre las barras que se cruzan de la armadura de refuerzo o con el uso de armaduras no férreas.

Con el objeto de controlar el impacto de las interferencias electromagnéticas se deberán respetar unas dimensiones geométricas alrededor del equipo de señalización alrededor del mismo en las que se requieren refuerzos sin bucles o materiales con un contenido de metal restringido, siendo dichas dimensiones lo más pequeñas posibles para limitar las implicaciones estructurales.

A falta de información de la tecnología de circuito de vía de audiofrecuencia que se va a instalar, se darán unas distancias generales a respetar, de forma que se asegure la no interferencia para las tecnologías de circuito de vía de audiofrecuencia más ampliamente instaladas en la RFIG. Finalmente se deberán respetar las distancias específicas para la tecnología concreta que finalmente se vaya a instalar.

Se admite la instalación de refuerzos metálicos a una profundidad Z inferior a la indicada siempre que se utilicen clips aislantes de separación entre los refuerzos longitudinales y transversales, de forma que se evite la formación de bucles metálicos cerrados dentro del área definida por las dimensiones X e Y en cada caso.

### 5.11.2 CONTADORES DE EJES

En el resto de la red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña se realizará la detección de los trenes mediante la instalación de contadores de ejes de última generación a partir de la señal de entrada E2P en el PK 5+400, debiendo satisfacer los mismos lo expuesto en la ET 03.365.310.6\_ED3M1 "Sistemas electrónicos de detección de tren basados en contadores de ejes. (ED3M1).", de enero de 2023. Será de aplicación y de cumplimiento los parámetros marcados en la ERA/ERTMS 033281 v4.0 para contadores de ejes.

La tecnología aplicada por este tipo de sistema para la detección de dicho tren estará basada en la detección de la modificación del campo magnético debida al paso de una rueda por la ubicación del sensor de rueda. El funcionamiento de este tipo de sistema no depende de las condiciones de aislamiento, continuidad, tipo de carril ni ancho de vía.



Figura 5. Ejemplo de distribución de clips aislantes para la separación de refuerzos metálicos

Los equipos y ubicación planteada se muestran a continuación:

Tabla 5. Contadores de ejes

Nombre	Pk	Nombre	Pk	Nombre	Pk	Nombre	Pk	Nombre	Pk
<b>CE02</b>	5+400	<b>CE79</b>	1+010	<b>CE59</b>	1+389	<b>CE39</b>	1+653	<b>CE19</b>	1+931
<b>CE04</b>	0+240	<b>CE77</b>	1+033	<b>CE57</b>	1+397	<b>CE37</b>	1+657	<b>CE17</b>	2+243
<b>CE06</b>	0+250	<b>CE75</b>	1+055	<b>CE55</b>	1+470	<b>CE35</b>	1+693	<b>CE15</b>	2+270
<b>CE91</b>	0+593	<b>CE73</b>	1+082	<b>CE53</b>	1+472	<b>CE31</b>	1+696	<b>CE13</b>	2+283
<b>CE93</b>	0+613	<b>CE71</b>	1+091	<b>CE51</b>	1+481	<b>CE33</b>	1+728	<b>CE11</b>	2+293
<b>CE87</b>	0+667	<b>CE69</b>	1+100	<b>CE49</b>	1+517	<b>CE29</b>	1+737	<b>CE07</b>	2+316
<b>CE89</b>	0+667	<b>CE67</b>	1+135	<b>CE47</b>	1+571	<b>CE27</b>	1+832	<b>CE05</b>	2+333
<b>CE85</b>	0+691	<b>CE65</b>	1+170	<b>CE45</b>	1+608	<b>CE25</b>	1+858	<b>CE09</b>	2+337
<b>CE83</b>	0+869	<b>CE63</b>	1+179	<b>CE43</b>	1+617	<b>CE23</b>	1+882	<b>CE03</b>	2+356
<b>CE81</b>	0+983	<b>CE61</b>	1+307	<b>CE41</b>	1+652	<b>CE21</b>	1+904	<b>CE01</b>	2+382

<b>CE02</b>	0+074	<b>CE79</b>	1+010	<b>CE59</b>	1+389	<b>CE39</b>	1+653	<b>CE19</b>	1+931
<b>CE04</b>	0+240	<b>CE77</b>	1+033	<b>CE57</b>	1+397	<b>CE37</b>	1+657	<b>CE17</b>	2+243

Fuente: Elaboración propia

Proporcionará una indicación estable del estado de cada sección a partir de la comparación entre el número de ejes que entran en la sección y el número de ejes que salen de la misma sección. Una sección estará delimitada por al menos 2 puntos de detección, excepto en el caso de vías de toperas y situaciones similares cuya sección estará delimitada por un único punto de detección. El sistema no tendrá zonas muertas ni de solape. Se permitirá definir secciones de vía de cualquier longitud siempre que sea mayor que la distancia entre ejes más grande de las circulaciones ferroviarias previstas.

Los equipos exteriores se compondrán de sensores de rueda, cables y cajas de conexión. Las cajas de conexión se situarán como mínimo a 1350mm del carril más cercano. Los sensores de rueda deberán instalarse con sus correspondientes dispositivos de defensa mecánica y protección en su caso. Todos los componentes de los equipos instalados en vía, incluido sus defensas mecánicas y protecciones, deberán estar convenientemente protegidos para su trabajo en intemperie (así como de la presencia de sustancias y productos depositados por el material rodante). Así mismo deberá preverse su cajeado en la losa de la vía en placa con las medidas adecuadas.

Los sensores de rueda serán totalmente estáticos, sin partes móviles, siendo su funcionamiento independiente del tipo de carril, desgaste de rueda, desplazamiento lateral de éstas o paso de las circulaciones, estando aisladas eléctricamente del carril.

La ubicación de los sensores de rueda se muestra en el Documento nº 2. Planos. Se colocarán a 10m del punto de peligro más cercano, según lo estipulado en la NAP 1-2-1.0 "Metodología para el diseño del trazado ferroviario", considerando 0m de distancia para disposición de los sistemas de detección del tren y 5m de distancia de eje de tren a morro y 5m de distancia técnica mínima para contadores de ejes.

Además, en base a lo recogido en la NAV 7-1-0.7 "Diseño y montaje de vía sin balasto para obra nueva. 1ª Edición.", de enero de 2021 y en la Nota Técnica de Adif "Incompatibilidad de Elementos de IIS con Instalación de Vía en Placa", el diseño del sistema de vía en placa deberá tener en cuenta las restricciones de Compatibilidad Electromagnética (CEM) entre la vía en placa y los equipos de señalización. Esto se traduce en que en la losa hormigonada se deben evitar los bucles eléctricos de refuerzo o de metal cerrados, por ejemplo, mediante el uso de clips aislantes entre las barras que se cruzan de la armadura de refuerzo o con el uso de armaduras no férreas.

Con el objeto de controlar el impacto de las interferencias electromagnéticas se deberán respetar unas dimensiones geométricas alrededor del equipo de señalización alrededor del mismo en las que se requieren refuerzos sin bucles o materiales con un contenido de metal restringido, siendo dichas dimensiones lo más pequeñas posibles para limitar las implicaciones estructurales.

En cumplimiento con la norma UNE-EN 50617 “Parámetros Técnicos de los sistemas de detección de trenes para la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo. Parte 2: Contadores de Ejes”, en su apartado 8.3 “Vía en Placa” se establece que se debe respetar una distancia mínima de 88 mm entre la base del carril y la placa de hormigón. Por tanto, se toma como distancia a respetar en el eje Z = 88mm.

