

ANEJO Nº 8. SISTEMAS AUXILIARES DE DETECCIÓN.

Título del documento			
DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS.			
ANEJO Nº 8. SISTEMAS AUXILIARES DE DETECCIÓN.			
Código	Fecha	Clasificación	
	Diciembre 2014	Restringido cliente	
Edición	Realizado por	Firma	Fecha
	Marcos A. Aparisi Arenzana Carlos Díez		14-12-2014
Tipo de documento	Revisado por	Firma	Fecha
ANEJO.	Juan Antonio Higuera		15-12-2014
	Aprobado por	Firma	Fecha
	Javier Serrano López		16-12-2014
Nombre del fichero			
Ruta en archivo			
Estado	Borrador / documento final		

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. TECNOLOGÍA Y USO DE PATENTES	2
2.1. TECNOLOGÍA DE LOS DETECTORES DE CAÍDA DE OBJETOS.....	2
2.2. TECNOLOGÍA DEL SISTEMA DE CONTROL DE VIENTO LATERAL.....	2
3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA	3
3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ARMARIOS Y CAJAS DE VÍA.....	4
4. SISTEMAS BÁSICOS DE SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN Y SEGURIDAD	6
4.1. CONCENTRADOR DE DETECTORES DE SEGURIDAD (CDS).....	6
4.1.1. Descripción general.....	6
4.1.2. Descripción detallada de la solución técnica	6
4.1.3. Funcionalidad.....	7
4.1.3.1. Integración de los DCO en el concentrador CDS.....	7
4.1.3.2. Comparación de los datos recibidos del Equipo Exterior	7
4.1.3.3. Conexión con el ENCE	7
4.1.4. Listado de concentradores de detectores de seguridad.....	8
4.2. DETECTORES DE CAJAS CALIENTES Y FRENOS AGARROTADOS (DCC)	8
4.2.1. Descripción general.....	8

4.2.2. Descripción detallada de la solución técnica.....	9	4.4.5.1. Anemómetro	23
4.2.2.1. Directivas de aplicación	9	4.4.5.2. Termohigrómetro	24
4.2.2.2. Especificaciones Técnicas.....	10	4.4.5.3. Barómetro	24
4.2.2.2.1. Electrónica interior y equipo de comunicación	10	4.4.5.4. Estación meteorológica	25
4.2.2.2.2. Componentes del equipo de vía.....	11	4.4.5.5. Torre	25
4.2.3. Funcionalidad	12	4.4.6. Cableado.....	26
4.2.3.1. Identificación automática de trenes	13	4.4.7. Arquitectura del sistema	26
4.2.3.2. Tipos de alarmas	13	4.4.8. Funcionalidad.....	27
4.2.3.3. Mensajes enviados al CRC.....	13	4.4.8.1. Tipos de alarmas y mensajes enviados al CDS y al CRC	27
4.2.4. Listado de detectores de cajas calientes	14	4.4.9. Listado de detectores de viento lateral	28
4.3. DETECTORES DE CAÍDA DE OBJETOS (DCO).....	14	4.5. TELEMANDO DE DETECTORES.....	28
4.3.1. Descripción del sistema.....	14	4.5.1. Listado de concentradores de detectores de explotación	28
4.3.2. Arquitectura del sistema	16		
4.3.2.1. Comunicación con Equipo en Vía.....	17		
4.3.2.2. Comunicaciones con CDE y CDS	17		
4.3.3. Directivas de aplicación	17		
4.3.4. Normativa aplicable	18		
4.3.5. Especificaciones técnicas.....	18		
4.3.6. Funcionalidad	19		
4.3.7. Cableado.....	20		
4.3.8. Listado de detectores de caída de objetos.....	20		
4.4. SISTEMA DE DETECCIÓN DE VIENTO LATERAL (SCVL).....	21		
4.4.1. Introducción.....	21		
4.4.2. Descripción General.....	21		
4.4.3. Descripción Detallada de la Solución Técnica	22		
4.4.4. Directivas de aplicación	23		
4.4.5. Especificaciones Técnicas.....	23		

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es describir el equipamiento de los sistemas auxiliares de detección que se han previsto para la línea ferroviaria entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas.

El alcance de los sistemas auxiliares de detección que contempla el presente proyecto son los siguientes:

- Detectores de Caída de Objetos (DCO).
- Detectores de Cajas Calientes (DCC).
- Sistema de Control de Viento Lateral (SCVL).

Al ser éstos productos catalogados como Críticos (de acuerdo al Procedimiento para la Concesión de Autorización de Suministro y Uso de ADIF, revisión 01 de 28/11/2011) deberán contar con la correspondiente Autorización de Suministro y Uso, ASU, salvo que dispongan ya de una homologación técnica y autorización de uso en Alta Velocidad otorgada conforme a procedimiento de fecha anterior a la entrada en vigor del procedimiento.

2. TECNOLOGÍA Y USO DE PATENTES

2.1. TECNOLOGÍA DE LOS DETECTORES DE CAÍDA DE OBJETOS

La tecnología de los Detectores de Caída de Objetos (DCO) a suministrar e instalar en este contrato, estará basada en la tecnología derivada de las patentes titularidad de Adif siguientes:

- Dispositivo para la detección de caída de objetos en las vías ferroviarias mediante malla sensorizada con dualidad de las comunicaciones sobre circuitos de fibra óptica. Nº P200402885- España.
- Dispositivo sensor de caída de objetos con indicador de situación para control de vías ferroviarias. Nº P200500650- España.

La empresa que suministre e instale el equipamiento de DCO deberá contar con la licencia de uso de las referidas patentes otorgada por Adif, acreditando la viabilidad de los suministros en calidad y plazos, pudiendo el adjudicatario del contrato, si así corresponde, proceder a la subcontratación de los suministros y trabajos de instalación con una empresa que ya cuente con la citada licencia.

2.2. TECNOLOGÍA DEL SISTEMA DE CONTROL DE VIENTO LATERAL

La tecnología del Sistema de Control de Viento Lateral (SCVL) a suministrar e instalar en este contrato, estará basada en la tecnología derivada de las patentes titularidad de Adif siguientes:

- Dispositivo meteorológico para tráficos ferroviarios. Nº P200800322- España.
- Algoritmo predictivo de viento para tráficos ferroviarios. Número de registro de Patente pendiente

La empresa que suministre e instale el equipamiento SCVL deberá contar con la licencia de uso de las referidas patentes otorgada por Adif, acreditando la viabilidad de los suministros en calidad y plazos, pudiendo el adjudicatario del contrato, si así corresponde, proceder a la subcontratación de los suministros y trabajos de instalación con una empresa que ya cuente con la citada licencia.

3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

La arquitectura del sistema de detectores deberá ser lo más centralizada posible. De manera que los Concentradores de Seguridad y Concentradores de Explotación, se instalarán en aquellos puntos capaces de optimizar el número de detectores asociado a dicho equipo y albergar un mayor número de éstos. Normalmente se instalarán en el edificio técnico asociado a cada ENCE. Las salas donde se ubiquen estos equipos estarán debidamente acondicionadas. Además se tendrá acceso a cada una de las redes de comunicaciones, con objeto de transmitir correctamente toda la información recibida de los detectores de campo, por un lado al telemando de detectores del CRC y por otro al Enclavamiento.

Es importante hacer constar que los detectores de campo deberán transmitir la información al Concentrador de Detectores de Seguridad (CDS) y al Concentrador de Detectores de Explotación (CDE) por dos vías independientes.

- El Concentrador de Detectores de Explotación (CDE en adelante), se instalará en el edificio correspondiente (normalmente en la sala de Sist. Auxiliares). El CDE está formado por 3 equipos que forman un sistema en clúster de conmutación por error donde dos de los equipos forman los dos nodos de conmutación de servicios y un tercer equipo llamado nodo quórum que hace de equipo disco espejo y necesario para la formalización de clúster. Estos equipos que forman el sistema en clúster de CDE están ubicados en un armario rack y conectados entre sí para cumplimentar su funcionalidad. Estos equipos en cabina se comunicarán con cada uno de los equipos instalados a pie de vía asociados a ese ENCE, a través de un doble anillo de comunicaciones. El cometido de estos equipos es concentrar toda la información proveniente de los detectores de campo pertenecientes a un enclavamiento y transmitirla al telemando de detectores del CRC.
- Por otro lado existirá un equipamiento asociado al concentrador de detectores relacionados con los sistemas de seguridad ferroviaria (CDS en adelante). Este concentrador será el elemento interface entre los detectores de campo y el enclavamiento. El Concentrador (CDS) normalmente se instalará en los Edificios Técnicos asociados a un ENCE/PLO y su función principal será la de recibir la información de los detectores de campo

a través de la red de telecomunicaciones fijas definida en el proyecto, gestionar dicha información y transmitirla al enclavamiento.

Los criterios funcionales entre los detectores y el enclavamiento están reflejados en el documento denominado “FUNCIONALIDAD DEL INTERFACE DEL SISTEMA AUXILIAR DE DETECCIÓN CON ENCLAVAMIENTO” elaborada por Adif y codificada como “DICT-I-F-DET-01”.

A continuación se muestra un esquema de conexiones de los equipos detectores en enclavamiento:

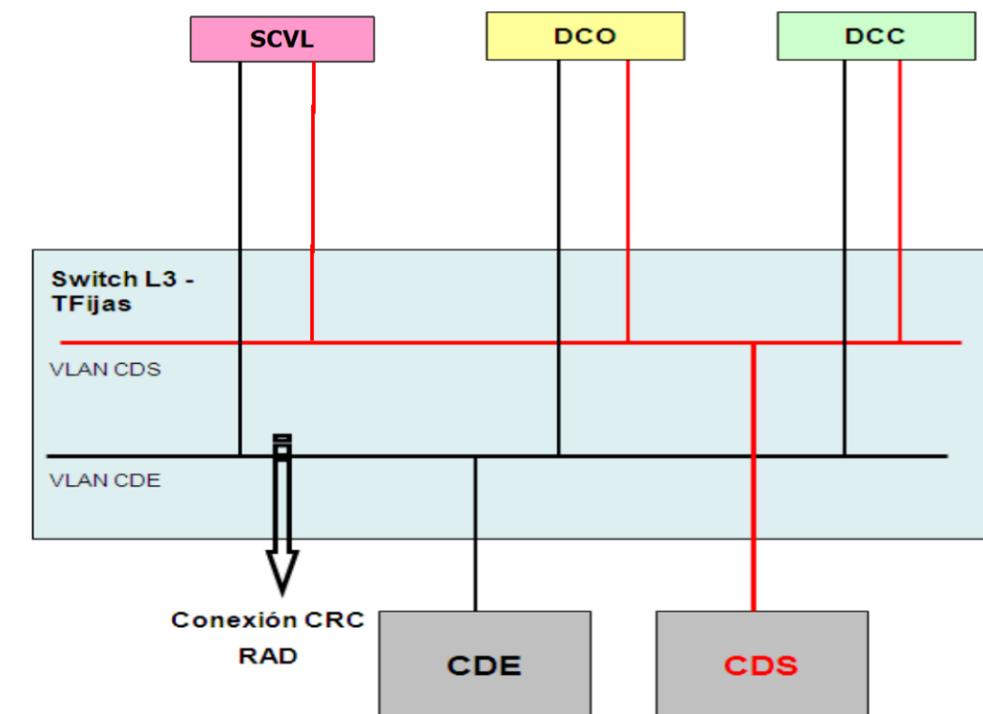


Ilustración 1. Esquema de comunicación de cada detector con los concentradores de detectores.

Como se puede observar en el esquema de comunicación de cada detector con los concentradores de detectores, en función del tipo de detector (SCVL, DCC o DCO) y de la información que transmita (vital o no), los detectores se comunicaran con el CRC mediante el CDE a través de la VLAN CDE, o con el ENCE (Red Unificada de Señalización y Detectores) mediante el CDS a través de la VLAN CDS.

La comunicación entre detectores y concentradores se llevará a cabo a través de un doble anillo de comunicaciones (VLAN CDS y VLAN CDE), independiente. Igualmente, tanto el CDS como el CDE transmitirán los datos de los detectores al ENCE o al CRC por dos vías independientes.

