
ANEJO Nº7.- ELECTRIFICACIÓN E INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

ÍNDICE

1.- Introducción 1

2.- Situación actual 1

3.- Electrificación 2

3.1.- Electrificación a 3.000 V c.c. 2

3.1.1.- Características generales de la catenaria 2

3.1.1.1.- Geometría 2

3.1.1.2.- Composición 2

3.1.1.3.- Pendolado 2

3.1.1.4.- Regulación de la tensión mecánica..... 3

3.1.1.5.- Seccionadores y protecciones 3

3.1.1.6.- Agujas aéreas 3

3.1.1.7.- Condiciones ambientales de funcionamiento 3

3.1.1.8.- Características de funcionamiento de la catenaria..... 3

3.1.2.- Componentes y equipos de la catenaria CA-160 4

3.1.2.1.- Postes 4

3.1.2.2.- Ménsulas..... 4

3.1.2.3.- Atirantado y suspensiones 4

3.1.2.4.- Aisladores 5

3.1.2.5.- Protecciones 5

4.- Subestaciones de tracción 6

4.1.- Análisis de las subestaciones existentes y propuesta de subestaciones nuevas . 6

4.1.1.- Electrificación a 3.000 V..... 6

4.1.2.- Propuesta de subestaciones..... 6

4.2.- Descripción de las estaciones transformadoras..... 7

4.2.1.- Descripción General.	7	5.2.3.1.- Detectores de caída de vehículos	22
4.2.2.- Equipo para consumo propio	10	5.2.3.2.- Detectores de cajas calientes.....	22
4.2.3.- Dispositivos de seguridad	10	5.2.3.3.- Detectores de viento	22
4.2.3.1.- Sobretensiones en instalaciones de catenaria	10	5.2.3.4.- Seguridad dentro de túnel	23
4.2.3.2.- Protección del Transformador	10	5.2.4.- Funciones del sistema ERTMS/ETCS	23
4.2.3.3.- Protección de la línea de alimentación.....	11	5.3.- Puesto de mando centralizado	28
4.2.4.- Instalaciones de mando local y automático.....	11	5.3.1.- Configuración	28
4.2.5.- Justificación de la potencia adoptada	11	5.3.2.- Estructura lógica	28
4.2.5.1.- Modo de operación de los transformadores	11	5.3.3.- Funciones realizadas	28
4.2.6.- Descripción de los puestos de seccionamiento y/o acoplamiento	12	5.3.4.- Diagnóstico y ayuda al mantenimiento.....	28
4.2.6.1.- Tipo de puestos de seccionamiento y/o acoplamiento	13	5.4.- Suministro de energía	29
4.2.7.- Instalaciones de mando	13	6.- Telecomunicaciones.....	29
4.2.8.- Acometidas de energía	13	6.1.- Sistema de radio móvil GSM-R	30
5.- Instalaciones de Seguridad	14	6.2.- Telefonía fija.....	31
5.1.- Enclavamientos electrónicos.....	14	7.- Interoperabilidad de las instalaciones.....	32
5.1.1.- Configuración.....	15		
5.1.1.1.- Nivel de entrada-salida.....	15	APÉNDICES:	
5.1.1.2.- Nivel de seguridad	15	APÉNDICE 1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTACIONES	
5.1.1.3.- Nivel de mando	15	EXISTENTE EN LA LÍNEA	
5.2.- Sistema de protección del tren.....	16	APÉNDICE 2.- PLANOS UBICACIONES DE NUEVAS SUBESTACIONES	
5.2.1.- Sistema ERTMS/ETCS de nivel 1.....	17		
5.2.1.1.- Equipamiento fijo para ERTMS/ETCS nivel 1	17		
5.2.2.- Sistema ERTMS/ETCS de nivel 2.....	18		
5.2.2.1.- Equipo fijo para el sistema ERTMS/ETCS de nivel 2	19		
5.2.3.- Puesto Central ERTMS/ETCS	21		

1.- INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto describir el equipamiento necesario para el sistema de electrificación y para las instalaciones ferroviarias de Seguridad, Señalización y Comunicaciones del “Estudio Informativo de la Línea Ferroviaria Valencia-Alicante (Tren de la Costa). Fase II”, para las diferentes alternativas estudiadas en la presente fase a escala 1:5.000, dentro del ámbito de actuación del presente Expediente.

Las alternativas desarrolladas suponen una duplicación del actual corredor Cullera – Gandía, por lo tanto darán servicio a la actual línea de cercanías de Valencia C1, por lo que contará con electrificación a 3 kV c.c.

Por otra parte, para garantizar las máximas condiciones de seguridad y comunicaciones se establecen las instalaciones ferroviarias necesarias. Dicho sistema será el denominado como ERTMS/ETCS Nivel 2, con sistema de refuerzo ERTMS/ETCS Nivel 1, de acuerdo con la E.T.I. Control y Mando y Señalización.