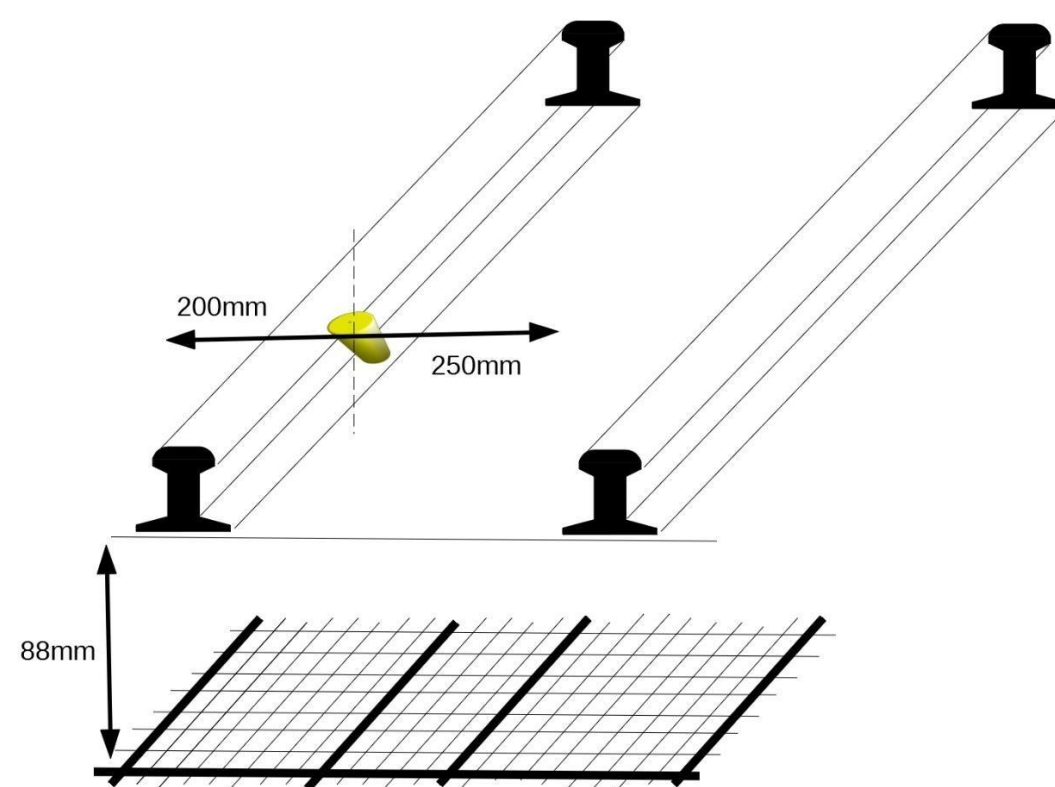


Figura 6. Se muestran las distancias a respetar libres de metales y componentes inductivos entre las ruedas para las cabezas detectoras de contadores de ejes

Asimismo, en la norma ERA ERTMS 033281 “Interfaces between control-command and signalling trackside and other subsystems”, de obligado cumplimiento para todos los productos interoperables, se establece en su apartado 3.1.3.5. la distancia libre de metales y componentes inductivos a respetar entre las ruedas. Según esta norma se

debe respetar una distancia de 250mm desde el eje vertical del carril hacia el interior del carril y de 200mm desde el eje vertical hacia el exterior del carril, en el sentido del eje X. No hay ninguna especificación respecto al eje Y.

## 5.12 SUMINISTRO DE ENERGÍA A LOS SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN

La descripción del sistema de alimentación diseñado para las instalaciones de señalización y de telecomunicaciones se incluye en el anejo correspondiente del proyecto de vía.

## 5.13 INTERSECCIONES ESPECIALES

Se considera intersección especial a cualquier intersección a nivel entre una carretera y una línea férrea, reconocida por la Autoridad Portuaria de A Coruña y abierta a usuarios públicos o privados. Existirán 5 intersecciones especiales y se prevé 1 intersección especial a futuro cuyo diseño no es ámbito de este proyecto, únicamente se deja planteada la obra civil necesaria. Los sistemas de gestión de la seguridad de los administradores de infraestructuras indicarán los sistemas de protección y las medidas de mitigación de los riesgos que deben tener dichas intersecciones, así como sus regímenes de utilización y de policía de ferrocarriles. Específicamente establecerán las condiciones de circulación en régimen de marcha a la vista, sin superar la velocidad de 40km/h, o de maniobras.

Para el diseño de las instalaciones de seguridad de las intersecciones especiales resultantes entre la red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña y los viales existentes se ha tomado de referencia lo dispuesto en la siguiente normativa:

- Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario.
- Real Decreto 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad ferroviarias.
- Real Decreto 664/2015, de 17 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Ferroviaria.



- Resolución 12/2020, de la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria, por la que se aprueba la Especificación Técnica de Circulación. Sistemas de Protección en Pasos a Nivel [ETC PN].
- Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.541.6 "Sistema Detector de Obstáculos para Pasos a Nivel", 2ª edición de julio de 2011.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.560.6 "Sistema de Protección de Paso a Nivel Tipo Adif", 1ª edición de julio de 2022.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.555.6 "Sistemas de Detectores de Tren por Pedales Electrónicos para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", 1ª edición de abril de 1999.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.543.2 "Señalización Luminosa en Plumas de Barreras de Pasos a Nivel", 1ª edición de noviembre de 2004.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.540.8 "Módulo de Mando Electrónico para Pasos a Nivel", 1ª edición de enero de 2000.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.529.1 "Accionamiento Eléctrico de Barrera para Pasos a Nivel", 2ª edición + Erratum de enero de 2019.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.528.3 "Armarios de Mando Local para Instalaciones de Seguridad para Pasos a Nivel", 2ª edición de junio de 2017.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.527.5 "Circuitos de Vía Cortos para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", 1ª edición de febrero de 1995.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.526.7 "Temporizadores Electrónicos para Instalaciones de Seguridad en Pasos a Nivel", 1ª edición de febrero de 1995.
- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.522.6 "Señales Especiales al Ferrocarril para Pasos a Nivel Tipo LED", 2ª edición de julio de 2018.

- Especificación Técnica de Adif ET 03.365.521.8 "Señales Luminosas y Acústicas a la Carretera y Peatones para Pasos a Nivel", 3ª edición de febrero de 2022.
- NAS 325 de Adif "Sistemas para Reducción de Tiempos de Cierre en Protecciones de Pasos a Nivel Enclavados (S.B.E.)", 1ª edición de enero de 2003.

### **5.13.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS INTERSECCIONES ESPECIALES**

Las intersecciones especiales deberán contar con los sistemas de protección y señalización adecuados para garantizar la seguridad del tráfico ferroviario y rodado. No tendrán consideración de pasos a nivel, puesto que se tratan de intersecciones de carreteras con líneas ferroviarias dentro de zonas portuarias cuya explotación de ambas es responsabilidad de la Autoridad Portuaria correspondiente, en este caso la APAC. Dichas intersecciones contarán con la protección conforme a lo que se determine reglamentariamente y los trenes deberán limitar su velocidad máxima de circulación por aquéllas a 40km/h.

Las intersecciones especiales consideradas en el ámbito de proyecto tendrán sistema de protección de tipo activo, que avisa y protege al usuario (conductor) de la llegada del tren, con funcionamiento enclavado. Los sistemas de protección activos se componen de elementos instalados en el lado de la carretera y en el lado de la vía, complementados con los elementos de gestión, mando y control necesarios.

Una intersección especial enclavada es la situada entre las señales de entrada de una estación (en este caso, la red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña) cuya protección se activa mediante el establecimiento de los itinerarios que le afecten, y se desactiva con la progresiva disolución del itinerario al avance del tren. La protección de la intersección especial estará asegurada antes del paso de los trenes, por las indicaciones de las señales fijas, y por las instalaciones que las equipan.