La arquitectura general de la red de sensores deberá ser de la forma siguiente:

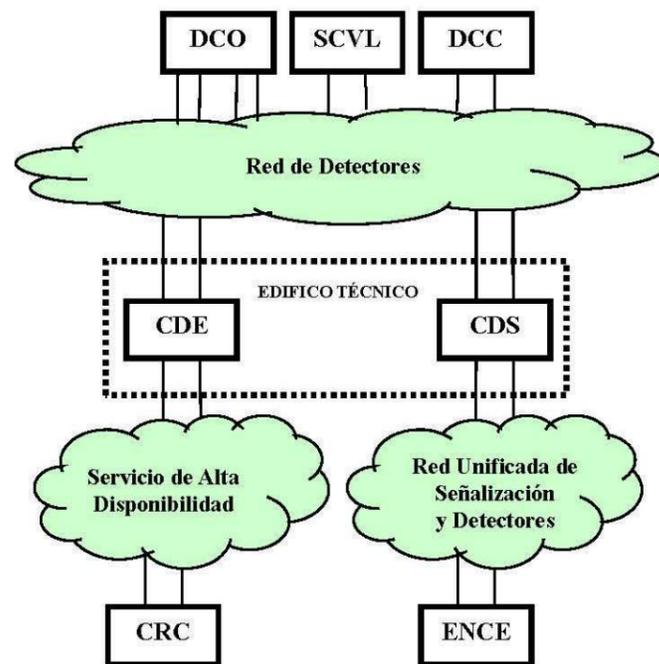


Ilustración 2. Arquitectura de sensores.

Esta red deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Para los detectores se configurará un doble anillo de comunicaciones, en el cual estarán unidos los detectores ubicados en el área de influencia de dicho enclavamiento.
- El concentrador CDE tendrá configuración en clúster, y la capacidad de actuar sobre cada detector (en la medida en que su interfaz lo permita) para configurar su forma de operación o ajustar sus parámetros. Todas las comunicaciones entre las Unidades de Control de Detectores y los anillos en vía serán redundantes tanto en switches, fibra óptica y controladores de comunicaciones. En cada edificio técnico donde se sitúe uno de estos

concentradores se instalará un switch propio de la red de detectores, que a su vez tendrá acceso a uno de los switch de la Red de Acceso de Datos de Telecomunicaciones Fijas. Cada una de las unidades del equipo dual de control de detectores se conectará a ambos canales redundantes de comunicación con los anillos de forma que en caso de corte de uno de los canales la misma unidad de control de detectores pueda seguir operando a través del segundo. Si el detector no tiene capacidad de almacenamiento de al menos siete días, el componente asociado, que reside en esta unidad, realizará el almacenamiento necesario. Los equipos concentradores asegurarán que no se borre ninguna medida antes de que se haya enviado al CRC.

- En aquellos casos en los que el número de detectores que se concentre en un emplazamiento supere el número de puertos Ethernet disponibles, en el nodo de acceso se instalará un switch, distinto del que usa la red de detectores principal que permita conectar estos equipos asegurando una total redundancia y protección frente a fallos simples tanto de equipos como de fibras.
- A través del switch de la Red de Acceso de Datos, los datos de la red de detectores pasan al Servicio de Alta Disponibilidad. Los servidores del CRC se conectarán al Servicio de Alta Disponibilidad de la Red de Datos de Telecomunicaciones Fijas y publicarán los eventos de cambio de valor de los detectores de campo.

3.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS ARMARIOS Y CAJAS DE VÍA

Los armarios y cajas colocados a pie de vía deberán cumplir las siguientes características:

- Deberán ser específicos para ubicación en exteriores.
- Deberán asegurar el funcionamiento de los equipos, de acuerdo con el rango térmico exterior de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ y con una humedad del 5% al 95%.
- Cumplimiento de los requerimientos generales sobre cabina vacía según UNE-EN 60439.
- Diseñado para amortiguar señales en el rango de frecuencias de 30 MHz hasta 1 GHz.
- Inmunidad a corriente de cortocircuito restringido con fusible de protección 100 A, ICF =6000 A.

- Inmunidad a corriente de tiempo corto 1 seg. 1CW=1000 A.
- Mecanismos de protección contra corrosión.
- Diseñado para soportar vientos con fuerza de hasta 169 km/h y pasos de trenes a velocidades de hasta 400 km/h.
- Resistencia ante la carga de terremotos.
- Deberán ser instalados de tal manera que las puertas de dichos armarios abran hacia el lado contrario a la vía, con el fin de que los operarios que trabajen en dichos puntos tengan visibilidad de la vía en todo momento.

4. SISTEMAS BÁSICOS DE SUPERVISIÓN DE LA EXPLOTACIÓN Y SEGURIDAD

4.1. CONCENTRADOR DE DETECTORES DE SEGURIDAD (CDS)

4.1.1. *Descripción general*

El Concentrador de Detectores de Seguridad (CDS) se encuentra ubicado en la cabina del enclavamiento y es el encargado de elaborar la información segura correspondiente a la presencia o ausencia de circunstancias peligrosas para la seguridad en la vía suministrada por los DCO (a través del evaluador correspondiente), SCVL y DCC, para facilitársela al correspondiente ENCE.

El equipo concentrador de detectores de seguridad está basado en un sistema seguro 2 de 3, concebido desde el punto de vista funcional para:

- Gestionar las comunicaciones con los equipos de vía y el enclavamiento.
- Controlar y supervisar los equipos de vía conectados a la red de sensores.
- Implementar protocolos de seguridad sobre las interfaces serie hacia los equipos de vía y el ENCE.
- Procesamiento seguro de las entradas recibidas por cada canal independiente de procesador.

Cada canal serie del equipo CDS está concebido para evaluar y supervisar la información procedente de, al menos, 32 detectores.

La arquitectura del equipo CDS está compuesta por los siguientes componentes:

- Sistema de ordenadores 2 de 3, con salidas serie (Ethernet) a anillo de sensores y al enclavamiento.
- Protocolo de comunicaciones, que asegura la transferencia de datos con los equipos de vía y con el ENCE.
- Validación, mediante el intercambio y comparación de datos entre ordenadores, tanto de los datos de la comunicación con los detectores, como de los correspondientes a la entrada y salida de datos hacia y desde el ENCE.

- Generación de salidas al enclavamiento, como resultado del procesamiento de las informaciones recibidas de los Detectores.

4.1.2. *Descripción detallada de la solución técnica*

El Concentrador de Detectores de Seguridad centraliza las indicaciones procedentes de los equipos de detección (Evaluador de DCO, SCVL y DCC), básicos para la seguridad, dispuestas en cada punto de vía a proteger, que estén en su área de influencia.

Está basado en una arquitectura de ordenadores 2 de 3 con criterios de seguridad y está concebido para gestionar las comunicaciones con los equipos de vía y ENCE, identificar las indicaciones recibidas de vía libre, alarma, avería y otras informaciones adicionales cuando proceda, transfiriéndolas al enclavamiento, así como procesar las órdenes de poner en mantenimiento y normalizar el equipo de detección.

El CDS se comunica con cada equipo de vía mediante canales redundantes ethernet, utilizando las redes de telecomunicaciones fijas definidas en el proyecto y mediante un protocolo seguro. La comunicación entre el CDS y los detectores de campo se realizará mediante los protocolos de seguridad definidos por ADIF y detallados en la normativa de aplicación del presente anejo.

El sistema cumple con el máximo nivel de seguridad contemplado, SIL 4, para todos sus elementos comprendidos entre los pasos y las tarjetas con los relés de seguridad.

La información del estado de cada detector es transmitida por cada equipo de vía al equipo interior, éstas se reciben en cada uno de los dos canales de forma independiente, para posteriormente proceder a su procesamiento y comparación de los datos en las 3 CPU. El equipo interior compara los datos y si en el proceso de comparación de datos o de entradas/salidas se detectan discrepancias o avería de algún procesador, se interrumpe su funcionamiento. En cada procesador está disponible una salida Ethernet RJ-45 para funciones de diagnóstico e indicadores LED para facilitar las labores de mantenimiento.

Cada CPU lleva asociada una fuente de alimentación independiente para evitar influencias físicas o funcionales entre elementos internos del sistema; así se garantiza que hay desacoplamiento

magnético y aislamiento galvánico, cumpliendo con especificaciones de la norma UNE-EN 50129 de CENELEC.

Las fuentes de alimentación están diseñadas de acuerdo a la norma europea UNE - EN 6100-0-4, IEC 38, en la que se detallan las especificaciones a cumplir en cuanto a tensiones nominales, variaciones esperadas y perturbaciones, frecuencias nominales y variaciones de las frecuencias.

4.1.3. Funcionalidad

Tal y como ha sido mencionado, el concentrador de detectores tiene como principal función la de recoger toda aquella información que le transmiten cada uno de los detectores situados en la vía para posteriormente hacérsela llegar al ENCE.

Las indicaciones del CDS al ENCE son aquellas reflejadas en el documento “FUNCIONALIDAD DEL INTERFACE DEL SISTEMA AUXILIAR DE DETECCIÓN CON ENCLAVAMIENTO” elaborada por Adif y codificada como “DICT-I-F-DET-01”.

En caso de que el detector mande información (si es posible) de mal funcionamiento, el enclavamiento pasará la información como una alarma al sistema de mantenimiento, al PLO y a los sistemas de control y supervisión remotos del enclavamiento (CTC), pero no efectuará acción alguna sobre las señales.

Para la realización de las pruebas del concentrador de detectores de seguridad (CDS) se seguirán las indicaciones reflejadas en el documento SICT-I-F-DET-08 “INSPECCIONES Y PRUEBAS CONCENTRADOR DE DETECTORES DE SEGURIDAD (CDS)”.

4.1.3.1. Integración de los DCO en el concentrador CDS

El desarrollo y la integración entre el evaluador de DCO y el CDS se realizan siguiendo el protocolo de comunicaciones del concentrador mediante un interface con el enclavamiento, según se indica en el protocolo de comunicaciones entre DCS y CDS definido por ADIF.

La interfaz deberá tener las siguientes características generales:

- Protocolo sobre UDP/IP.

- Cumplirá los requisitos de la norma CENELEC 50159-1 y se protegerá frente a:

- Comunicación entre sistemas incompatibles.
- Enrutamiento erróneo de mensajes (dirección de sistemas).
- Mensajes corruptos.
- Retraso, repetición o fuera de secuencia de los mensajes.

En cada anillo de comunicaciones de los armarios de evaluador de DCO se incluyen dos tarjetas redundantes, que capten la información y alarmas generadas en dicho anillo y las envíen mediante el protocolo de los concentradores al enclavamiento.

Todos los elementos hardware y software del sistema, desde los DCO hasta la interfaz con el enclavamiento, tienen que cumplir con un nivel de integridad de la seguridad SIL 2 según lo contemplado en las normas UNE-EN 50128 y UNE-EN 50129.

4.1.3.2. Comparación de los datos recibidos del Equipo Exterior

Los dos canales de procesamiento, del sistema 2 de 3, intercambian entre ellos la información recibida del Equipo Exterior para la posterior comparación de dicha información en cada procesador.

Si la rutina interna de comprobación detecta discrepancias en los datos se procede a la desconexión del equipo detector que ha originado la discrepancia y se proporciona la información de diagnóstico de la avería al enclavamiento.

4.1.3.3. Conexión con el ENCE

El CDS recibe la información de los detectores de campo (SCVL, DCC y DCO) y únicamente proporciona al enclavamiento la información de los Detectores de Caída de Objetos a la vía (DCO).

La interfaz entre el enclavamiento y el CDS está implementada por canales serie redundantes. Esta interfaz de comunicaciones es la misma que la utilizada para las comunicaciones entre enclavamientos y el sistema ERTMS (RBC). Los protocolos de comunicaciones definen los

mecanismos que permiten el intercambio de información de forma segura entre el sistema CDS del equipo de vía y el ENCE. Además existe una gestión de redundancia de las comunicaciones de manera que todos los enlaces están duplicados por motivos de disponibilidad (dos canales físicos y lógicos).

El CDS enviará la información recogida por cada uno de los detectores según la instrucción "FUNCIONALIDAD DEL INTERFACE DEL SISTEMA AUXILIAR DE DETECCIÓN CON ENCLAVAMIENTO" elaborada por Adif y codificada como "DICT-I-F-DET-01".

La información que el CDS transmitirá al ENCE, en relación a los detectores de caída de objetos a la vía (DCO), será la siguiente:

- Paso supervisado sin alarma.
- Paso supervisado con Alarma de Objeto.
- Paso No supervisado (bien sea por avería del propio detector, fallo de comunicación o por tareas de mantenimiento).