Se ha atendido también a toda la normativa vigente de Adif, así como las recomendaciones que aparecen en las Normas CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica).

2.- SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, los tramos en servicio en el entorno de la futura línea del Tren de la Costa y la electrificación de que disponen son los siguientes:

- Corredor actual Valencia – Gandía.
 - Línea Valencia – La Encina, en el tramo entre Valencia y Silla. Vía doble de ancho convencional dotada de catenaria compensada en vía doble a 3 kV c.c.

- Línea Silla –Gandía, de vía doble hasta Cullera y de vía única entre esta localidad y Gandía. Con catenaria compensada a 3 kV c.c. en vía en vía doble y en vía única, respectivamente.

Las subestaciones de tracción existentes en la línea son las siguientes:

Línea La Encina - Valencia		
Subestación	p.k.	Localización
UPP	112/662	Estación del Nord. Valencia
SILLA	100/334	Estación de Silla

Línea Silla - Gandía		
Subestación	p.k.	Localización
CULLERA	24/745	Estación de Cullera
XERACO	43/614	Estación de Xeraco

Respecto a las instalaciones de seguridad y comunicaciones, el tramo de la línea actualmente en servicio entre Valencia y Gandía tiene las siguientes:

- Corredor actual Valencia – Gandía.
 - Línea Valencia – La Encina, en el tramo entre Valencia y Silla. Vía doble de ancho convencional dotada de bloqueo automático banalizado (BAB) con control de tráfico centralizado (CTC). El tramo cuenta con sistemas de ayuda a la conducción ASFA y ATP y permite las comunicaciones Tren-Tierra a través del canal 66.
 - Línea Silla –Gandía, de vía doble hasta Cullera y de vía única entre esta localidad y Gandía. Cuenta con boqueo automático en vía doble (BAD) entre Silla y Cullera y bloqueo automático en vía única (BAU) desde Cullera a Gandía. Ambos subtramos están dotados del sistema ASFA y permiten las comunicaciones Tren-Tierra a través del canal 66.
 -

3.- ELECTRIFICACIÓN

El objeto del presente Expediente, en donde se duplica la vía actual existente entre Cullera y Gandía, se mantendrá la electrificación a 3 kV c.c. disponiendo la catenaria adecuada para esta tensión, pero con aisladores para 25 kV ante un posible cambio de tensión futuro.

3.1.- Electrificación a 3.000 V c.c.

Dado que el trazado proyectado para el tramo Cullera - Gandía permite velocidad máxima de 120 km/h se dispondrá catenaria homologada por Adif CA-160, igual a la de la línea actual hasta Gandía.

Las características de esta catenaria se describen a continuación.

3.1.1.- Características generales de la catenaria

3.1.1.1.- *Geometría*

La CA-160 se diseña como catenaria simple poligonal y atirantada en todos sus puntos, formada por un sustentador y dos hilos de contacto.

La altura del sistema, es decir, la distancia entre el sustentador y los hilos de contacto en el punto de apoyo, es de 1,40 m siendo variable en seccionamientos y agujas entre 1,80 m y 1,20 m según necesidades.

La altura normal de los hilos de contacto, al plano de rodamiento medio es de 5,30 m pudiendo variar en casos de puntos singulares, como pasos superiores, pasarelas, etc. En caso de ser necesario realizar variaciones de altura en los hilos de contacto, la pendiente máxima será de 0,03 % de la longitud del vano.

Los descentramientos en recta serán de 20 cm en el apoyo. El vano normal y máximo en recta será de 60 m. En curva la longitud del vano estará en función del radio de la misma y su valor será tal que la flecha entre los apoyos en la curva sea inferior a 30 cm. La diferencia de longitud entre dos vanos consecutivos será como máximo de 10 m.

Los hilos de contacto estarán dotados de una flecha del 0,6 por mil de la longitud del vano. Los cantones de compensación máximos son de 1200 m en recta, siendo la longitud de los vanos en curva variable de acuerdo con el radio de la misma, con flecha máxima de 0,30 m.

3.1.1.2.- *Composición*

La catenaria en vías generales de trayecto y estación, así como en escapes, estará formada por un cable sustentador de 153 mm², y dos hilos de contacto de 107 mm². La composición para vías secundarias será de un sustentador de cable de acero de 72 mm² y un hilo de contacto de 107 mm² de cobre..

Las características de los conductores será la siguiente:

Sustentador: Cable de Cu de 153 mm² formado por 37 hilos de 2,3 mm de diámetro.

Hilos de contacto: Formado por dos hilos de contacto Cu de 107 mm².

Péndolas: Tanto para las de vía general como secundaria estarán formadas por una trenza de cable de 25 mm² extraflexible.

Cable de tierra: Será de aluminio-acero LA-110 de 116,2 mm².