En las intersecciones especiales enclavadas las órdenes de cierre y apertura son generadas a partir del equipamiento disponible en los enclavamientos de cada

estación y su protección se realiza condicionando y enclavando la apertura de las señales fundamentales de la estación con las condiciones de cierre y seguridad de la intersección especial. Se contemplan la instalación de sistemas destinados a reducir los tiempos de cierre en las intersecciones especiales enclavadas con las señales fundamentales de circulación de las estaciones.

En las intersecciones especiales para uso específico de vehículos, la posición del usuario se establece en el eje de la carretera, y a una distancia de 5m del carril más próximo de la vía.

De acuerdo a las conversaciones mantenidas con la APAC se instalarán equipos de protección y aviso en todas las intersecciones especiales análogos a una protección de paso a nivel de clase A4 (protección automática con protección del lado de la vía): una señal o un sistema de protección de tren le permite franquear normalmente la intersección especial tras comprobar que ésta se encuentra completamente protegida por el lado del usuario y está libre de obstáculos.

Se protege a los usuarios de la intersección o se les avisa de que un tren se aproxima mediante la activación de dispositivos que indican que no es seguro cruzar el paso. La protección mediante el uso de dispositivos físicos incluye semibarreras o barreras completas que bloquean el acceso de vehículos a la intersección al acercarse un tren a la misma. El aviso mediante equipos fijos en las intersecciones se realizará mediante dispositivos visibles (luces) y dispositivos audibles (sonería), los cuáles avisan al conductor del vehículo de la aproximación de un tren a la intersección.

Las intersecciones del Puerto Exterior de A Coruña también se diseñarán con protección del lado de la vía, donde una señal u otro sistema de protección de los trenes solo permite pasar al tren normalmente tras comprobar que la intersección especial está completamente protegida por el lado del usuario y está libre de obstáculos.

La protección de las intersecciones especiales estará asegurada antes del paso de los trenes, por las indicaciones de las señales fijas y por las instalaciones que los equipan.

El sistema de protección de las Intersecciones Especiales no deberá permanecer activado durante un tiempo excesivo, con el fin de facilitar el tránsito de los usuarios de la carretera, los enclavados deberán permanecer abiertos durante al menos 3 minutos, por cada intervalo de tiempo de 10 minutos, salvo que se produzca una detección del tren o circulación y ocupación del CV isla.

Las funciones básicas desarrolladas por estos sistemas de aviso y protección son las siguientes:

- Detección de la aproximación del tren o trenes a la intersección especial (sólo en las intersecciones especiales automáticas).
- Activación de los elementos de aviso y protección al usuario de la carretera. Esta función puede realizarse de forma automática o a través de un enclavamiento.
- Indicación al maquinista del estado de protección o desprotección de la intersección especial, antes de llegar a ésta.
- Confirmación del paso y alejamiento del tren (sólo en intersecciones especiales automáticas).
- Desactivación de los elementos de aviso y protección.
- Autocomprobación del sistema y gestión de las alarmas causadas por averías o fallos en su funcionamiento.
- Aviso al usuario en caso de sucesión de trenes.
- Apertura automática por tiempo de cierre excesivo.
- Operación manual en mando local.
- Registro de eventos y alarmas.

Las funciones básicas de las intersecciones especiales será la activación de los elementos de aviso y/o protección al usuario de la carretera a través de un enclavamiento, indicación al maquinista del estado de protección o desprotección de la intersección especial, antes de llegar a ésta y desactivación de los elementos de aviso y/o protección.

### **5.13.2 EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN EN LA CARRETERA**

Los equipamientos de protección a los usuarios de la carretera estarán constituidos por uno o varios de los siguientes elementos:

- Señales horizontales y verticales colocadas en la carretera definida en la normativa estatal de carreteras (Reglamento General de Circulación por carretera y normas de carreteras 8.1-IC sobre Señalización vertical y 8.2-IC sobre Marcas viales) para los pasos a nivel con barreras, que avisan al conductor del vehículo de la proximidad de la intersección especial y de su protección.

En casos debidamente justificados (p. ej. carreteras con tráfico débil y/o baja velocidad de circulación) y mediante resolución debidamente motivada, el titular de la carretera podrá reducir o adaptar la señalización anterior. En todo caso deberá mantener como mínimo la señal P-8, y colocar sobre esta última una placa indicadora con la distancia hasta la intersección.

Análogamente, se prescindirá de la señalización horizontal en el caso de pavimentos que no permitan asegurar su permanencia y fijación adecuadas (p. ej. térreos).

- Señalización luminosa y acústica, que avisa al conductor del vehículo de la aproximación de un tren a la intersección especial.
    - La señalización luminosa estará compuesta por un conjunto de dos focos rojos, preferentemente horizontales, luciendo a destellos de forma alternativa, situados en el margen derecho de la carretera, conforme al sentido de la circulación. Se colocará un conjunto a cada lado de la intersección especial.
- Cuando las condiciones de visibilidad de esta señal desde la carretera o la intensidad de su circulación así lo aconsejen, se colocarán señales adicionales en el margen izquierdo de ésta. La señalización luminosa se activará como mínimo 30 segundos antes de la llegada del tren con la

antelación suficiente para que el proceso de protección de la intersección especial (bajada de barreras y detección de obstáculos) haya finalizado antes de ese límite.

Permanecerá activada hasta que el tren haya franqueado la intersección. Su activación y desactivación se realizará mediante accionamiento enclavado.

- La señal acústica estará integrada en la señalización luminosa del margen derecho de la carretera o camino. Comienza a sonar simultáneamente con la activación de aquella y cesa al concluir el cierre de las barreras o semibarreras.
- Barreras o semibarreras móviles, que bloquean el acceso de vehículos a la intersección especial cortando el acceso desde la carretera a las vías del ferrocarril al aproximarse un tren al mismo. Las semibarreras podrán ser simples (de entrada) o dobles (de entrada y de salida), en función de que corten la mitad derecha de la calzada o su totalidad. Se colocarán a ambos lados de la intersección especial. Su apertura y cierre se realizará normalmente mediante accionamiento enclavado. Los tiempos invertidos por los accionamientos de barrera para la subida y bajada serán regulables, dentro de los siguientes límites:
  - Tiempo de bajada: entre 7 y 10 segundos.
  - Tiempo de subida: entre 6 y 15 segundos.

En el caso de barreras completas situadas en carreteras o caminos de doble sentido de circulación, su bajada será simultánea, por lo que para minimizar el riesgo de que un vehículo quede atrapado entre ambas, se aplicarán medidas de protección adicionales (retranqueo de barreras respecto a la vía, detección de obstáculos de vía, etc.).

Los accionamientos podrán actuar sobre barreras de hasta 8.5m de longitud.

Las barreras o semibarreras estarán dotadas de balizamiento reflectante constituido por franjas rojas y blancas. Cuando las condiciones de visibilidad lo

aconsejen, deberán disponer de elementos luminosos dispuestos en toda la longitud de las plumas de barrera, en la banda frente a los vehículos a la carretera que permitan visualizarlas mientras no estén completamente abiertas y con la barrera abierta la señalización permanecerá apagada. Al iniciarse su cierre un detector de posición propio del sistema activará los puntos luminosos que lucirán de forma fija hasta que la barrera vuelva a la posición vertical al finalizar su ciclo de operación. Dicha señalización luminosa podrá adoptar las configuraciones prácticas siguientes:

- En barras horizontales rojas y blancas, iniciándose en el extremo de la barrera con la indicación roja y dispuestas en la parte superior de la pluma.
- En focos circulares rojos y blancos en igual orden dispuestos en el centro de la pluma.