En el caso de los DCO, además, se representarán en el PLO del enclavamiento, siendo los estados a representar:

- Detector Operativo sin alarma.
- Detector Operativo con alarma.
- Detector fuera de servicio.
- Desconexión ENCE-CDS.

4.1.4. Listado de concentradores de detectores de seguridad

En el tramo Santa Catalina - Meloneras se instalarán los concentradores de detectores de seguridad en:

- Aeropuerto
- Vecindario
- Playa del Inglés

4.2. DETECTORES DE CAJAS CALIENTES Y FRENOS AGARROTADOS (DCC)

4.2.1. Descripción general

Las cajas calientes de los ejes y los frenos calientes de los trenes representan un factor de riesgo significativo para la seguridad en las operaciones ferroviarias. De ahí que sea de especial importancia la detección de cajas calientes y frenos agarrotados ya que las cajas recalentadas constituyen un gran peligro para las operaciones ferroviarias. La detección retardada de las cajas calientes puede, entre otros, resultar en:

- Rotura de los bujes de dirección,
- Descarrilamiento,
- Fuego (por ejemplo en vehículos, en la carga útil, en la zona de la vía).
- Los frenos bloqueados también pueden causar averías por recalentamiento, como por ejemplo:
 - Abolladuras / incrustaciones en la superficie de rodadura.
 - Destrucción del equipo de freno.
 - Aros sueltos, rotura de ruedas o aros.
 - Ruptura o rotura de los discos de freno.
 - Fuego en vehículos, en la carga útil, en la zona de la vía.
 - Rotura de la superestructura del carril.

Por las razones mencionadas arriba, el objetivo primordial del control de cajas calientes y frenos bloqueados es:

- Asegurar una operación segura.
- Mejorar el transporte de pasajeros y carga útil.
- Evitar complicaciones operacionales (retrasos).
- Reducir costes previniendo accidentes, disminuyendo el estrés de la superestructura y reduciendo irregularidades.
- Minimizar daños medioambientales durante el transporte de cargas peligrosas.

Dadas estas razones, es imprescindible equipar de forma sistemática las redes ferroviarias con sistemas de control de estos fenómenos ubicados en emplazamientos fijos.

Los detectores de cajas calientes y frenos agarrotados están basados en un sistema de medición compuesto por detectores de infrarrojos, capaces de realizar mediciones en trenes con velocidades de, al menos, hasta 400 km/h. Este tipo de detector estará integrado por el equipo de vía.

4.2.2. Descripción detallada de la solución técnica

El sistema de detección de cajas calientes y frenos agarrotados propuesto en este proyecto está especialmente diseñado para los requerimientos de operación del cliente para las nuevas líneas de alta velocidad recorridas por trenes de velocidades de hasta 350 km/h.

La solución propuesta para este proyecto se basa en un sistema de medición de cajas calientes mediante detectores de infrarrojos de alta velocidad.

El sistema al menos dispondrá de una unidad electrónica de procesado y otra de comunicación en cada módulo. El número de haces por detector será de ocho (8), con mayor versatilidad para la medida del material rodante y con cuatro módulos de detección independientes, lo que permite un mantenimiento más sencillo y la ejecución de reparaciones mediante sustitución de los módulos, más segura y rápida.

El sistema constará de cuatro sensores ubicados en el interior de la traviesa de medición. Los sensores emplazados en la parte exterior de la traviesa se encargarán de realizar la medición de las cajas calientes, mientras que los emplazados en el interior de la traviesa serán los encargados de comprobar el estado de agarrotamiento de los frenos.

Con el fin de evitar efectos dañinos al paso de los trenes, ya que producen impulsos de choque y vibraciones, los módulos de detección estarán conectados mediante elementos de amortiguación por resorte. Los módulos de detección, están integrados como unidades modulares e intercambiables dentro del soporte del equipo de vía. Contienen la mecánica, óptica y electrónica completa y necesaria, así como la técnica de procesamiento de señales para el cálculo y

procesamiento de medición de los valores. Su instalación requiere ocupar la vía un tiempo mínimo con pequeña herramienta facilitando el mantenimiento del sistema.

El funcionamiento de los módulos detectores depende de la información que le proporcionan los sensores de rueda.

El primer sensor (pedal de activación) se ubicará a una distancia específica (dependiendo de la velocidad de la línea, normalmente entre 50 y 100 metros) antes de la traviesa de medición y se encargará de enviar la señal de paso de tren a los módulos detectores para que éstos preparen los elementos de medida. Este sensor se instalará sobre una traviesa específica para pedal de rueda, realizando la sustitución de una traviesa de hormigón existente por la traviesa mencionada.

El segundo sensor (pedal de medición), se encarga de enviar a los módulos detectores la orden de medición y podrá tener dos posibles ubicaciones: 1. Sobre la traviesa de medición, junto con los sensores de medición (DEC y DFA) y 2, sobre una traviesa específica para pedal de rueda. Para ello se debe sustituir la traviesa de hormigón ubicada junto a la traviesa de medición (antes de la traviesa de medición en el sentido normal de circulación).

El tercero de estos sensores se ubicará a una distancia específica (dependiendo de la velocidad de la línea, normalmente entre 50 y 100 metros) después de la traviesa de medición y su función será la de comunicar al sistema que el tren ha finalizado su paso y por lo tanto el sistema deberá cambiar a modo de reposo

Los valores de temperatura y la información asociada al paso del tren de cada módulo detector es enviada al terminal de servicio y comunicación, alojado en el interior del armario de intemperie o en el edificio o caseta técnica, que se encarga de realizar el procesado de la información y enviar la información y alarmas de temperaturas, al CDS y al CDE a través la Red de Detectores, mediante un protocolo TCP/IP por canales independientes.

4.2.2.1. Directivas de aplicación

Se prevé la instalación de detectores de cajas calientes y frenos agarrotados en trayecto en puntos intermedios entre estaciones y apartaderos con objeto de disponer de alguna dependencia de circulación donde poder apartar un tren que haya generado una alarma.

En dichos puntos existirán detectores que toman la temperatura por un lado de las cajas de ambos lados de la composición y por otro lado de todos los frenos. Será necesario el suministro de dos sensores de frenos ubicados en el interior de la traviesa instrumental.

Los equipos electrónicos de cabina se instalarán en los edificios técnicos o casetas previstos en la línea o en armarios de intemperie si no existe ningún edificio o caseta técnica en las proximidades del detector. Para minimizar las distancias entre estos y los módulos sensores se prevé la instalación de los detectores de cajas calientes y frenos agarrotados en las proximidades de dichos lugares. Si su localización no fuera posible en edificio técnico o caseta se instalará en un armario de intemperie destinado para tal fin. Los equipos electrónicos asociados deberán instalarse en cajas de conexiones con una altura que facilite la manipulación en su interior por parte de los técnicos.

El Sistema deberá cumplir la funcionalidad recogida en el Manual de Circulación de Adif, fascículo 12, Detectores de Ejes Calientes, y Anexos al mismo. Además deberá cumplir con los requisitos recogidos en las siguientes Instrucciones Técnicas de la Subdirección de Instalaciones de Adif:

- DICT-I-S.I-DET-08 Requisitos Técnicos Detectores de Cajas Calientes
- DICT-I- I-DET-02 Requisitos de Instalación Detectores de Cajas Calientes
- DICT-I-S.I-DET-03 Suministro e Instalación de Traviesa de Pedal de Rueda para Detectores de Cajas Calientes
- DICT-I- F-DET-01 Funcionalidad del Interface del Sistema Auxiliar de Detección con el Enclavamiento
- DICT-I-F-DET-02 “protocolo OPCUA para los detectores de cajas calientes”.
- DICT-I-F-DET-06 Inspecciones y Pruebas Detectores de Cajas Calientes

Se detalla a continuación los criterios recogidos en la instrucción “REQUISITOS DE INSTALACIÓN DETECTORES DE EJES CALIENTES” elaborada por ADIF y codificada como “DICT-I-I-DET-02”:

- Se situarán en tramos rectos o en curva de radio mayor de 10.000 m con pendiente mínima, para medición de trenes que circulen a la máxima velocidad.

- Habrán de estar alejados de aquellos puntos donde el tren pueda reducir la velocidad o pueda estar sometido a aceleraciones o desaceleraciones.
- Se instalarán en trayecto en puntos intermedios, a distancia suficiente de los apartaderos o estaciones, para que en caso de tener que detener un tren debido a una sucesión de alarmas consecutivas (según los parámetros definidos desde el puesto central para cada tipo de tren), éste pueda frenar y detenerse en dichos apartaderos o estaciones, o en dependencias de circulación.
- Fuera de túneles y viaductos, a la suficiente distancia para que en caso de alarma que obligue a la parada del tren no pueda quedar parado el tren dentro de un túnel o sobre un viaducto.
- Alejado de agujas y cruzamientos, a no menos de 500 m.
- Fácil acceso por carretera que facilite su mantenimiento.
- Considerar la incidencia directa de la luz solar sobre el detector para evitar falsas alarmas.
- Proteger con detectores los puntos de entrada a la línea situando detectores a una distancia de éstos de menos de 20 km.
- A fin de evitar zonas de frenado, aceleración, no situar los detectores a menos de 12 km de las señales de entrada a una estación comercial, bifurcación o ramal.
- Situar los detectores en trayecto en puntos intermedios entre estaciones y apartaderos (en las líneas de Alta Velocidad se suelen cadenciar cada 40-60 km), separados entre sí en el entorno de los 40 km (en una horquilla entre 30 y 60 km), teniendo en cuenta siempre donde quedaría el tren parado en caso de alarma. Cada 100 km habrá como mínimo dos detectores, al objeto de que en caso de anomalía de uno de ellos, no haya un intervalo de más de 100 km sin proteger.

4.2.2.2. Especificaciones Técnicas

Los requisitos técnicos que deberá cumplir el Sistema se encuentran recogidos en la instrucción técnica de la Subdirección de Instalaciones DICT-I-S.I-DET-08.

4.2.2.2.1. Electrónica interior y equipo de comunicación

La electrónica de vía está situada en un armario de distribución de 19”, de chapa de acero galvanizado. La entrada de cables está situada en el suelo del armario y consiste de una chapa de

fondo con protección contra perturbaciones electromagnéticas, a la cual se conectan todos los blindajes (apantallamientos) de los cables de comunicación hacia el módulo sensor y aparatos periféricos. El armario dispone asimismo de dos carriles de 19" para la instalación de los módulos del ordenador y dispositivos de alimentación de tensión.

Para la climatización, el armario está equipado con un ventilador de filtro con protección contra perturbaciones electromagnéticas, el cual está montado en la parte del techo, y con filtro de salida con protección contra perturbaciones electromagnéticas, instalado en la puerta frontal.

Como ordenador de un punto de medición (una vía), se instalará un PCI (ordenador industrial). Desde aquí se pueden llevar a cabo todas las funciones de mantenimiento y pruebas de los sensores de infrarrojos que han sido conectados.

Los datos de medición (por ejemplo perfiles de temperatura) serán archivados automáticamente. Además, la electrónica de vía sirve como interfaz a la estructura de red superior y puede ser integrada en diversas topologías.

La electrónica de vía estará compuesta, al menos, de:

- Fuentes de alimentación de 24 V.
- Tarjetas pasivas.
- Tarjetas activas.
- Monitor.
- Ordenadores industriales.
- Sonda térmica exterior.
- SAI.

4.2.2.2. Componentes del equipo de vía

- Soporte del equipo de vía
Travesía hueca de acero que servirá como soporte para los módulos detectores, los cuales simplemente se introducirán y atornillarán en las aberturas de la travesía hueca, no siendo necesario realizar ningún ajuste posterior en la travesía, después de la primera instalación.

Módulos detectores

Los módulos detectores estarán integrados como unidades modulares e intercambiables dentro del soporte del equipo de vía. Contienen la mecánica, óptica y electrónica completa y necesaria, así como la técnica de procesamiento de señales para el cálculo y procesamiento de medición de los valores.

Los datos de medición elaborados serán transmitidos a través de una interface normalizada (RS-485) a la electrónica de vía.

La carcasa del detector será de acero inoxidable. La ventana de medición estará protegida de forma segura contra la lluvia por medio de un cierre de tapa. En este cierre de tapa se encontrará la tapa del detector, la cual se abrirá por electroimanes, en cuanto el sensor de rueda correspondiente dará el aviso de la llegada de un tren. La tapa poseerá asimismo en la parte interior un radiador de referencia, que se calentará a intervalos de tiempo cíclicos hasta alcanzar temperaturas perfectamente conocidas. Con ello, el procesador de señales instalado podrá comprobar el recorrido completo de la medición y en caso necesario calibrar de nuevo.