Para conductores de anclaje fijo se tendrá en cuenta la altitud, con objeto que en las peores condiciones el coeficiente de seguridad debido al cambio de condiciones climatológicas, no sea menor de 3.

3.1.1.3.- *Pendolado*

La péndola está dimensionada eléctricamente para permitir y soportar tanto las corrientes de servicio como las de cortocircuito entre el sustentador y los hilos de contacto.

Las péndolas al ser conductoras, eliminan la necesidad de poner conexiones equipotenciales entre el sustentador y los hilos de contacto, y por tanto añadir nuevas masas a la catenaria.

El sistema de pendolado, para vía general se realizará con péndolas equipotenciales del tipo Co6 de cable de cobre de 25 mm² y grifas G3USHC, con péndolas independientes para cada hilo. Las péndolas que integran cada pareja están separadas entre sí una distancia de 0,5 m. Para las vías secundarias se montarán péndolas convencionales de varilla de cobre del tipo Co7 / Co8 - 72.

3.1.1.4.- Regulación de la tensión mecánica

La compensación de la tensión mecánica de los conductores se realiza mediante poleas de relación 5:1 que se montan en el mismo eje vertical, en los postes de anclaje de cada cantón de seccionamiento.

La compensación es independiente para el sustentador y los hilos de contacto, dotándose a cada uno de sus correspondientes equipos de contrapesos en función de la tensión mecánica de trabajo. Los tenses de los conductores son:

- Sustentador: 14,25 kN (1.425 Kg)
- Hilos de contacto (por hilo): 10,5 kN (1.050 Kg)

Los seccionamientos se montarán en cuatro vanos, es decir con eje. Estos seccionamientos serán sólo de compensación mecánica en plena vía y con aislamiento de lámina de aire y compensación a la entrada y salida de las estaciones.

3.1.1.5.- Seccionadores y protecciones

Se montará una línea de cable de tierra, para la puesta a tierra de todos los postes y descargadores de antenas, de tal forma que cualquier puesta en tensión de elementos aislados sea descargada a tierra.

Según se ha indicado, el cable de tierra está formado por un conductor de Al-Ac LA-110, realizándose una instalación de puesta a tierra cada Km aproximadamente con una resistencia de difusión menor de 10 ohmios.

Se montarán descargadores de antenas a lo largo de toda la línea, uno en cada seccionamiento, colocándose en las inmediaciones del poste de punto fijo. Todos los elementos de protección, tales como descargadores de antenas, accionamientos de seccionadores, cuadros de mando, estarán puestos a tierra y unidos al propio cable de tierra.

Las vías secundarias se dotarán de aisladores de sección donde sean necesarios. Los seccionamientos de entrada y salida de la estación y los de zona neutra, estarán dotados de los correspondientes seccionadores.

3.1.1.6.- Agujas aéreas

Las agujas aéreas entre catenarias de vías generales se montarán en el punto de aguja 90, y serán de tipo tangencial.

En vías secundarias se montarán en el punto 50 y serán del tipo cruzadas.

3.1.1.7.- Condiciones ambientales de funcionamiento

Las condiciones ambientales exigibles serán las siguientes:

- Velocidad máxima del viento.- 120 Km./h.
- Temperatura ambiental máxima: 45 ° C
- Temperatura mínima ambiental: -15 ° C
- Temperatura máxima en conductores: 80 ° C

3.1.1.8.- Características de funcionamiento de la catenaria

Las características de funcionamiento de la catenaria las podemos dividir en estáticas y dinámicas:

Las características estáticas:

- Altura del hilo de contacto sobre el plano de rodamiento medio: 5,30 m ± 1 cm
- Pendiente máxima: 0,03 % de la longitud de vano.
- Descentramientos: 20 cm
- Rendimiento de la compensación: 95 %
- Altura normal del sistema: 1,40 m ± 1 cm
- Tolerancia del peso del conjunto de contrapeso: 7,5 Kg.

Características dinámicas:

Las características calculadas para este tipo de catenaria teniendo en cuenta sus tensiones mecánicas y masas son las siguientes de acuerdo con las recomendaciones de CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica):

Velocidad de propagación de la onda: 122 m/s (recomendado >110 m/s)

- Factor Doppler a 220 Km/h: 0,332 (recomendado $>0,26$)
- Factor de reflexión: 0,387 (recomendado $< 0,5$)
- Factor de amplificación a 220 Km/h: 1,1 (recomendado $<1,1$)
- Elasticidad:
- En el apoyo (mínima) 1,223 mm/Kg.
- En el centro del vano (máxima): 2,35 mm/Kg.
- Factor de irregularidad $V = 31,5$ % (recomendado $< 38\%$)

3.1.2.- Componentes y equipos de la catenaria CA-160

3.1.2.1.- *Postes*

Los postes serán los normalizados por Adif, y corresponderán al tipo XR para equipos de vía general y tipo Z para pórticos. Todos ellos galvanizados en caliente. En los puntos de gálibo reducido se utilizarán postes tipo HEB.