Su diseño permitirá, en caso de arrollamiento por parte de un vehículo, minimizar los daños sobre éste. Además, en caso de producirse dicho evento, se deberá generar la correspondiente alarma en el sistema.

Las barreras, las semibarreras simples y las semibarreras de entrada en el caso de semibarreras dobles: iniciarán su cierre con un retardo mínimo de 6 segundos tras la activación de la señalización luminosa.

Las semibarreras de salida, en caso de semibarreras dobles, iniciarán el cierre cuando las de entrada se hayan cerrado totalmente y tras comprobar la ausencia de obstáculos en la vía; una vez cerradas, todas las barreras permanecerán así hasta que el tren haya franqueado la intersección.

Cualquier avería relevante para la seguridad del sistema (fallo de elementos luminosos, falta de alimentación eléctrica, uso del mando local, etc.) deberá activar los mecanismos de aviso correspondientes en el lado del ferrocarril (maquinista o responsable de circulación).

### **5.13.3 EQUIPAMIENTO DE PROTECCIÓN EN LA VÍA FÉRREA**

Los equipamientos de protección en la vía férrea de los que deberán disponer las intersecciones especiales son los siguientes:

- Señales con información fija (cartelones) definida en la normativa estatal ferroviaria (Reglamento de Circulación Ferroviaria, aprobado por Real Decreto 664/2015, de 17 de julio) que avisen al maquinista de la proximidad de la intersección especial, obligación de silbar, etc.
- Detección de obstáculos en la vía, que informa a través de la señal del paso a nivel de la posible presencia de vehículos de cierto tamaño en el paso durante la activación de la protección. La instalación de este sistema es especialmente necesaria en intersecciones especiales: dotadas de barreras completas y situados en carreteras con doble sentido de circulación; con condiciones de tráfico singulares en el lado de la carretera (retenciones frecuentes de vehículos a la salida de la intersección especial, presencia habitual de tráfico pesado o mercancías peligrosas, elevada siniestralidad, etc.).
- Detectores de alejamiento de tren, que desactivan los sistemas de aviso y, en su caso, los de protección, una vez que el tren ha franqueado totalmente la intersección especial.
- Unidad de gestión del sistema de protección. Recibe la información sobre el estado y las comprobaciones de funcionamiento de los equipos que conforman el sistema de protección de la intersección especial (detectores de aproximación, de alejamiento y de presencia del tren en las inmediaciones de la intersección especial; señales luminosas y acústicas para la carretera; detección de obstáculos, etc.).

Se dispondrá de un modo de funcionamiento en “Mando Local”, accionable manualmente desde la propia instalación a pie de la intersección especial, para su uso en situaciones de anomalía.



La activación del “Mando Local” inhibirá el funcionamiento de la intersección especial en modo automático, lo que permitirá activar y desactivar manualmente la protección de la intersección especial.

Cada instalación dispondrá de un manual de uso que describa la forma de operar el sistema en “Mando Local”.

Los administradores de infraestructura dispondrán de un Sistema de Gestión de la Seguridad de normas o procedimientos que definan:

- La forma de operar del personal a pie de paso, con objeto de realizar la protección in situ que corresponda.
- Medios de los que debe disponer el personal a pie de paso para realizar la protección, así como su ubicación y disponibilidad.
- Detectores de alejamiento de tren, que desactivan los sistemas de aviso y, en su caso, los de protección, una vez que el tren ha franqueado totalmente la intersección especial.

#### **5.13.3.1** SISTEMA DETECTOR DE OBSTÁCULOS PARA INTERSECCIONES ESPECIALES

Este sistema pretende detectar la presencia de vehículos en la zona de la intersección especial y dar a conocer al tren una situación de intersección especial desprotegida a través de la señalización ferroviaria específica de la protección de la intersección especial.

El sistema detector es de naturaleza magnética, por lo cuál, la detección se limitará a vehículos de más de 2 ruedas con una base metálica de más de 2m<sup>2</sup>, paralela al plano de tierra a una altura no superior a 50cm. Por tanto, no será objeto de detección de los siguientes elementos:

- Personas y animales o cualquier cuerpo no metálico.
- Cuerpos metálicos ya presentes en el momento de la puesta en marcha de sistema. Es decir, el sistema se adaptará a los cuerpos metálicos fijos.

- Vehículos metálicos de 2 ruedas.

El área a cubrir estará delimitada por uno o varios bucles que recorrerán todo el perímetro a proteger; estando integrados en la zona de rodadura de los vehículos. Los bucles se conectarán a un equipo electrónico, donde se tomará la decisión de la ocupación o no del área cubierta. El bucle podrá ser de 1 a 3 conductores, para obtener las condiciones funcionales requeridas. Este cable se denominará lazo detector o espira detectora y formará parte de un circuito resonante LC, donde el lazo detector es la parte inductiva. El equipo o módulo electrónico detectará las variaciones de frecuencia producidas por la presencia de vehículos metálicos que al invadir el área cubierta modifican el valor de la frecuencia natural de resonancia del circuito oscilante. En ausencia de vehículos en la zona de protección, el relé del detector de obstáculos permanecerá excitado, y desexcitado al ocuparse la zona.

Al activarse las protecciones de la intersección especial, se pueden producir dos situaciones: que la intersección especial esté libre (relé excitado), o que el detector informe de la presencia de un obstáculo (relé desexcitado). En el caso de que la zona de la intersección especial se encuentre libre de vehículos en el momento en que se han cerrado las barreras, el relé del detector de obstáculos estará excitado autorizando la apertura de la señal al ferrocarril.

A partir de este instante el detector de obstáculos deberá quedar inhibido, no permitiéndose el cierre de señales al ferrocarril por una ocupación posterior.

En el caso de que el detector de obstáculos informe de la presencia de un vehículo cuando se han cerrado las barreras, la señal al ferrocarril se mantendrá ordenando parada. Esta situación se prolongará, mientras el sistema esté detectando ocupación en la intersección especial.

Si durante la aproximación del tren el obstáculo liberara la intersección, la excitación del relé del detector de obstáculos permitiría la apertura inmediata de señales ferroviarias ya que la liberación no queda inhibida en ningún momento. Tras esta

liberación se produce igualmente la inhibición del detector a las ocupaciones posteriores.

Dado que la relación entre señales y el detector de obstáculos se efectúa a nivel de seguridad, como si de la comprobación de cierre de barreras se tratase y efectuada en la propia intersección especial, se dispondrá, si la instalación eléctrica existente lo permite, de una información auxiliar complementaria, en el puesto local de operación del Puerto Exterior, de la actuación del sistema detector de obstáculos.

Los lazos a instalar cubrirán todo el ancho de la calzada, siendo el ancho mínimo del lazo de 2.5m y el límite máximo al borde de la calzada de 1m. La amplitud de los lazos a instalar entre vía y barrera tendrán una longitud mínima de 1.5m y máxima de 2.5m. Cuando la intersección especial cubra más de una vía, deberán instalarse lazos entrevías siendo la longitud máxima de cada lazo de 2.5m, manteniendo las mismas condiciones indicadas respecto al ancho de la calzada. Los lazos se instalarán a 75cm del carril, independientemente del tipo de pavimento existente o a instalar.

El módulo de control se instalará en un armario o caseta de intersección especial, habiendo lugar para su ubicación, siempre que la distancia al lazo sea menor de 100m a través de una caja de conexiones. También se podrá instalar en una caja de vía lo más cercana posible a la zona donde está enterrado el lazo, por sensibilidad o cuando la distancia entre éste y el armario o caseta estén a más de 100m.