La alimentación del detector se realizará con una tensión continua de 24 V.

Todos los datos de medición, supervisión y control serán transmitidos digitalmente a través de cuatro canales de datos RS-422 (uno por cada detector) desde y hacia la electrónica de vía.

La instalación modular permitirá un montaje y desmontaje rápido de los módulos sensores en caso de una asistencia técnica. Con ello se reducirá considerablemente el tiempo de permanencia en la vía de los equipos de mantenimiento.

El módulo detector contendrá en su interior 5 módulos básicos fundamentales, los cuales estarán atornillados mecánicamente de manera fija entre ellos, formando un único bloque completo. Los módulos básicos son: el módulo óptico, el módulo detector, el módulo analógico, el módulo de potencia y el módulo procesador.

- Tapa protección/calefacción.
Como protección contra influencias externas, los módulos sensores poseen una cubierta protectora con una abertura. Debajo de esta abertura se encuentra la tapa de cierre, la cual solamente se abre durante la medición (paso de un vehículo sobre el carril). Cada tapa lleva una resistencia de calefacción que evita que se produzca hielo o nieve en caso de temperatura muy baja.

- Los sensores de rueda
Sirven para la detección segura de la presencia de ruedas de vehículos ferroviarios. Se usan los sensores de ruedas para detectar la presencia de un tren, contar el número de ejes y medir la velocidad del tren. Para la operación requerida en ambas direcciones el sistema dispone de tres sensores de rueda: el sensor de entrada ubicado unos 80 m antes de la traviesa de medición, el sensor de medición junto a la traviesa de medición y el sensor de salida ubicado unos 80 m después de la traviesa de medición. Estos sensores deberán instalarse en el interior de las traviesas instrumentales que reemplazarán a la traviesa estándar existente en ese punto de la vía.

Los sensores de rueda estarán distribuidos según los indicado en el apartado 4.2.2:

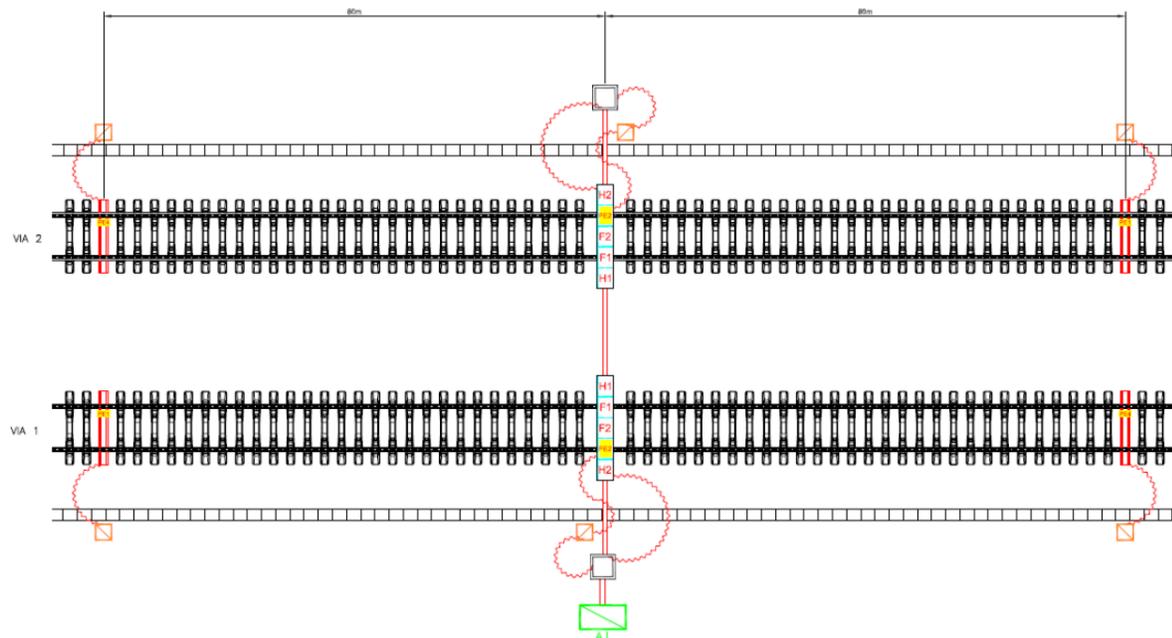


Ilustración 3. Arquitectura base del sistema de Detección de Cajas Calientes.

4.2.3. Funcionalidad

Los sistemas de detección de cajas calientes objeto de este proyecto deberán satisfacer, como mínimo, los siguientes requisitos funcionales:

- Deberán ser capaces de realizar las mediciones con velocidades de paso de tren de, al menos, hasta 400 km/h.
- No deberá verse afectado por los valores ambientales (temperatura, humedad, viento, lluvia o nieve). Asimismo no deberá verse afectado por el sol, para lo cual deberán instalarse los dispositivos adecuados que garanticen la no incidencia de los rayos del sol sobre el dispositivo al paso de las circulaciones en cualquier época del año.
- Deberán ser capaces de analizar todos los tipos de ejes y frenos de los diferentes trenes que pasan sobre ambas vías, incluyendo los trenes con ejes de ancho variable, que cumplan con las directivas y especificaciones técnicas de interoperabilidad.
- Analizarán el perfil de temperaturas de las cajas de grasa y de los frenos.
- Dentro de los módulos sensores se ubicará el equipo electrónico necesario para el cálculo de medición de los valores, así como para la comunicación a través de interfaces normalizadas con los equipos de cabina y los elementos electrónicos de detección.
- El equipo de procesado ubicado en la caseta o edificio técnico o ubicado a pié de vía enviará al interface con el telemando de detectores (CDE) y al interface con el enclavamiento (CDS) por canales independientes la información necesaria, mediante las red de telecomunicaciones definida en el proyecto:
 - Detector con alarma
 - Detector sin alarma
 - Avería del detector
 - Detector fuera de servicio por mantenimiento
- Dicho equipo electrónico asociado a los detectores debe enviar un mensaje al telemando de detectores del CRC (a través del equipo CDE) al paso del tren, indicando:
 - Identificación del detector.
 - Fecha de registro.

- Hora de paso del tren (hora, minutos, segundos).
- Velocidad y sentido del tren.
- Número de ejes.
- Número total de lecturas por encima del umbral establecido.
- Determinación de los puntos de temperatura por encima de los valores fijados.

4.2.3.1. Identificación automática de trenes

El sistema de cajas calientes deberá incluir un software de identificación automática de trenes (que soporte todo tipo de trenes autorizados) que podrá actuar de las siguientes formas:

- Podrá identificar el tren a partir del recuento de los ejes del tren y de su distancia entre ejes. Para ello el software deberá disponer de una base de datos en la que se puedan contrastar los datos obtenidos envía y así se identifique inequívocamente el tren sobre el que se ha hecho la medición.
- Esta información podrá ser cargada de forma remota en las cajas desde un Terminal de mantenimiento del telemando.

4.2.3.2. Tipos de alarmas

Los DCC enviarán al CDS y al CDE las siguientes alarmas relativas al tren que esté circulando por el tramo controlado por el detector:

- Detector operativo sin Alarma
- Caja Caliente
- Caja muy Caliente
- Caja diferencial
- Freno Caliente
- Freno muy caliente
- Detector No Operativo

Los tipos de alarmas enviadas al operador del CRC serán las definidas en la consigna de Adif para los detectores de cajas calientes, acorde con el manual de circulación 12.

El detector de cajas calientes no tiene ninguna afección en la funcionalidad del enclavamiento; el ENCE recoge la información y la envía al sistema ERTMS N2 donde se ejecutará la funcionalidad para este sistema.

4.2.3.3. Mensajes enviados al CRC

La información y los mensajes de alarma se transmiten al CRC a través de protocolo TCP/IP. Se distinguen dos tipos de mensajes:

Aquellos dirigidos al operador del CRC, que incluirán la mínima información para indicar el estado de los frenos y cajas calientes del tren.

Aquellos dirigidos al sistema de mantenimiento de la Línea, que incluirán, además de la información dirigida al CRC, toda la información concerniente a los detectores de forma que sea más fácil hacer un seguimiento de su funcionamiento a fin de minimizar las tareas de mantenimiento.

En cuanto a los tipos de telegrama más importantes, la información crucial que deberá ser transmitida al CRC es la siguiente:

- Mensajes dirigidos al CRC:
 - Mensaje de medición del tren:
 - dirección y velocidad del tren
 - número total de ejes
 - valores de temperatura caja de grasa izquierda/derecha de todos los ejes
 - valores de temperatura de frenos de todos los ejes
 - Mensajes de alarma, sólo se deberá enviar este mensaje en el caso de que se genere una alarma:
 - código del detector
 - tipo de alarma
 - número de ejes
 - temperaturas cajas de grasa izquierda/derecha

- temperatura de ruedas
- velocidad y dirección del tren
- temperatura ambiente
- Mensajes dirigidos al sistema de mantenimiento:
 - Mensaje de información sobre el tren:
 - dirección y velocidad del tren
 - número total de ejes
 - temperatura ambiente
 - grado de ensuciamiento de los espejos giratorios
 - Mensaje de configuración:
 - estado de detectores derecha/izquierda
 - estado del detector
 - versión del software
 - niveles de alarma actuales (muy caliente/caliente/diferencia)
 - niveles de alarma actuales (muy caliente/caliente para frenos de disco y de zapatas)
 - Mensaje de Error:
 - componente afectado
 - código de avería

4.2.4. Listado de detectores de cajas calientes

En el tramo Santa Catalina - Meloneras se considera que solo es necesario instalar un detector de cajas calientes.

En este anteproyecto se ha considerado su instalación en el trayecto Vecindario - Playa del Inglés, que es el trayecto más largo entre dos estaciones, en el lugar de ubicación del Puesto Intermedio de Circuitos de Vía (PICV) y la BTS 07B.

4.3. DETECTORES DE CAÍDA DE OBJETOS (DCO)

4.3.1. Descripción del sistema

Los sistemas Detectores de Caída de Objetos (DCO), se disponen a lo largo de la vía como última línea de defensa, constituyendo barreras que impiden la caída de objetos que pueden suponer un peligro para la circulación o en último caso produce su detección.

La solución tecnológica desarrollada para detectar la caída de obstáculos en vía se basa en la rotura de un cable de fibra óptica. El sistema supervisa cada lado del paso superior o cada boca de túnel mediante la instalación de barreras batientes y sensorizadas con un circuito de fibra óptica.

El sistema de barrera batiente y monitorización por fibra óptica destaca principalmente por su capacidad para evitar la caída de objetos que generen un esfuerzo sobre la barrera inferior al que la misma es capaz de soportar. De esta forma el número de incidencias o alarmas menores se reduce, lo que implica una mayor disponibilidad del sistema. Formado por módulos de barreras mecánicas abatibles, el diseño del sistema permite tarar dichas barreras al esfuerzo máximo estructural. Si el esfuerzo sobre la estructura es superior al de la tara, la barrera se abate produciéndose el consecuente esfuerzo de cizalla que rompe las fibras ópticas asociadas a la barrera. Esta rotura produce el aviso correspondiente al impedir la continuidad de la señal que transita por las fibras ópticas citadas.

Es importante señalar la doble funcionalidad del sistema; por un lado, actúa como barrera física para objetos no lo suficientemente pesados que pudieran caer a la vía; y por otro, cuando el objeto bate la barrera, ya sea por ser suficientemente pesados o por fatiga de la propia barrera después de haber estado soportando cierta carga, provoca la rotura de la fibra óptica y actúa como sistema de detección generando la correspondiente alarma. El sistema es compatible con cualquier otra medida adicional que funcione como contramedida directa de la amenaza.

El sistema está previsto instalarlo por encima de las bocas de los túneles y a ambos lados de los pasos superiores, por encima de las vallas contra vandalismo.