En los semiejes y para evitar el efecto torsor de la cola de catenaria se montarán postes tipo XR4. La distancia normal de los postes al eje de la vía será de 3 m para el poste tipo XR y 3,25 m para el poste tipo Z.

3.1.2.2.- *Ménsulas*

Se utilizarán los conjuntos Ca 1RT-TG y Ca 10 RT-TG, con rótula tanto en ménsula como en tirante y tensor de regulación de longitud, tipo K3C, o equivalente, en el tirante.

Las rótulas en ménsulas y en tirante llevarán un casquillo autolubricante de Selfoil tipo A20-25-3 y pasador de acero inoxidable, con arandela de bronce y freno impregnados en aceite mineral parafínico de viscosidad ISO 78 + 3% S2 Mo.

Los ejes de giro de ménsula y tirante deberán estar en el mismo eje vertical.

Tanto las rótulas de ménsula como de tirante serán suministradas como conjunto por el mismo fabricante con las tolerancias y características descritas en el Libro Línea Aérea de Contacto tipo ADIF (antigua RENFE).

3.1.2.3.- *Atirantado y suspensiones*

Se utilizarán brazos ligeros de duraluminio B-15 en recta y en curva brazos curvos de tubo F-10.

Los conjuntos a montar serán del tipo Ca7 y Ca-8 para recta y Ca-27 y Ca-28 para curva.

En túnel se emplearán los conjuntos Ca7-T y Ca8-T para recta y Ca27-T y Ca28-T para curva.

En equipos de vía general se montarán conjuntos Ca-2-1 y Ca-4-1 para curva y recta respectivamente. En seccionamientos y agujas se montarán conjuntos Ca-6 RT.

3.1.2.4.- Aisladores

Ante la eventualidad de que la catenaria pueda ser empleada en un futuro para tensión de 25 kV, se utilizarán aisladores aptos para esta tensión. Así pues, los aisladores a emplear serán de porcelana o de vidrio templado.

Se distinguirá entre aisladores de ménsulas, aisladores para soportar feeders y cables y, por último, aisladores de cola de anclaje o intermedios. Todos ellos serán fabricados y ensayados conforme a la normativa EN.

El nivel de aislamiento de los aisladores será de 36 kV, conforme la Norma EN-50124-1.

Los aisladores a utilizar deberán cumplir las E.T. correspondientes y estar homologados por ADIF, tanto el producto como el proveedor.

3.1.2.5.- Protecciones

Además de una línea de tierra que a lo largo de la línea, estará dotada de las siguientes protecciones:

- Descargadores de antenas.

Según ET. 03.264.152.3 de doble aislamiento y montados en cabeza de postes anterior o posterior al punto fijo. Se conectará al sustentador mediante cable de cobre y grifa por deformación de masa.

- Tomas de tierra.

Todos los postes irán unidos por un cable guarda de aluminio-acero (LA 110) de 116,2 mm² de sección con una puesta a tierra cada 3 Km como mínimo, con resistencia a la difusión menor de 10 Ohmios.

Se seguirán las "INSTRUCCIONES PARA LA PUESTA A TIERRA DE LOS POSTES, ACCIONAMIENTOS, CUADRO DE MANDO Y PARARRAYOS, DE LAS INSTALACIONES DE L.A.C. DE ADIF"

- Descargador de intervalo.

En las estructuras metálicas se montarán descargadores de intervalo que cumplan las siguientes características:

- Polarizado
- Tensión de disparo.- 50 v
- Tiempo de respuesta.- 3 s
- Corriente admisible: 750 A permisibles y 1500 A en 0.03 s

4.- SUBESTACIONES DE TRACCIÓN

Tal y como se ha comentado, la línea futura línea duplicada quedará electrificada a 3.000 V, teniendo en cuenta que salvo por las circulaciones de trenes Alvia / Intercity entre Madrid y Gandía, el resto de las circulaciones corresponden a la línea de cercanías C1 electrificada en dicha tensión.

La electrificación a 3.000 V supone una limitación de la velocidad a 200 km/h, que no implica ninguna restricción en este tramo, pues los trazados, únicamente permiten alcanzar los 120 km/h.

4.1.- Análisis de las subestaciones existentes y propuesta de subestaciones nuevas

4.1.1.- Electrificación a 3.000 V

Como punto de partida del análisis de la electrificación, se van a estudiar las subestaciones existentes en la línea actual, comprobando su validez, teniendo en cuenta las siguientes fases.

Las subestaciones de tracción existentes en la línea son las siguientes:

Línea La Encina - Valencia		
Subestación	p.k.	Localización
UPP	112/662	Estación del Nord. Valencia
SILLA	100/334	Estación de Silla

Línea Silla - Gandía		
Subestación	p.k.	Localización
CULLERA	24/745	Estación de Cullera
XERACO	43/614	Estación de Xeraco

En el Apéndice nº1 de este Anejo se han incluido unas fichas con las principales características de dichas subestaciones.