La longitud del lazo detector variará dependiendo de la zona a cubrir, siendo la zona máxima a controlar por un solo equipo 40m<sup>2</sup>. Para realizar el lazo detector se utilizará un conductor de una sección de hasta 2.5mm<sup>2</sup>, altamente flexible y protegido contra los elementos externos. El bucle final de entrada al equipo será la conexión de los diferentes bucles que se realicen para cubrir la zona requerida. Dicha conexión se efectuará mediante cable telefónico de composición de pares o cuadretes, disponiendo de una caja de conexión de vía a la salida de cada bucle. Se utilizarán las

canalizaciones existentes para el enlace de cajas entre bucles, así como el enlace con el armario de mando o cabina.

La geometría de los lazos deberá ser preferentemente de forma rectangular, salvo condiciones particulares que se adaptará al lugar de la instalación, según se encuentre el cruce de las vías con la carretera. Los equipos se podrán interrelacionar en caso de utilizar más de uno para cubrir la superficie de la intersección especial formando una cascada con un solo relé.

La verificación de la integridad y correcta instalación del lazo debe garantizar el correcto funcionamiento del detector. El equipo trabaja de una forma estable sin ser alterado por ruidos, movimientos o defectos del propio cable. Los únicos movimientos bruscos de la frecuencia corresponden a la ocupación de vehículos.

#### **5.13.3.2 MANDO LOCAL**

Todos las intersecciones especiales dotadas de barreras estarán provistas de Mando Local para situaciones de emergencia que permita la apertura o cierre de la intersección especial en caso de ser necesario por anomalía o bien para su manejo durante guardería eventual o maniobras, ubicado cerca de la intersección especial y colocado de forma que tenga la mayor visibilidad del tren y a la carretera. Irá dotado de un teléfono para comunicación con el puesto de local de operación.

En intersecciones especiales enclavadas el mando local puede presentar los modos siguientes:

- Automático: posición precintada que corresponde a la posición normal de funcionamiento.
- Cerrar: en esta posición se produce el desencadenamiento de las protecciones de la intersección especial.
- Abrir: posición en la cuál se produce la normalización de la intersección especial.

### **5.13.3.3 PEDALES DETECTORES DE PRESENCIA DEL TREN**

El sistema detector electrónico de presencia de tren por pedales electrónicos podrá adoptar diferentes configuraciones para adaptarse a las exigencias de explotación requeridas, siendo las partes básicas: equipo exterior (cabezas detectoras, unidad de aviso y unidad de rearme), sistema de transmisión y unidad de enlace o evaluador.

Las cabezas detectoras deberán cumplir con el gálibo de implantación de obstáculos en partes bajas. Las unidades de aviso y rearme se alojarán en un armario o una caja de vía intemperie, situada junto a las cabezas detectoras asociadas y enlazadas con ellas mediante un cable especial que dichas cabezas detectoras poseen. La unidad de enlace, que también efectúa la supervisión del sistema de detección, se alojará en armario. La unidad de rearme tendrá capacidad para gestionar, al menos, dos puntos de aviso y uno de rearme. La transmisión entre las unidades de aviso o rearme con la unidad de enlace se realizará mediante cable de comunicaciones de composición de cuadretes.

### **5.13.4 REQUISITOS DE SEGURIDAD DE LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE PROTECCIÓN**

Los sistemas de protección automáticos de las intersecciones especiales son instalaciones de seguridad. Por tanto, deben ser diseñados, contruidos y operados de tal forma que ante cualquier avería, fallo o transición entre modos de operación que se produzca durante su funcionamiento generen una respuesta del lado de la seguridad (fail-safe), que evite o minimice los riesgos sobre los usuarios de la intersección derivados de dicho evento. Para ello el sistema:

- Deberá tener un Nivel 4 de Integridad de Seguridad (SIL-4)
- Deberá generar y enviar la correspondiente alarma o mecanismo de aviso al ámbito ferroviario (maquinista o responsable de circulación).

- Reaccionar, en su caso, de forma adecuada, estableciendo condiciones restrictivas para la circulación y llevando a cabo acciones favorables a la seguridad.

Antes de la puesta en funcionamiento de cualquier instalación, y en función de sus características técnicas, deberán categorizarse todas las alarmas del sistema, asignándolas a cada uno de los dos grupos anteriores.

El sistema estará diseñado para continuar funcionando temporalmente en el caso de fallo en la alimentación eléctrica. Para ello deberá disponer de un suministro de energía alternativo con una autonomía mínima de 8 horas para las condiciones reales más exigentes de explotación de la línea. Se admiten valores inferiores siempre que el Administrador de Infraestructuras disponga en su Sistema de Gestión de la Seguridad (SGS) de un procedimiento que garantice la operatividad de la intersección especial, en condiciones seguras, a partir de ese momento.

La secuencia de activación de los distintos elementos del sistema de protección será la siguiente:

- Activación de la señalización luminosa y acústica.
- Cierre de barreras o semibarreras móviles de entrada, en su caso.
- Comprobación de la posible presencia de obstáculos en la vía, en su caso.
- Cierre de barreras o semibarreras móviles de salida, en su caso.

Dicha secuencia debe garantizar que cualquier vehículo o peatón que haya iniciado el cruce de la intersección especial en el momento de activarse el sistema de protección, pueda finalizarlo de forma segura. Con este criterio se establecerán las duraciones de cada acción y los retardos necesarios.



### **5.13.5 SISTEMAS DE REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE CIERRE EN PROTECCIONES DE INTERSECCIONES ESPECIALES ENCLAVADAS**

En las intersecciones especiales enclavadas las órdenes de cierre y apertura son generadas a partir del equipamiento disponible en cada estación y su protección se realiza condicionando y enclavando la apertura de las señales fundamentales de la estación con las condiciones de cierre y seguridad de la intersección especial. Pueden darse casos en los que los tiempos en que las intersecciones especiales permanezcan cerradas sea excesivo, afectando con ello no sólo a la regularidad sino a su seguridad. Se proponen sistemas destinados a reducir los tiempos de cierre en intersecciones enclavadas con las señales fundamentales de circulación de las estaciones, según se recoge en la NAS 325 de Adif "Sistemas para Reducción de Tiempos de Cierre en Protecciones de Pasos a Nivel Enclavados (S.B.E.)", 1ª edición de enero de 2003. En concreto, se instalarán pedales de detección de alejamiento del tren para liberar las intersecciones especiales tan pronto como el tren haya rebasado dichos pedales.

### **5.14 CONTROL DE TRÁFICO CENTRALIZADO (CTC)**

No se prevé la integración del ENCE del Puerto Exterior de A Coruña en el CTC de Ourense.

### **5.15 OBRA CIVIL AUXILIAR**

El detalle de la obra civil auxiliar proyectada para el tendido del cableado de las instalaciones de señalización y de comunicaciones se desarrollará en el Anejo nº 18 Red de Canalizaciones y Obra Civil Auxiliar del presente proyecto.

El diseño de la obra civil auxiliar se ha realizado en el presente proyecto; no obstante, su ejecución corre por parte del proyecto de vía y plataforma que se ha redactado en paralelo.

### **5.16 RED DE CABLES DE SEÑALIZACIÓN**

Se distinguen entre cables principales y secundarios; siendo los cables principales los que se tienden entre cajas de terminales, y los cables secundarios los que se tienden entre las cajas de terminales y los equipos de vía.

Se utilizarán cables multiconductores y de cuadretes, de acuerdo a las características de cada elemento y de acuerdo a la ET 03.365.052.4\_2 "Cables para las instalaciones de señalización. (2ª ed.)", de julio de 2021.

Todos los cables tendidos en túneles, accesos a edificios técnicos y en general para zonas donde haya personas de forma permanente, tendrán cubierta ignífuga exenta de halógenos no propagadora de incendios ni de llama de acuerdo al RD 842/2013 de 31 de octubre, clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego, y conforme a la citada ET 03.365.052.4\_2.