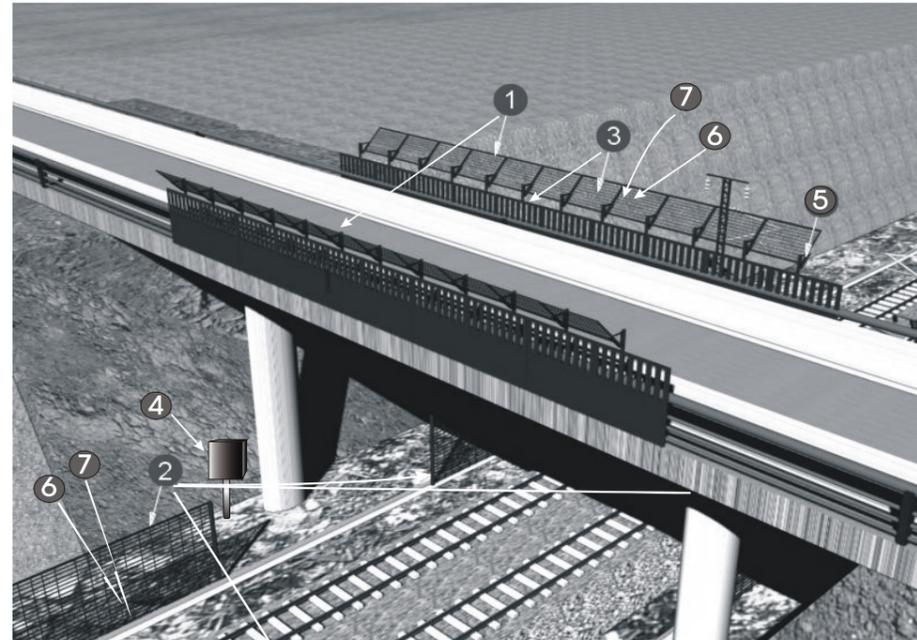


Ilustración 4. Equipamiento paso superior.

- 1.- Protección valla superior, sobre estructura existente
- 2.- Protección estructura lateral vía
- 3.- Línea de tubo metálico, con el cable de f.o.
- 4.- Armario fusión de f.o.
- 5.- Instalación de caja himel, para f.o., en laterales.
- 6, 7.- Alojamiento de las guillotinas del cable de f.o.

La tecnología de los sistemas de detección de mallas de fibra óptica, a instalar, se efectuará mediante la instalación de una barrera sensorizada compuesta de dos circuitos de fibra óptica. Esta barrera estará constituida por módulos montados en la parte superior de los pasos o túneles y en los laterales de la vía. Todas ellas supervisadas por dos circuitos independientes de fibra óptica controlados por una lógica de supervisión.

Toda la electrónica necesaria para su funcionalidad se encontrará instalada en el edificio técnico ó caseta técnica por lo que no será necesario instalar ningún tipo de electrónica en vía.

La disposición para la detección de la caída de objetos en las vías ferroviaria, mediante barreras sensorizadas con dualidad de las comunicaciones sobre circuitos de fibras ópticas está constituida por unas vallas sobre el paso elevado o boca de túnel que se coloca sobre la estructura existente.



Ilustración 5. DCO en paso superior

Ilustración 6. DCO en boca de túnel

Las vallas están sensorizadas por dos circuitos cerrados de fibras ópticas, las fibras están ubicadas en el interior de un tubo de acero inoxidable en las vallas de protección superior. La unión del portante forma una tijera que corta los cables de fibra. La rotura de un módulo de la malla, tarada para que aguante hasta un peso determinado, provocará el cizallamiento del cable de fibra óptica. El corte de la continuidad óptica simultánea en ambas fibras provocará la generación de alarma grave al enclavamiento.

El sistema dispone de un cuadro repartidor de fibra, configurado como un cuadro de intemperie, en el cual se realizarán las dos conexiones de salida y las dos conexiones de entrada de las fibras de cada uno de los circuitos.

El sistema será totalmente fiable e insensible a los condicionantes meteorológicos. Para su instalación en los pasos superiores se aprovechará los mismos soportes de la valla antivandálica. La solución implementada aportará un interface con el enclavamiento, que permitirá el tratamiento

del paso superior o boca de túnel como un elemento más de la infraestructura de señalización de las vías, como son las señales, agujas, desvíos, etc., cumpliéndose con todo ello los requisitos impuestos por las normas CENELEC en cuanto a la protección de los riesgos en seguridad ferroviaria.



Ilustración 7. Detalle del tubo portante de la fibra

Ilustración 8. Detalle de la tijera de corte

En los edificios técnicos o casetas deberá tener acceso a la red de comunicaciones con el equipo necesario para el envío de la información de cada detector de caída de objetos al Puesto Central o Telemando de Detectores.

El sistema debe ser capaz de supervisar al menos seis (6) pasos independientes por cada lado de un edificio técnico, o caseta técnica, y hasta una distancia de al menos 10 km a cada lado, sin necesidad de electrónica en vía y asegurando la supervisión de manera segura de cada uno de los pasos.

La información de los anillos de fibra óptica que pasan por cada uno de los pasos o bocas deberá ser procesada por una lógica que controle de manera redundante las comunicaciones cumpliendo con la normativa CENELEC, garantizando como mínimo un nivel de integridad de la seguridad SIL 2, dando las informaciones pertinentes al equipo CDS por una lógica de seguridad.

La información de los pasos también deberá ser enviada a través de un anillo de fibra óptica bidireccional hacia una dependencia donde exista interface de comunicaciones con el puesto central de CRC.

Cuando sea necesario trabajar en un detector debido a tareas de mantenimiento o reparación, el detector deberá ponerse en estado de mantenimiento (tanto en forma local como desde el telemando o puesto central), en ese caso, asumiendo el enclavamiento dicha situación, que normalmente será el no considerar los estados a efectos de la señalización y de los sistemas de protección del tren ERTMS/ETCS.

El equipo de procesado se instalará en casetas o edificios técnicos, los cuales tendrán acceso a la red de comunicaciones con el equipo necesario para el envío de la información de cada detector de caída de objetos al servidor de mantenimiento, interface con el telemando de detectores del CRC (CDE) e interface con el Enclavamiento (CDS)

El sistema de detección de mallas de fibra óptica debe proporcionar al CDS la información de seguridad correspondiente a la indicación de “ausencia de obstáculo”, que será utilizada por aquel para afectar a las señales, físicas o virtuales, conforme a la situación de peligro correspondiente al objeto en vía. Además de esta información se deberá suministrar al CDS otra que le indique si existe o no supervisión sobre cualquier paso superior o boca de túnel.

La detección de un objeto conlleva a provocar la información segura de alarma al enclavamiento, permaneciendo esta información hasta que se proceda al rearme local de la instalación. A través de otro canal se enviará también esta información al Telemando y Puesto Central, siendo objeto de este proyecto la integración en el mismo.

4.3.2. Arquitectura del sistema

La transferencia de datos entre el equipamiento de los DCO y los diferentes interfaces (terminales de mantenimiento, CDE y CDS) será a través de la red de transmisión de fibra óptica como medio principal.

Este sistema de comunicaciones de fibra óptica requerirá el uso de un interfaz que soporte protocolo TCP/IP, o cualquier otro que se defina adecuado a la arquitectura ISO (OSI) de 7 niveles, de manera transparente a la concepción de los canales de comunicaciones propios de los equipos.

Desde el equipo del edificio técnico o caseta se procederá a transferir de forma redundante cuanto información se requiera hacia el CRC a través de la red de comunicaciones definida en este mismo proyecto, debiéndose incluir un equipamiento suficiente para gestionar las comunicaciones y servir la información necesaria para que el operador pueda visualizar las imágenes correspondientes de los pasos superiores y bocas de túnel.

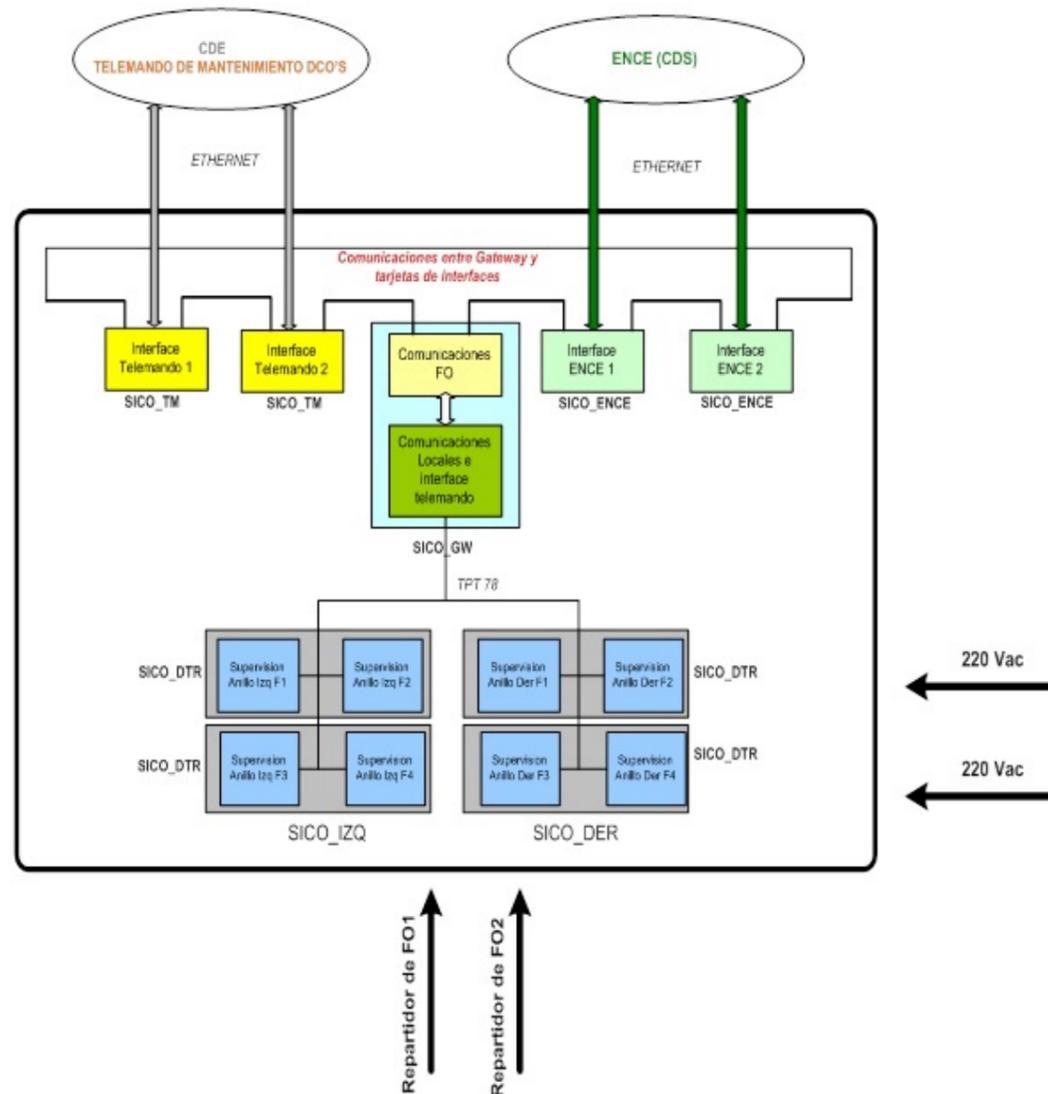


Ilustración 9. Diagrama de bloques del Equipo SICO

4.3.2.1. Comunicación con Equipo en Vía

La comunicación entre el equipo de control (SICO) situado en el Edificio Técnico y los pasos superiores y/o bocas de túnel a supervisar por el mismo, se lleva a cabo a través de hilos de fibra óptica monomodo y bidireccional. Por dicha fibra transcurre una señal que será controlada por el equipo SICO. Al caer un objeto sobre la vía se produce el corte de la continuidad óptica, generando una alarma.

El equipo interior, deberá controlar al menos 6 pasos independientes por cada lado de un edificio técnico o caseta técnica, y hasta una distancia de al menos 10 km a través de anillos de fibra óptica a cada lado del edificio técnico.

Las vallas estarán sensorizadas por dos circuitos cerrados de fibras ópticas, las fibras estarán ubicadas en el interior de un tubo de acero inoxidable en las vallas de protección superior. La unión del portante formará una tijera que corta los cables de fibra.

4.3.2.2. Comunicaciones con CDE y CDS

Todas las alarmas e incidencias son transmitidas por el equipo SICO al CDE y al CDS. A continuación se muestra un diagrama de bloques del equipo SICO y sus interfaces con CDE y CDS.