Como se observa en la tabla anterior las subestaciones existentes cumplen el criterio para un sistema de electrificación de 3.000 V de no estar distanciadas más de 25 km.

4.1.2.- Propuesta de subestaciones

Como criterio general de dimensionamiento, ya adelantado en los subapartados anteriores, en un sistema de electrificación a 3.000 V c.c., la separación máxima entre las subestaciones se tomará en el entorno de los 25 km.

Además con el fin de limitar a un mínimo estricto el costo de construcción de esas subestaciones, los principios siguientes se han tenido en cuenta a la hora de seleccionar su localización:

- Al borde de las vías férreas.
- Lejos de los haces importantes de vías y de los túneles.
- Lo más cerca posible de la red viaria existente.
- Minimización posible de expropiaciones.
- Lo más cerca posible de las líneas de A.T. existentes (minimización de la longitud de tendido).

La localización de las subestaciones de tracción junto a las estaciones es coherente con las existentes en la actualidad en la línea en Silla, Cullera y Xeraco.

Es preciso indicar, no obstante, que para la Alternativa 0B que define una variante al trazado actual a su paso por la localidad de Xeraco, dado que esta variante levanta el trazado actual a su paso por la subestación de Xeraco, aunque podrá mantenerse las instalaciones actuales de la subestación de tracción, se deberán ejecutar nuevos feederes de conexión con la nueva variante.

De este modo, la propuesta de ubicación de las nuevas subestaciones será la siguiente:

Subestación	Alternativa	P.K.	Observaciones
Xeraco	0B	18+500	Tan solo sería necesario ejecutar nuevos feederes de conexión desde la actual subestación eléctrica de tracción de Xeraco a la nueva variante.