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 (diferenciando de señales y de motores), circuitos de vía, contadores de ejes y balizas.
- Se utilizarán cables de cuadretes de 1.4mm de diámetro, tanto cables principales como secundarios, para las señales laterales luminosas, los contadores de ejes y las circuitos de vía de audiofrecuencia.
- Se utilizarán cables multiconductores, de 1.4mm de diámetro, tanto cables principales como secundarios, para motores de aguja y balizas del sistema ASFA.
- Se emplearán cables principales y secundarios sin factor de reducción ante la previsión de no electrificar las instalaciones de la red ferroviaria interior.

- En cuanto al tipo de cubierta empleado, se han previsto de tipo EAPSP para cables secundarios, EAPSP en el caso general de los cables de trayecto. En el caso de los cables que se tiendan en los túneles y en los accesos a los Edificios Técnicos, como se ha citado anteriormente, deben tener cubierta ignífuga, por lo que se han previsto de tipo CCTSST.
- Se instalarán cajas de terminales, incluyendo la correspondiente toma de tierra en cada una de ellas, para la distribución de los cables de señalización y de protección de tren. Para las intersecciones especiales se instalarán armarios de campo.

En función del número de conductores a embornar en cada caja de terminales, se ha previsto la instalación de tres tipos de caja de terminales, una de tipo pequeño con 25 bornas, una de tipo mediano con 50 bornas y otra de tipo grande con 100 bornas.

Los servicios de los elementos enumerados se agruparán en distintas tiradas de cables principales, para lo que se utilizarán los distintos tipos homologados (cables de: 3, 7, 10 y 14 cuadretes; y cables de: 4, 7, 9, 12, 19, 27, 37 y 48 multiconductores). Asimismo, se emplearán cables independientes para agrupar los distintos tipos de servicios, separando entre cables de señalización (diferenciando de señales y de motores) y cables de circuitos de vía y contadores de ejes.

Las longitudes de cables para realizar empalmes se han considerado como sigue:

- Cables de 1 cuadrete, cada 920m.
- Cables de más de 1 cuadrete, cada 460m.
- Cables de hasta 37 conductores, cada 1000m.
- Cables de 48 conductores, cada 750m.

Los cables dispondrán de una toma de tierra, quedando un extremo de la armadura puesta a tierra y el otro aislado. En ningún caso, habrá dos extremos de la pantalla del mismo vano o tramo de bobina puesta a tierra. A nivel de puestas a tierra el cableado

deberá cumplir con lo dispuesto en la UNE-EN 50122: "Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Seguridad eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno".

Se realizará el tendido de los cables de señalización y protección del tren definitivos según la NAS 310 "Norma sobre los sistemas de tendido subterráneo de cables", la ET 03.305.001.4\_1M1 "Canaletas prefabricadas de hormigón para cables. (1ª Edición+M1)" y la NAP 3-0-0.0\_2M1 "Instalaciones ferroviarias de la plataforma. 2ª Edición+M1".

En el Documento nº 2. Planos se reflejan las redes de cableado proyectadas.

#### **5.16.1 RECOMENDACIONES**

Para diseñar la red de distribución de cables se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

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, 7, 10 y 14 cuadretes, y cables de 4, 7, 9, 12, 19, 27, 37 y 48 conductores. No se han utilizado cables con un número de conductores superior a 48 por su manejo difícil, al tratarse de cables armados.

En todos los cables principales debe haber una reserva mínima del 10% de la capacidad del cable.

Todos los cables se tenderán con una holgura del 4% de la distancia cubierta por el cable.

#### **5.17 DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN, INGENIERÍA Y PRUEBAS**

Se ha previsto la valoración de la ingeniería de aplicación específica correspondiente a enclavamiento, bloqueos y modificación del telemando, así como el replanteo y toma de datos necesaria para su realización.

Se considera que la ingeniería de desarrollo está incluida en el precio de los equipos y elementos constitutivos de la instalación.

También se han previsto las partidas necesarias para las pruebas y puesta en servicio, que englobarán todas las pruebas y medidas, tanto lógicas, funcionales y físicas como eléctricas, la entrega de los valores que sean necesarios, para comprobar la funcionalidad correcta de la instalación en conjunto, y las situaciones transitorias necesarias de acuerdo con lo establecido en el presente proyecto y las normas y especificaciones de ADIF.

El coste de las pruebas que el contratista deberá realizar para comprobar el funcionamiento correcto de cada elemento, componente de la instalación, está incluido en el precio del montaje de cada elemento.

### **5.18 RAMS**

Se contemplan las bases para que los licitadores al contrato contemplen en la solución técnica ofertada las prescripciones que fijan los requisitos mínimos a considerar en cuanto a la fiabilidad, disponibilidad, mantenimiento y seguridad de los componentes integrantes o asociados a los distintos sistemas objeto del presente Proyecto.

Según la Normativa UNE-EN 50126-1:2018 de septiembre de 2018, todas las entidades participantes en cualquiera de las fases de fabricación, constructiva y de ingeniería de alguno de los elementos del sistema propuesto, deben realizar su particular gestión en los procesos RAMS en sus partes correspondientes, redactando el correspondiente Dossier de Seguridad.

Para la amenaza “superación de los límites de velocidad y/o distancia indicados al ETCS”, la tasa tolerable (THR) es de  $10^{-9}$  h<sup>-1</sup> para fallos aleatorios, para el ETCS a bordo y en tierra. Esta tasa de fallos se corresponde con un proceso SIL-4.

## **6 DIMENSIONAMIENTO DEL ENCLAVAMIENTO**

Para el diseño del nuevo enclavamiento se ha considerado un enclavamiento electrónico de última generación, basado en microprocesadores y diseñado para estaciones de tamaño grande, estableciéndose esta clasificación en función del número de los elementos de campo a controlar o su equivalencia en entradas y salidas vitales.

Para su diseño se han tenido en cuenta los distintos enclavamientos de este tipo implantados y aceptados por Adif, desarrollando a nivel modular cada una de las funciones básicas que dichos enclavamientos deben realizar. Todos los módulos a instalar deberán cumplir, como mínimo, los requisitos de seguridad y fiabilidad del enclavamiento en el que se instalen. Así mismo, se instalarán módulos de señales de tecnología compatible con el enclavamiento electrónico en la estación, cumpliendo con las normas de seguridad de explotación de enclavamientos.

Esta configuración modular permite adaptar los equipos al tamaño específico de cada enclavamiento, así como a los requerimientos de cada instalación. Así mismo 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, manetas, etc.), así como los telemandos y los sistemas de bloqueo. En cada uno de los módulos considerados como unidades de obra, se incluye como parte de los mismos los cables, los enchufes y los interfaces necesarios para la interconexión con el resto de los módulos, que constituyen el sistema de enclavamientos y bloqueos.

El sistema diseñado se completa con las unidades de bastidores de ubicación de los módulos y los bastidores de entrada y distribución de los cables.

El objeto del presente documento es presentar los cálculos por los que se justifica el dimensionamiento del equipamiento de cabina de los enclavamientos proyectados.

Seguidamente se describen los módulos o los bloques elementales de que consta la configuración elegida para el diseño. Cada enclavamiento tendrá un número de estos

módulos en función de su tamaño y teniendo en cuenta la capacidad de cada uno de dichos módulos.

El enclavamiento diseñado se completa con las unidades de los bastidores de los equipos electrónicos del enclavamiento, los bastidores de entrada y de distribución de los cables, y los bastidores de energía.