4.3.3. Directivas de aplicación

Las mallas en pasos superiores se colocarán sobre la propia estructura de protección antivandálica del paso y cubrirá un ancho de las vías tal como el de las propias vías, bancada de vías, canaleta y cuneta, grado de perpendicularidad del paso frente a las vías, calculando por lo tanto un mínimo de ocho (8) metros a añadir además de la anchura de la bancada de vía. Antes de comenzar la instalación del DCO en paso superior (o en fase de replanteo), se realizará un estudio que justifique la resistencia y estabilidad del cerramiento antivandálico para soportar las mallas de DCO. En los casos que sea necesario se reforzarán los soportes y la estructura existente de tal forma que no existan paneles sueltos o mal sujetos. La resistencia conseguida será tal que ante un choque sobre dicha estructura con vuelco sobre la vía siempre se produzca rotura del cable de fibra. En la instalación se utilizarán vehículos con grúa dotados de cestillo para

una persona, ya que se necesitarán realizar ciertos trabajos por fuera del propio paso. En caso que se hicieran por la parte interior del paso se utilizarán convenientemente escaleras de mano y/o andamios perfectamente sujetos, especialistas en alturas podrían efectuar trabajos de instalación de bajadas de tubos, por los pilares de los pasos, siempre que dichas actuaciones no interfieran con otras actuaciones.

En la instalación de mallas en bocas de túneles se tendrá en cuenta igualmente la zona a proteger en función de las características del terreno. Se realizarán perforaciones en el terreno para encontrar la profundidad adecuada de tal forma que el terreno otorgue la resistencia adecuada para que rompa la estructura de malla y de fibra mucho antes que la resistencia del terreno. Se realizará sobre una viga corrida de hormigón armado para la sujeción de la estructura de DCO, siendo necesario la realización de un estudio de cimentación específico para la estructura de DCO en boca de túnel, con objeto de garantizar la resistencia adecuada.

En los armarios que se instalen se realizarán la fusión de las fibras y toda la electrónica de control será instalada en los edificios técnicos o casetas técnicas. Desde dichas casetas se enviará información al CRC así como a los enclavamientos necesarios.

La información enviada al CRC será lo más precisa posible, de forma que se comprometa mínimamente la seguridad del tren. Se enviará información de fuera de servicio y alarmas en función del umbral establecido desde la aplicación del telemando de detectores.

El suministrador indicará de forma más precisa, y de acuerdo con experiencias en líneas ferroviarias u otros medios de transporte, la ubicación de sus equipos basándose en criterios que permitan la optimización de la instalación.

Los requisitos técnicos y funcionales que deberá cumplir el Sistema se encuentran recogidos en la instrucción técnica SICT-I-S.I-DET-10 de la Subdirección de Instalaciones de Adif.

En cuanto a la integración de los DCO en el Concentrador de Detectores de Seguridad del Enclavamiento, se deberá realizar conforme a la instrucción de Adif DICT-I-F-DET-01 Funcionalidad del interface del Sistema Auxiliar de Detección con el Enclavamiento.

La Integración del Sistema en la red de comunicaciones de detectores se realizará de acuerdo al proyecto de telecomunicaciones fijas y la instrucción técnica de Adif DICT-I-F-DET-04 Requisitos de integración de los Detectores de Caída de Objetos en la red de comunicaciones.

Las pruebas del Sistema se realizarán de acuerdo a la Instrucción Técnica DICT-I-F-DET-05. Inspecciones y Pruebas de Detectores de Caída de Objetos.

4.3.4. Normativa aplicable

Los Sistemas de Detección ofertados cumplen, en la parte que les es de aplicación, con las normativas de los siguientes Organismos y Estándares:

- Normas relativas a la interoperabilidad.
- Normas CENELEC 50126, 50128 y 50129.
- Normativa CENELEC de compatibilidad Electromagnética.
- Instrucciones Técnicas de ADIF.
- Normativa y Reglamentación de Seguridad en la Circulación de ADIF.
- Normativa Técnica de Señalización y Telecomunicaciones de ADIF.
- Regulaciones y normas nacionales específicas.

4.3.5. Especificaciones técnicas

Los requisitos técnicos y funcionales que deberá cumplir el Sistema se encuentran recogidos en la instrucción técnica SICT-S.I-DET-10 de la Subdirección de Instalaciones de Adif.

A continuación se hace referencia a los componentes que integran un sistema de detección de caída de objetos empleando tecnología de mallas de fibra óptica:

- Equipo de vía
El equipo de vía estará configurado por una estructura que forma la valla superior y todo el conjunto sensorizada por circuitos de fibra óptica que irán ubicados en un tubo metálico para su protección, de la intemperie y actos vandálicos. En vía se realizarán las conexiones de fibra necesarias en un armario al pie del paso superior o boca de túnel.

- **Equipo interior**
Ubicado en edificios técnicos o casetas. Elaborará la información segura correspondiente a la presencia de obstáculo en vía para conectarla al correspondiente módulo de enclavamiento. Estará formado por la lógica necesaria para el control y supervisión de cada paso, el sistema de comunicaciones necesario para garantizar la transferencia de la información y el sistema de alimentación.
- **Sistema de comunicaciones**
Constará del equipamiento necesario para garantizar la transferencia de información entre el equipo del edificio técnico o caseta y el telemando de detectores.

4.3.6. Funcionalidad

El sistema de detección de mallas de fibra óptica debe proporcionar al concentrador CDS la información correspondiente a los siguientes estados:

- Paso supervisado sin alarma.
- Paso supervisado con Alarma de Objeto (cuando se detecta el corte de las 2 fibras ópticas del detector).
- Paso No Supervisado, bien sea por avería del propio detector, fallo de comunicación o por tareas de mantenimiento.

La detección de un objeto conlleva a provocar la información segura de alarma al enclavamiento, permaneciendo esta información hasta que se proceda al rearme de la instalación. A través de otro canal se enviará también esta información al concentrador CDE.

En caso de alarma de objeto el ENCE recoge la información y lo representa en el PLO y CTC, pudiendo, además, si se requiere por parte de Adif, repercutirla también en la señalización de forma similar a la ocupación del cantón de bloqueo ERTMS N2 debajo del paso superior o boca de túnel donde se encuentra instalado el detector, provocando el cierre de las señales laterales luminosas y las señales ERTMS N2 delimitadoras del cantón de bloqueo que den paso sobre la zona protegida por el detector.

En caso de Paso No Supervisado, ya sea por avería del detector, fallo de comunicación o tareas de mantenimiento; el ENCE recoge la información y se representa en el PLO y CTC, pudiendo además, si se requiere por parte de Adif, enviarla al PCE que deberá implantar una Limitación Temporal de Velocidad (LTV) de 160 km/h por el paso.

El sistema deberá además suministrar a mantenimiento como mínimo la siguiente información:

- Información de “aviso”, que indica que, aunque el paso sigue supervisado, hay al menos una fibra que requiere una acción de mantenimiento, o que el sistema detecte cualquier tipo de alarma diferente a la de caída de objeto.
- Información de estado de cada fibra óptica y cada equipo.
- Información de los niveles de potencia de transmisión y recepción de cada fibra óptica para determinar las acciones del mantenimiento predictivo.

El sistema del equipo interior tendrá capacidad para almacenar, durante una semana, los sucesos que vayan recibiendo, de modo y manera que queden grabadas las situaciones de los equipos de vía, la necesidad de efectuar tareas de ajuste de los detectores, estado de los sensores, detección de conflictos en ejecución de pruebas y cuantas situaciones de avería del propio equipo interior se consideren relevantes para interpretar el funcionamiento del sistema (tasas de fallos en comunicaciones, estado de las entradas y salidas, control de las tareas en ejecución, tiempos de duración del ciclo software, etc.). Cada suceso a registrar implica la impresión de hora (que deberá estar sincronizada con el CRC) al menos del último suceso, si es que éste se provocó con anterioridad, y un texto que aclare la situación. Además todos estos sucesos serán telemandados a los centros de mantenimiento que también tendrán capacidad para almacenarlos durante al menos una semana.

Además el equipo deberá indicar la situación de “rearme” o normalización del paso, cuando esta se produzca.

El equipo evaluador interior debe incorporar los siguientes aspectos:

- Aplicación.
- Lógica de seguridad.

- Control y supervisión de los elementos de campo.
- Comunicaciones con otros sistemas y equipos externos.

Desde el CRC y los centros de mantenimiento se podrán conmutar un paso superior a modo mantenimiento, inhibiendo a su vez la generación de alarmas del paso o boca de túneles al enclavamiento, de forma que únicamente el personal que cuente con las atribuciones específicas para tal fin pueda poner el detector en estado de mantenimiento. Deberá quedar registrada automáticamente dicha operación, junto con la fecha, hora y el nombre o clave (que será personal e intransferible) de la persona que efectúa la operación. Tanto el dispositivo como la funcionalidad asociada al mismo deberán estar detallados en la oferta.

El equipo interior se encarga de la evaluación de los equipos de vía, procesando la información transmitida desde éstos para generar hacia el enclavamiento las salidas correspondientes al estado de los equipos de vía y que corresponden a las siguientes informaciones:

- Ausencia de alarma
Que será una salida de seguridad que indica que el sistema funciona correctamente, no detectando la rotura de la malla.
- Alarma
Indica que el sistema ha detectado la rotura de la malla de protección por parte de un objeto mayor de 200 kg de peso (configurable). Esta información se mantendrá hasta la reparación de la malla, o hasta su puesta en modo mantenimiento, una vez retirado el objeto que provocó la rotura de la malla.
- Avería
Que se dará cuando exista en el equipo de vía un reconocimiento de una información de mal funcionamiento del sistema que impida la detección de la rotura de la malla (por ejemplo: fallo de comunicaciones, etc.).
- Sistema en mantenimiento
Cuando, a petición del CRC o desde un centro de mantenimiento, el sistema se encuentre en este modo que inhabilita la generación de alarmas.

4.3.7. Cableado

La asignación o reserva de fibras ópticas para cada DCO se realizará de tal forma que la avería de un Detector no afecte, en ningún caso, la operatividad del resto de Detectores controlados por el mismo equipo evaluador.

Se podrán conectar al menos 6 DCO por equipo evaluador a cada lado del edificio o caseta técnica donde esté ubicado mediante la asignación de fibras ópticas a cada lado.

Se podrán controlar más DCO ampliando la electrónica de evaluación en el Armario de Control lo que permitiría controlar un número mayor de emplazamientos, además se deberá analizar la utilización de más fibras ópticas dependiendo del número de emplazamientos a controlar.

4.3.8. Listado de detectores de caída de objetos

En el tramo Santa Catalina - Meloneras se instalarán los siguientes detectores de caída de objetos:

TRAMO	SITUACIÓN	PK
Jinámar - Telde	Final del Túnel 1	15+159
Jinámar - Telde	Inicio del Túnel 2	15+674
Telde - Aeropuerto	Final del Túnel 2	17+594
Telde - Aeropuerto	Paso superior 1	18+017
Telde - Aeropuerto	Paso superior 2	18+752
Telde - Aeropuerto	Paso superior 3	19+192

TRAMO	SITUACIÓN	PK
Telde - Aeropuerto	Paso superior 4	19+872
Telde - Aeropuerto	Inicio del Túnel 3	20+116
Carrizal - Arinaga	Final del Túnel 3	28+069
Arinaga - Vecindario	Paso superior 5	34+513
Vecindario - Playa del Inglés	Paso superior 6	37+214
Vecindario - Playa del Inglés	Paso superior 7	44+911
Vecindario - Playa del Inglés	Inicio del Túnel 4	46+974
Vecindario - Playa del Inglés	Final del Túnel 4	47+544
Vecindario - Playa del Inglés	Inicio del Túnel 5	48+186
Vecindario - Playa del Inglés	Final del Túnel 5	48+943
Vecindario - Playa del Inglés	Inicio del Túnel 6	49+129
Vecindario - Playa del Inglés	Final del Túnel 6	50+189
Playa del Inglés - Meloneras	Inicio del Túnel 7	51+845

4.4. SISTEMA DE DETECCIÓN DE VIENTO LATERAL (SCVL)

4.4.1. Introducción

Para mejorar la seguridad y la explotación en las líneas de alta velocidad, se las dota de un sistema de Protección contra el Viento Lateral que permita adecuar la velocidad de los trenes a las condiciones de viento reinantes en cada momento. Para el funcionamiento desate sistema de seguridad, es necesaria la instalación de estaciones meteorológicas que sirvan de fuente de datos en tiempo real a lo largo de todo el trazado. A partir de la información obtenida se podrán realizar predicciones a muy corto plazo de las condiciones futuras de viento.

Dentro de toda la información que debe ser recogida por las estaciones meteorológicas instaladas a lo largo de la línea, es especialmente importante la velocidad del viento, pues Este influye negativamente en el control del tren, lo que puede dar lugar a la reducción de la velocidad de éste.