4.2.- Descripción de las estaciones transformadoras

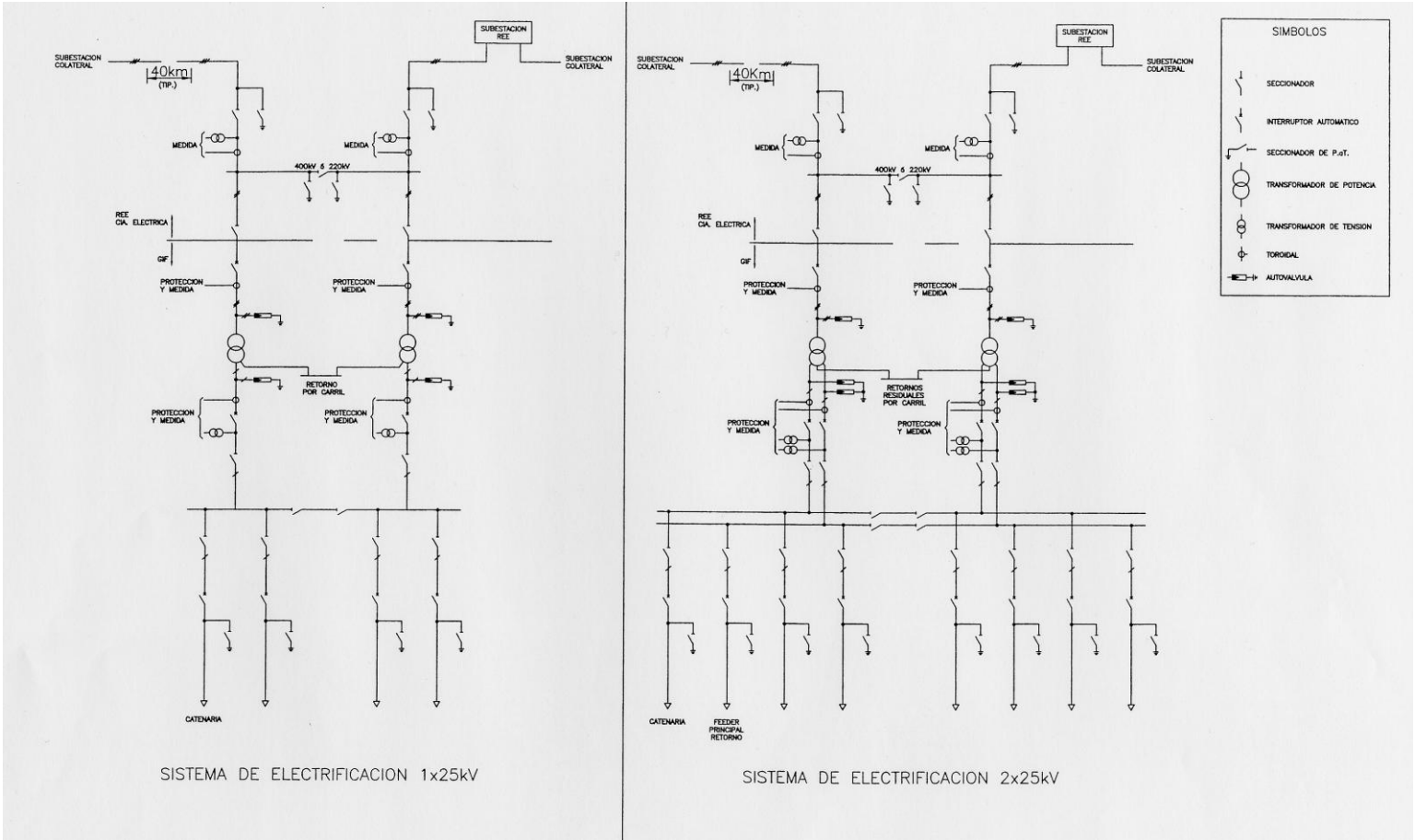
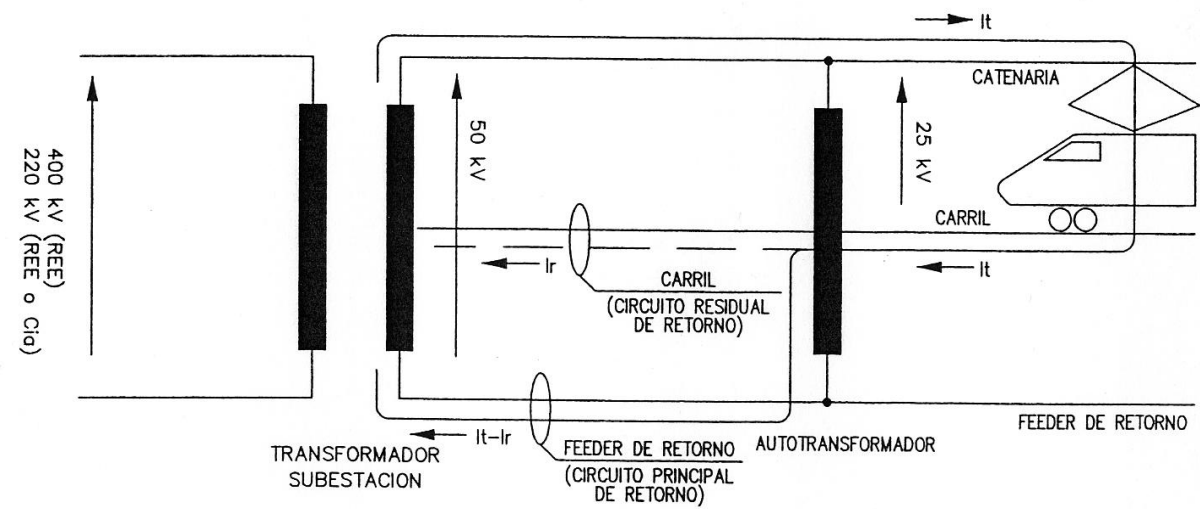
4.2.1.- Descripción General.