#### **6.1.1 UNIDAD CENTRAL DE PROCESO DEL ENCLAVAMIENTO PARA LAS ESTACIONES**

Es el núcleo principal y constituye la parte fundamental del sistema. En ella radica la lógica de seguridad del enclavamiento. Supervisa las condiciones de explotación y asegura que no se produce ninguna situación contra la seguridad.

Se ha considerado una configuración redundante con dos unidades de proceso idénticas, que asegura la disponibilidad si una de ellas fallara. Las dos unidades se encuentran en todo momento sincronizadas, estando una online y la otra en hot stand by, ésta última tomaría automáticamente el control en el caso de que la que se encuentre en activo fallase. También es aceptable si ofrece las mismas garantías que seguridad y de disponibilidad, la configuración 2 de 3, estando las 3 sincronizadas "on time" y en caso de fallo de una las otras dos mantienen activo el sistema.

La capacidad de este módulo determina la del propio enclavamiento, habiendo considerado que sea capaz de controlar hasta 16 controladores de campo y cada controlador de campo capaz de controlar hasta 50 elementos, 160 entradas vitales y 128 salidas vitales: señales, desvíos, contadores de ejes y circuitos de vía (considerando cada circuito de vía como ¼ de elemento).

#### **6.1.2 RACK PARA EL ALOJAMIENTO DE LAS TARJETAS VITALES O NO VITALES**

Este rack se emplea para el alojamiento de los módulos de entradas y de salidas vitales del enclavamiento electrónico a campo, incluso las señales, es decir los módulos para el encendido y el control de las señales, los módulos de entradas para el mando y la

comprobación de los elementos de campo y los módulos de salidas de seguridad para el mando y la comprobación de los elementos de campo.

Este rack se emplea también para el alojamiento de los módulos de entradas y de salidas no vitales, siendo independientes los racks utilizados para las entradas y salidas vitales de los utilizados para las no vitales.

El rack considerado incluye la unidad de alimentación y un bus de comunicación local. La capacidad del rack será de hasta 15 módulos además del espacio ocupado por la unidad de alimentación.

#### **6.1.3 MÓDULO PARA EL ENCENDIDO Y EL CONTROL DE LAS SEÑALES**

Este módulo es empleado para el encendido y la comprobación de los focos de las señales, convencionales de las lámparas, de diodos leds o como alfanuméricas, se ha considerado redundancia en la parte correspondiente de la lógica vital, si bien dependiendo de la tecnología empleada, esta parte puede encontrarse en el módulo principal.

Este módulo será programable de forma que se controle por detección de corriente si la señal está encendida, apagada o con incidencia (foco fundido, derivaciones, etc.). El módulo puede dar salidas fijas o intermitentes, y actúa como etapa final de potencia para el encendido de las señales, comprobando la fusión de lámpara.

El módulo desarrollado para el diseño tiene capacidad para el encendido y la comprobación de 6 focos.

#### **6.1.4 MÓDULO DE ENTRADAS DE SEGURIDAD PARA LA COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS**

Se emplea para recibir la información y validar cada entrada procedente de los distintos elementos de campo, excepto las señales; tales como agujas, circuitos de vía, intersecciones especiales, relaciones con los circuitos realizados con los relés, etc. Está

compuesto por las tarjetas de entrada de corriente continua y con redundancia activa en la parte correspondiente de la lógica vital.

Incluye el interfaz necesario (relés, optoacopladores, etc.) para recibir la información que determine el estado del elemento de campo a controlar, directamente o de un equipo intermedio.

Cada módulo tiene capacidad para recibir 12 entradas vitales procedentes de circuitos independientes, es decir, información de 12 circuitos de vía, de 6 agujas, de 12 relés en relación con técnicas convencionales, etc.

#### **6.1.5 MÓDULO DE SALIDAS DE SEGURIDAD PARA EL MANDO DE LOS ELEMENTOS DE CAMPO**

Este módulo se emplea para el envío de las salidas vitales para el mando de los elementos de campo excepto las señales, tales como agujas, cerrojos eléctricos, relaciones con las intersecciones especiales, etc.

La parte electrónica de este módulo está formada por tarjetas de salida de corriente continua y con redundancia activa en la parte correspondiente de la lógica vital.

Incluye, así mismo, el interfaz electromecánico necesario para la relación directa con el elemento de campo a controlar. La capacidad de este módulo es de 8 salidas vitales independientes.

#### **6.1.6 MÓDULOS DE MANDO DE AGUJAS**

Este grupo de unidades se emplean para el mando de los desvíos dotados de accionamientos eléctricos o electrohidráulicos, en función de las características del mismo y el número de accionamientos asociados.

Estará compuesto por tarjetas de entrada de corriente continua que reciben la información del módulo de salidas de seguridad para el mando de los elementos de campo y las tarjetas de salida de corriente continua que actúan sobre los relés o los

contactores aislados galvánicamente. El módulo incluye el interfaz electromecánico necesario para acometer directamente a los accionamientos de aguja.

Para los desvíos dotados de accionamientos múltiples, se incluye en este módulo el equipo adicional de relés para la sincronización y el control del movimiento secuencial de los motores.

Cada uno de los módulos de mando de las agujas es capaz de mandar un desvío de las características especificadas para ese desvío.

#### **6.1.7 MÓDULOS NO VITALES PARA EL CONTROL DEL INTERFAZ CON EL PUESTO LOCAL**

Este módulo es el encargado de procesar los datos generados por la unidad central de proceso y representarlos en el sistema videográfico de mando local encargado de la interrelación operador / sistema, donde se representa el esquema de vías y de aparatos, utilizándose para el envío de las órdenes, un teclado y un ratón.

De esta forma el interfaz para el puesto de operador del mando local está compuesto de una comunicación serie no vital. Se incluye en este módulo el software de generación de imágenes y de licencias básicas de software específico para el puesto de mando local del enclavamiento electrónico.

Se ha previsto una configuración dual con dos unidades de proceso idénticas, que asegura la disponibilidad si una de ellas fallara. Este módulo incluye además los elementos de proceso de los sistemas de sonería y de aseguramiento contra intrusos del puesto de mando local.

#### **6.1.8 CÁLCULO DE LAS ENTRADAS VITALES Y DE LAS SALIDAS VITALES**

Los criterios de cálculo para las entradas vitales de los elementos de campo a cada una de las dependencias que forman parte de los enclavamientos son los que figuran en la siguiente tabla, considerando que cada módulo de entradas vitales puede controlar hasta 12 entradas vitales:



Tabla 6. Número de entradas vitales según el tipo de elemento

Elemento	Número de entradas vitales
<b>Desvíos</b>	3 por cada desvío (normal, invertido y aguja en movimiento)
<b>Escapes entre vías</b>	6 por cada escape (normal, invertido y movimiento en dos agujas)
<b>Señales</b>	1 por cada foco de la señal (foco fundido)
<b>Pantallas alfanuméricas</b>	1 por cada indicación de la pantalla
<b>Circuitos de Vía</b>	1 por cada CV
<b>Contadores de Ejes</b>	3 por cada pedal de contadores de ejes
<b>Intersecciones Especiales</b>	3 por cada intersección especial

Los criterios de cálculo para las salidas vitales de cada una de las dependencias en función de los elementos de campo que forman parte de los enclavamientos son los que figuran en la siguiente tabla, considerando que cada módulo de salidas vitales puede controlar hasta 8 salidas vitales:

Tabla 7. Número de salidas vitales según el tipo de elemento

Elemento	Número de salidas vitales
<b>Accionamientos</b>	2 por cada desvío o escape (normal e invertido)
<b>Señales</b>	1 por cada foco de la señal (encendido y apagado del foco)
<b>Pantallas alfanuméricas</b>	1 por cada indicación de la pantalla
<b>Contadores de Ejes</b>	1 por cada pedal de contadores de ejes