Se deberá prestar especial atención al caso de vientos racheados en la dirección lateral del tren, cuyo efecto desestabilizador puede resultar importártela ubicación definitiva de dichas estaciones meteorológicas deberá ajustarse a los resultados de un estudio pormenorizado de las condiciones de viento a lo largo del trazado completo. Dicho estudio deberá ser realizado por el contratista, y las ubicaciones que se proponen en el presente anejo tienen un carácter exclusivamente orientativo.

4.4.2. Descripción General

Para evitar errores en las medidas, el conjunto formado por anemómetro y veleta se deberá colocar de acuerdo a una serie de condiciones. Éste irá en un lugar elevado, para evitar que los obstáculos apantallen el viento dando lugar a medidas sesgadas. Es por ello que será necesaria una torre de altura variable según sea el entorno de la estación meteorológica. Los criterios de cada uno de los tipos de instalación están recogidos en la instrucción asociada a las características particulares de la instalación en vía de detectores de viento lateral den líneas de alta velocidad, codificada como VL-SCVL-INS.

El sistema SCVL incluirá además de la electrónica de adquisición y procesado de datos un equipamiento de comunicaciones, con objeto de enviar la información, por un lado al telemando de detectores (a través del concentrador CDE) y por otro, al CDS por canales independientes.

La red de estaciones meteorológicas que conformará el Sistema de Protección del tráfico al Viento Lateral, será la encargada de proporcionar la información relativa a las velocidades de viento en cualquier zona de la línea. Adicionalmente, proporcionará información sobre la presión y temperatura en los puntos de ubicación en los que se encuentra la estación. El detector de viento lateral que se instalará en esta línea estará formado por una estación meteorológica integrada por los siguientes sensores:

- 3 sensores de Viento o anemómetros.
- 1 sensor de Presión o barómetro.
- 1 sensor de Temperatura y Humedad relativa o termo-higrógrafo.

Además, en cada torre habrá un armario asociado a ésta que contiene los elementos necesarios para procesar la información recogida por las estaciones meteorológicas, adaptarla al medio de transmisión, y por último, hacerla llegar a los emplazamientos técnicos.

La información que recibirá el personal de operación será generada por cada estación meteorológica de manera autónoma, a partir del procesado de las medidas captadas por los sensores. Los datos procedentes de las estaciones permitirán que el algoritmo de predicción pueda realizar previsiones de la intensidad del viento en la zona de actuación asignada.

Además de la información obtenida a partir del procesado de las muestras, el equipo de control asociado a cada estación deberá ser capaz de generar alarmas para ser interpretadas por los equipos del CRC. Dichas alarmas predecirán la probabilidad de degenerarse un valor de viento que supere el umbral preestablecido, de acuerdo a los datos recibidos por los sensores. El equipo de comunicaciones asociado a la estación meteorológica se encargará de enviar la información y las alarmas generadas al CRC, utilizando para ello diferentes soluciones en función de las particularidades del emplazamiento en el que se ubique la estación.

4.4.3. Descripción Detallada de la Solución Técnica

El sistema de detección meteorológico constará principalmente de tres elementos de medición:

- Un grupo de tres anemómetros.
- Termo-higrógrafo.
- Barómetro.

Las torres deberán tener una altura suficiente sobre el terreno para aislar las medidas de viento de las turbulencias y demás interferencias causadas por árboles y otros obstáculos de las inmediaciones de la torre. La disposición de los anemómetros en mástil es necesaria para evitar que los torbellinos que produce la celosía de la torre afecten a las mediciones.

Por eso son ubicados a 2,5 m por encima de la estructura superior de la torre, en un mástil cilíndrico delgado situado en el eje. Además, estarán alejados del mástil mediante tres brazos horizontales de 1,1 m (uno por cada anemómetro) y que se disponen separados 120 grados entre sí. Cada uno de los tres anemómetros será capaz de tomar tres medidas por segundo.

El termo-higrómetro deberá estar situado a dos metros de altura con respecto al suelo, y asimismo, tendrá que estar cubierto para evitar errores en las mediciones de temperatura. La estación meteorológica incluirá un barómetro para incrementar la precisión de las predicciones de intensidad del viento, ya que detectará cambios de tendencia del viento. El barómetro se ubicará en un brazo perpendicular a la torre y a la misma altura que el termo-higrómetro.

Los datos obtenidos por los sensores serán enviados a la estación meteorológica, que los procesará y enviará, a través de la red de telecomunicaciones definida en el proyecto.

Para conectar el sensor con su caseta técnica asociada se emplearán tendidos de fibra óptica, para tal efecto se introducirán en esta conexión los correspondientes cambiadores de medio.

En la caseta técnica asociada se recuperarán todas las señales provenientes de los distintos sensores de la zona los cuales se concentrarán sobre una dirección IP única de forma que se minimicen las cargas de direccionamiento de la red de comunicaciones de los sensores.

El protocolo de comunicaciones utilizado entre los sensores y el telemando deberá asegurarla consistencia de los datos transmitidos de forma que se asegure la fiabilidad de los datos presentados al operador. Esta concentración se realizará, si fuese necesario, mediante el empleo de un multipuerto serie sobre TCP/IP o similar. A través del elemento concentrador se establecerá la comunicación entre los detectores de vía con el telemando de detectores mediante protocolo TCP/IP.

4.4.4. Directivas de aplicación

El Sistema de Protección del tráfico al Viento Lateral tiene como objetivo garantizar la seguridad del tren en relación a las rachas de viento lateral. Las estaciones meteorológicas harán mediciones de viento, presión, temperatura y humedad del entorno donde están ubicadas, por lo que deberán estar situadas de manera que sea posible detectar las rachas de viento que puedan amenazar la estabilidad del tren con antelación suficiente para adoptar las precauciones necesarias. En este sentido, es fundamental tener información en tiempo real de los puntos del trazado en los que la intensidad del viento puede ser alta, como los viaductos, bocas de túneles y taludes elevados.

Por otro lado, el sistema también buscará tener la información relativa a la velocidad del viento en cualquier punto de la línea, y esto se consigue ubicando las estaciones meteorológicas en puntos representativos de la línea, y extrapolando, mediante una aplicación software, dichas medidas a un mapa de viento global. Dichas ubicaciones de las estaciones meteorológicas se desprenderán de un estudio pormenorizado realizado por el contratista adjudicatario.

El Sistema, en cuanto a funcionalidad y diseño se atenderá a las siguientes especificaciones de la Subdirección de Innovación Tecnológica de Adif:

- VL-SCVL-DIS ED 2 R 1 –Detector de Viento Lateral en Líneas de Alta Velocidad (SCVL) - Características Principales y Metodología de Diseño.
- VL-SCVL-FOP ED 3 R 3 –Detector de Viento Lateral en Líneas de Alta Velocidad (SCVL) – Funcionalidad y Operación.

En cuanto a las particularidades de la instalación en vía, así como los requerimientos de orientación de los anemómetros, se seguirá el documento de la Subdirección de Innovación de Adif:

- VL-SCVL-INS ED 2 R 1 –Detector de Viento Lateral en Líneas de Alta Velocidad (SCVL) – Características particulares de la instalación en vía.

El Sistema deberá cumplir además con los requisitos de instalación recogidos en las siguientes Instrucciones Técnicas de la Subdirección de Instalaciones de Adif:

- DICT-I-S.I-DET-09 R 2- Requisitos para el suministro e instalación de torres y mástiles para el Sistema SCVL.
- DICT-I-S.I-DET-07 R 1- Requisitos de suministro e Instalación del soporte para el Sistema SCVL en Torres GSM-R.

Las pruebas del Sistema se realizarán de acuerdo a la Instrucción Técnica SICT-I-F-DET-07. Inspecciones y Pruebas de Detectores de Viento Lateral.

4.4.5. Especificaciones Técnicas

A continuación se hace referencia a los componentes de un sistema de detección meteorológico.

4.4.5.1. Anemómetro

Se trata de un instrumento combinado para la medida de la dirección y velocidad de viento. La dirección del viento se mide a través de una veleta ligera pero de gran robustez, mientras que la medida de velocidad se realiza mediante la rotación de una hélice.

Todos los elementos racores necesarios para la instalación de este detector deberán ser de acero inoxidable y aluminio anodizado. Para garantizar la robustez requerida por el Sistema de Protección del tráfico al Viento Lateral, se instalarán tres anemómetros por estación meteorológica. Las características que deberá cumplir este elemento son las siguientes:

- Campo de Medida:
 - Velocidad del viento: 0 - 60 m/s

- Supervivencia a rachas: 100 m/s
- Acimut: 360º mecánicos
- Precisión:
 - Velocidad del viento : $\pm 0,3$ m/s
 - Dirección del viento : ± 3 grados
- Umbrales:
 - Anemómetro : 1,0 m/s
 - Veleta : 1,1 m/s
- Respuesta Dinámica:
 - Cte. de distancia del Anemómetro : 2,7 m
 - Distancia de retardo de veleta : 1,3 m
- Señal de Salida:
 - Velocidad del viento : tensión inductiva AC, 3 pulsos/rev., 1.800 rpm = 8,8m/s
 - Acimut : tensión analógica cc de potenciómetro. Resistencia 10K Ω , linealidad 0,25%
- Vida esperada: 50 Mrevoluciones.
- Alimentación: 15 Vcc máximo.
- Temperatura de funcionamiento : -50 °C a +50 °C
- Frecuencia de muestreo: 3 medidas por segundo

4.4.5.2. Termohigrómetro

Se trata de un instrumento para la medida de la temperatura y humedad relativa del aire de manera combinada.

Las características que deberá cumplir este elemento son las siguientes:

- Rango de Medida:
 - Temperatura : -30 °C a +50 °C
 - Humedad relativa del aire: 5% a 100%
- Temperatura de funcionamiento : -30° C a +55 °C
- Frecuencia de muestreo: 1 registro cada hora
- Constante de tiempo:
 - Sensor de temperatura : 20 segundos
 - Sensor de humedad relativa del aire : 40 segundos
- Resolución:
 - Humedad relativa del aire : 1%
 - Temperatura : 0,1 °C
- Precisión:
 - Humedad relativa del aire : ± 5 %
 - Temperatura : ± 0.3 °C

Los materiales a partir de los que se fabrique el sensor deberán ser inoxidable.

4.4.5.3. Barómetro

Se trata de un instrumento para la medida de la presión atmosférica. Las características que deberá cumplir este elemento son las siguientes:

- Rango de Medida: 600 mbar a 1080 mbar
- Temperatura de funcionamiento: -30 °C a +55 °C
- Frecuencia de muestreo: 1 registro cada media hora
- Constante de tiempo: 20 segundos
- Resolución: 0,1 mbar

- Precisión: $\pm 0,3$ mbar

Asimismo deberá poseer una compensación térmica calibrada para un número suficiente de puntos en todo el rango de temperaturas de funcionamiento. Los materiales en los que se fabrique el sensor deberán ser inoxidable.

4.4.5.4. Estación meteorológica

La estación de datos se instalará en el interior de un caja de conexiones ubicada junto a la torre sobre la que van los sensores y contendrá la electrónica necesaria para realizar el procesado de las medidas de los detectores así como enviar dichos datos al edificio o caseta técnica mas cercanos.

Para los casos de estaciones meteorológicas aisladas (instalaciones en torre nueva o viaducto), empleará como medio de transmisión la Fibra Óptica, y para el acceso a la red se utilizará el equipamiento necesario, como los repartidores y el conjunto de conversores de medio, los cuales cumplirán al menos las siguientes características técnicas:

- Caja: ABS con montaje de hardware cautivo.
- Puerto de Fibra: ST
- Modo de transmisión: full/half-duplex, bidireccional
- Velocidad de transmisión: hasta 115,2 Kbps
- Temperatura operativa: $-10^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ ($14 \sim 158^{\circ}\text{F}$)
- Humedad operativa: 5% ~ 95% (no condensable)

Para los casos que sea necesario (normalmente armarios de vía) se instalará una pequeña SAI con una autonomía de aproximadamente 15 minutos.

4.4.5.5. Torre

Las torres en las que se ubicarán los sensores de las estaciones meteorológicas pueden ser de tres tipos:

- Torres de celosía nuevas.

- Torres de viaducto nuevas.
- Torres de comunicaciones (GSM-R) existentes.