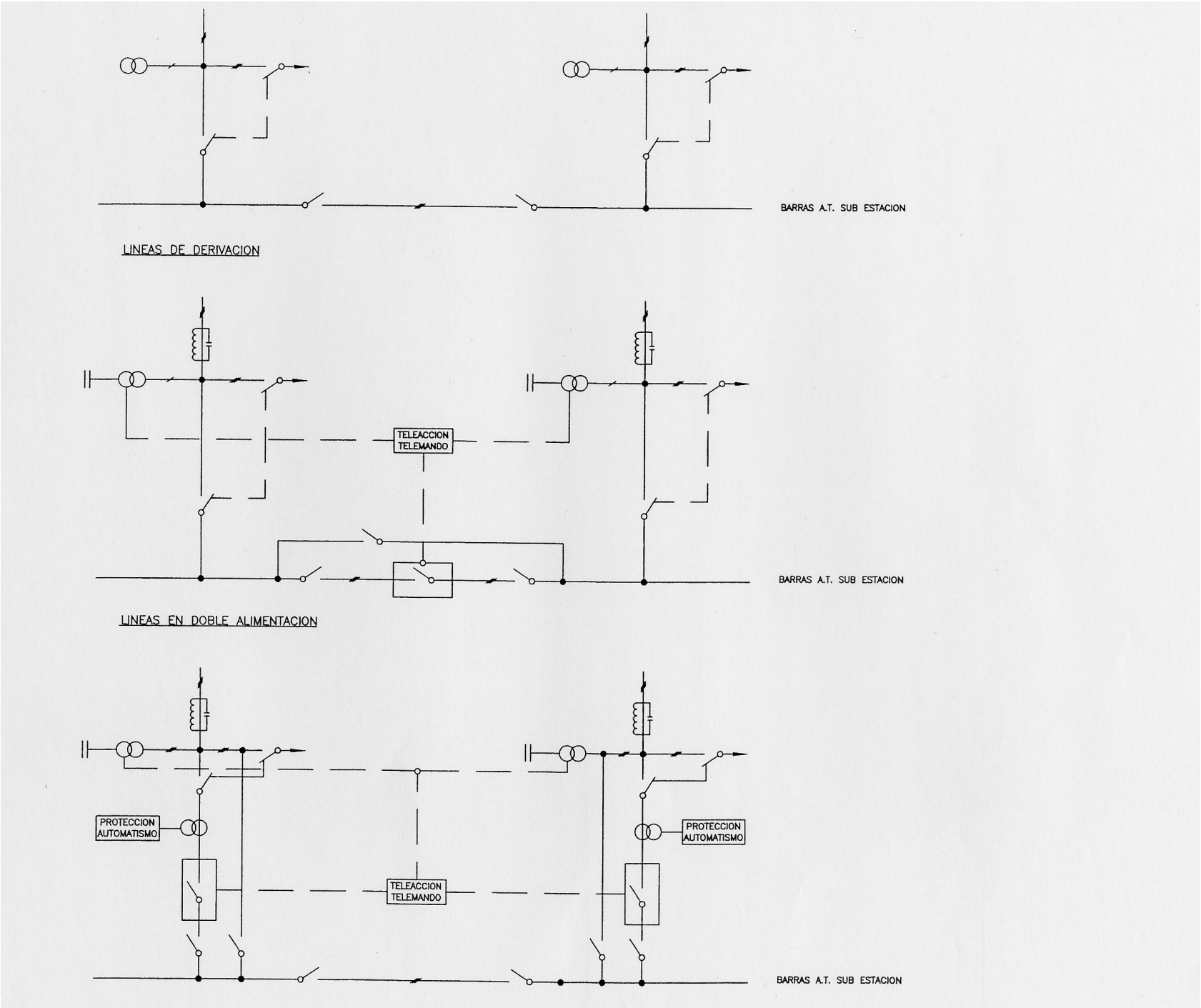
Las subestaciones transformadoras constan esencialmente de un parque intemperie en el que se sitúa todo el aparellaje de la línea de alimentación, transformadores de potencia y aparellaje. Los equipos de protección, medida, control y servicios auxiliares están alojados en un edificio de dimensiones adecuadas situado dentro del propio recinto de la subestación.

Todos los aparatos ligados a la línea de alimentación se diseñan para ser instalados a la intemperie, así como los transformadores con la tensión y potencia requeridos en este proyecto, e igualmente el aparellaje necesario para la instalación de 2 x 25 kV, cuya tensión máxima de servicio es de 50 kV, entre fases (feeder de alimentación y feeder de retorno o negativo).

Para proporcionar equilibrio en el conjunto de la red de alimentación, se divide la línea en tramos parciales, que se corresponden con la situación de las subestaciones de línea de tracción. Cada uno de estos tramos se alimenta con fases eléctricas diferentes a la de los dos contiguos; entonces, se establecen entre cada uno de ellos unas zonas neutras sin tensión para evitar la producción de cortocircuitos al paso del pantógrafo.

A continuación se representa el esquema unifilar de una subestación tipo 1 x 25 kV y 2 x 25 kV, con sus esquemas de protección y regulación de frecuencia.





4.2.2.- Equipo para consumo propio

El equipo para consumo propio de las subestaciones cumple la misión de suministrar la energía auxiliar correspondiente a las instalaciones auxiliares, instalaciones de seguridad y de medida, así como todas las funciones de mando. Allí se alimentan con tensión de red “normal” (220 V).

Por el contrario, todas las instalaciones importantes en cuanto a la seguridad (técnicas de seguridad, mandos) deben alimentarse con energía “asegurada” (tensión continua de 60V).

La alimentación con tensión de red normal (220 V) se realiza mediante un transformador en seco instalado en la sección de 25 kV, con una potencia aproximada de 20 kV A.

La energía asegurada se genera mediante rectificadores y baterías. Para el funcionamiento seguro y fiable de una subestación tiene gran importancia la disponibilidad de tensión auxiliar y de mando. Es por ello por lo que para aumentar la disponibilidad de los aparatos rectificadores deben existir por duplicado.

Caso de fallar la tensión normal de red, la batería de 60 V está en condiciones de mantener las funciones más importantes de mando y control durante 6 u 8 horas.

4.2.3.- Dispositivos de seguridad

Los dispositivos de seguridad tienen como misión proteger todas las partes eléctricas de la instalación. Mediante la desconexión rápida del suministro de energía al lugar del fallo se protegen de daños las partes de la instalación afectadas. Esto se logra mediante la interacción de los dispositivos de medida, relés de protección y disyuntores.

En particular, para el diseño de la red de tierras de la subestación debe tenerse en cuenta la transmisividad del terreno sobre el que está ubicada.