**Intersecciones Especiales** 3 por cada intersección especial

## 6.2 CONFIGURACIÓN DE LOS ENCLAVAMIENTOS

Se muestra a continuación el resumen de los elementos de campo a controlar por el enclavamiento proyectado:

Tabla 8. Elementos de campo a controlar

Denominación de los elementos	Entradas y salidas por elemento		Elementos de campo por enclavamiento
	Entradas	Salidas	Puerto Exterior A Coruña
<b>Desvío o calce descarrilador motorizado</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	5
<b>Escape y/o aguja/calce</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	9
<b>Desvío sin motor pero con comprobador</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	-
<b>Señales de 5 focos</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	-
<b>Señales de 4 focos</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	6
<b>Señales de 3 focos</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	1
<b>Señales de 2 focos</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	26
<b>Pantalla de 1 indicación</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	-
<b>Pantalla de 2 indicaciones</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	1
<b>Pantalla de 3 indicaciones</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	-

<b>Pantalla de 4 indicaciones</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	-
<b>Circuitos de vía</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	3
<b>Pedales de contadores de ejes</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	50
<b>Intersecciones especiales</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	5
<b>Maniobra local</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	-
<b>Sensores de rueda</b>	<b>2</b>	-	-
<b>Bloqueo electrónico serie (por banda y vía)</b>	-	-	1
<b>Sistemas externos (Día/Noche)</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	1

De acuerdo con los cálculos previamente realizados, se muestra a continuación el resumen del dimensionamiento del enclavamiento proyectado:

*Tabla 9. Dimensionamiento del enclavamiento*

<b>Denominación de los elementos</b>	<b>Puerto Exterior A Coruña</b>
<b>Unidad central de proceso grande</b>	1
<b>Unidad central de proceso pequeña</b>	-
<b>Controlador de objetos 160 entradas / 128 salidas</b>	3
<b>Rack para alojamiento tarjetas virtuales y/o no vitales (15 tarjetas)</b>	5
<b>Módulo de encendido y control de señales (6 focos)</b>	15
<b>Módulo de 12 entradas para comprobación</b>	22
<b>Módulo de 8 salidas para mando</b>	13

<b>Módulo de comunicaciones de bloqueo</b>	1
<b>Módulo de mando de agujas de desvíos con 1 motor</b>	5
<b>Módulo de mando de agujas de desvíos con 2 motores</b>	9
<b>Control de interfaz a CTC con conexión serie</b>	-
<b>Módulo de control de mando local 2 monitores</b>	-
<b>Módulo de control de mando local 4 monitores</b>	1
<b>Módulo de hasta 32 entradas/salidas no vitales</b>	1
<b>SAM local y puesto técnico</b>	1
<b>Registrador jurídico para enclavamiento</b>	1
<b>Bastidor de equipos de enclavamiento electrónico</b>	5
<b>Bastidor de energía</b>	1
<b>Bastidor de entrada y distribución de cables</b>	3
<b>Cableado red local del enclavamiento</b>	1
<b>Equipo de bloqueo con ENCE de distinta tecnología</b>	1
<b>Bastidor de circuitos de vía</b>	1
<b>Bastidor contadores de ejes</b>	2

## **7 FASES CONSTRUCTIVAS**

### **7.1 ENCLAVAMIENTO**

El nuevo ENCE se instalará en la sala de señalización y comunicaciones del nuevo edificio técnico del Puerto Exterior de A Coruña. Para entrar en esta sala se han planteado 3 arquetas de entrada de cables con 9 tubos cada una.

El dimensionamiento y definición de equipamiento ya ha sido definido en el punto 6 de este documento.

La puesta en servicio de este nuevo ENCE se realizará al final de todos los trabajos constructivos del resto de disciplinas.

### **7.2 SEÑALIZACIÓN: EQUIPAMIENTO DE CAMPO**

En paralelo con los trabajos descritos respecto a la instalación del nuevo enclavamiento, se habrán de realizar todas las actividades necesarias para la instalación de los diferentes elementos de campo de la red ferroviaria interior del Puerto Exterior de A Coruña que se han descrito con anterioridad en este documento. Todo el equipamiento es de nueva instalación. Al terminar el proceso constructivo la totalidad del equipamiento de campo deberá estar probado y puesto en servicio.

En la instalación de los diferentes elementos se cumplirá el galíbo de implantación de obstáculos de partes bajas GEC16+GC según se refleja en la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de galíbos".

Las actuaciones incluirán:

- Instalación de cajas de terminales y armarios de campo.
- Instalación de accionamientos de aguja.
- Instalación de señales luminosas.

- Instalación de contadores de ejes.
- Instalación de balizas ASFA Digital.
- Instalación de los elementos de las intersecciones especiales.
- Tendido del cableado, tanto de principales como de secundarios, una vez haya sido ejecutada la obra civil auxiliar requerida.

La instalación de los elementos de campo se realizará únicamente tras la finalización de los trabajos de la plataforma ferroviaria, a excepción de las cimentaciones y de los cajeados necesarios, que deberán plantearse en paralelo a la ejecución de la losa de hormigón en masa y de hormigón armado de la superficie.

### **7.3 OBRA CIVIL AUXILIAR**

Por la ubicación de las canalizaciones hormigonadas y los cruces bajo vía por debajo de la losa de hormigón de la plataforma ferroviaria a lo largo de todo el trayecto, será necesario ejecutarlas en paralelo a la disposición de las diferentes capas de pedraplén, hormigón de limpieza, hormigón en masa y hormigón armado de la plataforma. Igualmente se actuará respecto a las arquetas y cámaras de registro planteadas. En ambos casos se deberá tener en cuenta el movimiento de tierras requerido.

Respecto al tendido de las canaletas se realizará una vez se haya fijado el terraplén de la plataforma ferroviaria en aquellas zonas donde sea necesario.

La realización de los cruces bajo carretera mediante canalización hormigonada se efectuará faseada mediante la ejecución de una zanja en el vial, estudiando las situaciones provisionales en el tráfico rodado de tal forma que se afecte lo menos posible al mismo, y culminará con la reposición de todas las capas de firme para reponer el vial a su situación inicial.

## Índice de tablas

Tabla 1. Elementos del sistema ASFA Digital.....	14
Tabla 2. Grupos de Eurobalizas de transición a instalar.....	17
Tabla 3. Señales luminosas.....	19
Tabla 4. Accionamientos de aguja.....	20
Tabla 5. Contadores de ejes.....	23
Tabla 6. Número de entradas vitales según el tipo de elemento.....	38
Tabla 7. Número de salidas vitales según el tipo de elemento.....	38
Tabla 8. Elementos de campo a controlar.....	38
Tabla 9. Dimensionamiento del enclavamiento.....	39

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema de instalación de balizas LVI para señal de anuncio de velocidad máxima que es cambio significativo de velocidad.....	15
Figura 2. Vista longitudinal de la vía en placa mostrando el cajeadado necesario para la instalación de una baliza ASFA Logytel Digital genérica de ancho mixto L1-L9.....	15
Figura 3. Vista longitudinal de la vía en placa mostrando el cajeadado necesario para la instalación de una baliza ASFA Logytel Digital genérica de ancho mixto L1-L9.....	15
Figura 4. Se muestran, en metros, las dimensiones libres de bucles metálicos para evitar interferencias electromagnéticas con circuitos de vía de estación genéricos.....	22
Figura 5. Ejemplo de distribución de clips aislantes para la separación de refuerzos metálicos.....	23
Figura 6. Se muestran las distancias a respetar libres de metales y componentes inductivos entre las ruedas para las cabezas detectoras de contadores de ejes.....	25