El primer caso, las torres de celosía levantadas a propósito para albergar a los sensores de la estación meteorológica, éstas serán de 15 o 20 m de altura, y se deberá instalar junto a la torre un armario con los equipos y el cableado necesario. Las nuevas torres serán metálicas, ejecutadas en celosía con perfiles laminados de sección "L", y llevarán un mástil en su parte superior que alojará a los tres anemómetros y que estará rematado por un pararrayos.

Las torres de celosía serán estructuras autosoportadas verticales de forma prismática y de sección cuadrangular. Estarán constituidas por perfiles angulares enlazados formando redes triangulares por montantes y diagonales. Las dimensiones en planta de las torres son de 1.600 mm x 1.600 mm en el arranque, que disminuye a 1.200 mm x 1.200 mm en sus 8 m superiores. A continuación se encontrará el soporte de los anemómetros, formado por un tubo dispuesto en el eje de la torre. Este tubo hueco, soportará otro tubo hueco similar de diámetro mayor, que podrá deslizarse sobre el anterior. De este tubo deslizable saldrán tres brazos horizontales, de 1100 mm de longitud, en cuyos extremos se montan los equipos.

Al tubo deslizante se fijará también la antena del pararrayos. Se prevé ejecutarla en acero S275-JR, galvanizado, y en general las uniones serán atornilladas.

Las torres serán ejecutadas por tramos en taller y después serán montadas en su lugar utilizando una grúa. Las ubicaciones elegidas para las torres permitirán su acceso por grúas, con existencia de caminos vecinales cercanos.

Las torres dispondrán de sistema anticaídas, consistente en cable de acero (línea de vida), anclado en la cabeza de la torre y tensado mediante pesa a pie de la misma. A lo largo del fuste (junto a la escalera) el cable de vida irá guiado con amarres cada 5 m. El sistema a utilizar por los operarios al subir en la torre será homologado del tipo papilón o similar. Todas las torres dispondrán de un sistema de puesta a tierra para proteger a las personas y equipos ante eventuales defectos eléctricos. Dispondrán, asimismo, de un sistema de protección contra rayos conectado a la red de puesta a tierra.

La cimentación de las torres de celosía nuevas estará condicionada a un estudio geotécnico previo. El contratista deberá presentar un proyecto de cimentación por cada torre visado por el organismo competente. La cimentación de las torres de celosía nuevas vendrá representada por un bloque prismático de hormigón armado, exceptuando las torres sobre viaducto. Las torres de las estaciones en viaductos serán 3 por estación y estarán formadas por un tubo metálico cilíndrico, también en acero S275-JR, galvanizado. Serán de 3 m de alto y un anemómetro cada una. Se conectarán a la tierra del viaducto en el poste de catenaria más cercano. En este caso, la cimentación constructiva adoptada vendrá representada por una estructura metálica más simple que en los otros dos casos.

Por último, las torres de comunicaciones suelen tener una altura de 30 ó 40 m, y el sistema de fijación de los anemómetros será similar al expuesto en el caso de las torres de celosía nuevas.

4.4.6. Cableado

A continuación se describe el tipo de cable a emplear:

- Energía:

Para la alimentación de las estaciones meteorológicas se utilizará cable de energía homologado por ADIF. Este cable puede tener una sección mayor o menor, en función del consumo requerido y de la caída de tensión.

Para la alimentación de las estaciones meteorológicas, se utilizará normalmente cable de 2x16 mm².

Para alimentar el equipamiento de comunicaciones en el interior de la caseta se utilizará cable de 2x2,5 mm².
- Fibra óptica:

Para las estaciones meteorológicas aisladas será necesario utilizar cable de fibra óptica para llegar a la caseta técnica más cercana y acceder a la red de telecomunicaciones fijas definida. Para esta comunicación se utilizará cable de 16 FO homologado por ADIF.

- Datos:

El cable de datos será aquel que comunica los sensores de medida con la electrónica ubicada en el interior del armario. Dependiendo del tipo de instalación se utilizará un tipo de cable.

 - Instalación en torre nueva o torre GSMR existente: En este caso el cable bajará desde los sensores de medida a lo largo de la torre hasta llegar al armario. Estos cables serán armados de pares y con cubierta de tipo EAPSP.
 - Instalación en viaducto: En este caso el cable irá por la canaleta desde el armario de vía hasta llegar a los mástiles donde se encuentran los sensores de medida. Estos cables serán armados de pares con factor de reducción y cubierta de tipo CCPSSP.

4.4.7. Arquitectura del sistema

En este apartado se describe brevemente la arquitectura de la red de estaciones meteorológicas que permitirá la comunicación entre éstas y el CRC. Cada Estación Meteorológica dispondrá de un conjunto de sensores que se encargarán de tomar las medidas de intensidad y dirección del viento, temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, representativas de la zona donde se encuentran ubicados.

Asimismo, cada estación meteorológica tendrá un procesador y un adaptador para que la señal de salida de la CPU pueda transmitirse por la fibra óptica que lo conecta a la Red de Detectores.

Cada estación meteorológica se conectará a la red de telecomunicaciones fijas en el punto de acceso más próximo, que pueden ser casetas de señalización, BTS, Edificios Técnicos. Para llegar hasta el punto de acceso a la red de telecomunicaciones fijas se utilizará un cable de 16 FO y los equipos correspondientes para hacer la conversión de medio tanto a la salida de la CPU de la estación como en el punto de acceso a la red.

Los equipos de control de cada estación meteorológica serán los encargados de programarla frecuencia de muestreo de los sensores y de almacenar las muestras necesarias para ejecutar el algoritmo de predicción de viento. La información recogida y procesada por estos equipos será enviada a los equipos de comunicaciones para su posterior transmisión a través del anillo, mediante el protocolo de comunicaciones definido actualmente.

En los equipos de control de cada estación meteorológica se integrará el algoritmo de predicción de viento propiedad de ADIF, estos equipos recibirán y procesarán y almacenarán las muestras de los sensores de forma que se ejecute y se envíe el estado en cada momento. La información recogida y procesada por estos equipos será enviada a los equipos de comunicaciones a través de la red de telecomunicaciones fijas para ser procesada por los interfaces con el ENCE y con el telemando de detectores del CRC.

La comunicación entre cada una de las estaciones meteorológicas y los equipos CDE y CDS se realizará utilizando los protocolos de comunicaciones definidos por ADIF.

Cada uno de los equipos que forma la estación meteorológica deberá enviar la información requerida, por un lado al CDE y por otro CDS por canales independientes.

En función de la naturaleza de la información recibida, ésta será visualizada en los puestos de operador TEG (alarmas del sistema). En este punto alcanzaríamos la última etapa, el nivel de CRC. En caso de que se reciba un mensaje de alarma, el sistema consultará y actualizará la Base de Datos del CRC, y permitirá la visualización del evento en los puestos de operador TEG. En caso contrario, se almacenará la información en el histórico de la Base de Datos y se permitirá la monitorización, la gestión y el mantenimiento del sistema a través del SCADA.

4.4.8. Funcionalidad

A partir de un estudio orográfico y climatológico, se dividirá la línea en varios sectores de orografía homogénea. Estos sectores permitirán extrapolar los valores de viento medio y dirección media del viento en cualquier punto de dicho sector a partir de los valores medidos en un punto representativo. En dichos puntos se instalarán las estaciones meteorológicas y por lo general, evitarán estar colocados en terraplenes de gran altura, formaciones orográficas que no puedan modelizarse como bidimensionales o viaductos.

Teniendo en cuenta las características físicas y aerodinámicas del material móvil que circulará por la línea y las características del trazado, se obtendrá las curvas de viento límite que, en función del ángulo de incidencia, indican la intensidad de viento crítico que provocaría el vuelco (90% de descarga de rueda).

Estas curvas particularizadas para la línea tendrán en cuenta la velocidad del tren, la naturaleza del terreno, la aceleración lateral, y las protecciones locales. Utilizando un software determinado se resuelven las ecuaciones de la capa límite a lo largo del trazado en cada sector para poder extrapolar los valores de viento medio y desviación típica en cualquier punto, a partir de los valores registrados en el punto donde se encuentra localizada la estación.

Con los resultados del análisis anterior, para cada valor posible de viento registrado en la estación de referencia, mediante una simulación, se calcula el riesgo de que se supere el valor de viento límite en cada uno de los subtramos en los que se haya establecido dividir el sector. El valor del viento límite se obtiene de las curvas de viento límite que se habrán desarrollado para el trazado completo.

A partir de los valores de viento medio y desviación típica registrados en la estación en las últimas horas y minutos, y teniendo en cuenta los datos de los históricos, se analizará la tendencia del viento para obtener los valores que sería esperable obtener en la estación de medida en un período de diez minutos. Una vez se dispone de los valores esperables de viento en la estación de medida a pocos minutos vista, utilizando los resultados de la extrapolación de viento y el cálculo de riesgo, se obtendrá el riesgo de vuelco existente en cada tramo definido en el sector asociado a la estación de medida.

El Software predictivo para el Control de Viento Lateral en las líneas ferroviarias ha sido desarrollado por Adif y está protegido bajo patente. El contratista deberá integrar en su aplicación dicho software de acuerdo a las especificaciones referidas del mismo.

4.4.8.1. Tipos de alarmas y mensajes enviados al CDS y al CRC

Cada detector proporcionará la siguiente información al CDS y al CDE sobre el tramo que controla:

- Detector operativo sin alarma
- Limitación de Velocidad por el área de control del detector, debido a superación del umbral de riesgo de vuelco preestablecido

- Detector No Operativo, cuando el detector está inhabilitado, en mantenimiento o no hay comunicación

En el caso de que del análisis anterior se obtenga que en un determinado tramo se supere el umbral de riesgo de vuelco preestablecido, se procederá a generar una alarma que comunique al CRC el tramo en el cual se deberá reducir la velocidad y su valor en función del nivel de riesgo y el tipo de tren, VL1 (de velocidad máxima mayor de 250 km/h, cumplen las especificaciones ETI en relación a las curvas de viento del tren) o VL2 (de velocidad menor o igual a 250 km/h que no cumplen por lo general las especificaciones ETI en este aspecto) :

- 230 km/h (solo para trenes tipo VL1)
- 160 km/h
- 80 km/h

Una vez que se haya establecido una alarma, el operador del CRC dispondrá de la información necesaria para poder identificar qué vehículos se verán afectados por la limitación de velocidad (trenes tipo VL1, VL2 o para ambos) y podrá dar la orden de reducción de velocidad a dichos trenes, con el tiempo necesario para poder mantener el nivel de seguridad exigible.

Cuando las condiciones de viento reinantes vayan a volver a ser seguras para restablecer la velocidad en un tramo donde se ha declarado una alarma, se realizará una predicción que no generará alarma y el operador dejará de recibir el correspondiente aviso. En estas condiciones, dicho operador podrá dar la orden para que el material móvil que esté afectado por una limitación en un tramo, vuelva a aumentar la velocidad cuando se alcance una situación segura, pasados unos pocos minutos.

4.4.9. Listado de detectores de viento lateral

El número y tipo de estaciones meteorológicas es orientativo y puede variar en función del resultado del estudio preliminar de ubicación de los SCVL, que forma parte del estudio de vientos a realizar en el presente tramo.

Además del número de detectores, la ubicación definitiva estará también condicionada a dicho estudio preliminar y a un replanteo en obra.

Sobre la base de la longitud de la línea ferroviaria a construir entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas y de que gran parte de la misma discurre en túnel, se considera que sólo será necesario instalar un detector de viento lateral, el cual será instalado en uno de los trayectos siguientes: Telde - Aeropuerto o Carrizal - Playa del Inglés.

En este anteproyecto se ha considerado su instalación en el lugar de ubicación del Puesto Intermedio de Circuitos de Vía (PICV) y la BTS 07B, donde también se ha considerado instalar el detector de cajas calientes y frenos agarrotados.

La ubicación del sistema de control de viento lateral será definida en el correspondiente proyecto constructivo, teniendo en cuenta el estudio de vientos a realizar.

4.5. TELEMANDO DE DETECTORES

El Telemando de los Sistemas Auxiliares de Detección para Ayuda a la Explotación se encarga de capturar los datos recogidos en vía y enviarlos al CRC para su tratamiento. Los Detectores deberán comunicarse con los Concentradores de Explotación del Telemando, CDE, dentro del enclavamiento al que pertenezcan.

4.5.1. Listado de concentradores de detectores de explotación

En el tramo Santa Catalina - Meloneras se instalarán los concentradores de explotación (CDE) en:

- Aeropuerto
- Vecindario
- Playa del Inglés