4.2.3.1.- *Sobretensiones en instalaciones de catenaria*

En cada derivación de la catenaria, en una subestación, se mide el flujo de corriente mediante un aparato de medida. Si se produce un fallo repentino con alto flujo de corriente en la sección de la catenaria, el dispositivo de seguridad lo identifica y lo transforma en una orden de desconexión para el disyuntor. Todo el mecanismo de medida trabaja sin retardo para proteger de la forma más óptima posible a toda la instalación de la catenaria.

El sistema de protección debe tener en cuenta si la corriente de defecto llega al punto de fallo a través de la atenuación eléctrica del conductor; entonces se da una orden de desconexión al disyuntor una vez transcurrido un tiempo de demora. Se evitan así órdenes de desconexión injustificadas.

4.2.3.2.- *Protección del Transformador*

Su protección está claramente justificada para su alto valor (alrededor del 40% del coste de la subestación).

Cada transformador tiene un relé “Bucholz”. Este dispositivo cubre todos los fallos que tengan efectos inmediatos en el comportamiento del aceite aislante dentro del transformador.

Otro nivel de protección se realiza con termómetros, que en un primer límite de temperatura alta da la alarma, y en otra posterior da la orden de apertura al interruptor.

Con un dispositivo de medida conectado con la carcasa del trafo y tierra se supervisa otra posible fuente de fallos.

Todos los fallos identificados provocan una orden de desconexión para todos los disyuntores conductores de energía.

4.2.3.3.- Protección de la línea de alimentación

El dispositivo de protección de la línea de alimentación dependerá de las condiciones de la compañía de suministro eléctrico.

4.2.4.- Instalaciones de mando local y automático

Las subestaciones estarán desocupadas en condiciones normales de servicio. Un centro de control las supervisa y acciona mediante el telemando de energía cuando es necesario. Por lo tanto, el mando local sólo es necesario cuando se interrumpe el enlace por telemando, y en el caso de operaciones de mando durante el mantenimiento de la subestación.

En el armario de mando local se encuentran una serie de automáticos que cumplen las siguientes funciones:

- Automático de prueba de la catenaria.
- Automático de la corriente de retorno.
- Enclavamientos.

4.2.5.- Justificación de la potencia adoptada

Para una correcta valoración de las subestaciones transformadoras es necesario el predimensionamiento de la potencia de sus transformadores, debido fundamentalmente a dos razones:

- El conjunto de los transformadores dentro de la subestación supone un 40% del valor de la misma.
- El coste de un transformador es directamente proporcional a su potencia.

Para la obtención de la potencia se calculará la intensidad media demandada en la catenaria durante 15 minutos, de acuerdo con la frecuencia de circulación de trenes y un modo de operación de los transformadores y explotación de la línea.

La intensidad calculada resultará de la combinación adecuada de las intensidades de ambos sentidos de circulación.

La potencia se calcula finalmente en MVA, a partir de la conocida ecuación de la electrotecnia:

$$P = (L \times P \times Cu \times n^{\circ} \text{ trenes}) / (\eta \times \cos \varphi)$$

Donde:

L: Longitud del tramo alimentado por la subestación.

P: Peso total de la composición.

Cu: Consumo mecánico unitario de la composición (w/t x km).

Nº trenes: Número de trenes en el tramo en una hora.

Cos φ : Factor de potencia. Se adopta 0,85 como valor medio.

η : Rendimiento eléctrico. Se considera un valor medio de 0,85.

En el caso de sistema de electrificación 1 x 25 kV, la potencia de un transformador, normalmente en servicio es de $P_1 = 16,0$ Mw, para consumos debidos a tracción con dos transformadores por subestación de 20 MVA.

En el caso de sistema de electrificación 2 x 25 kV, la potencia de un transformador, normalmente en servicio es de $P_2 = 32,0$ Mw debido a tracción. Se propone la introducción de dos transformadores de 40 MVA, que proporcionarán potencia para tracción y consumos auxiliares.

4.2.5.1.- Modo de operación de los transformadores

Es práctica habitual disponer de, al menos, dos transformadores iguales en cada subestación, y en general iguales en toda la línea, por razones de suministro, mantenimiento, almacén de recambios, etc.

Como se ha descrito en este Anejo es necesaria la disposición de zonas neutras de separación de fases, para evitar que el pantógrafo cortocircuite dos catenarias alimentadas con distinta fase en la línea de alta.

Además, no es deseable que los transformadores de una misma subestación trabajen en paralelo por lo que, caso de trabajar simultáneamente su zona de trabajo estará separada por los seccionamientos necesarios.

Hay dos formas de operación:

- Los dos transformadores de cada subestación trabajan simultáneamente.
- En el segundo caso, trabaja un transformador en cada subestación, estando el segundo de reserva o en espera.

Esta segunda opción es la adoptada habitualmente.

En el caso de que una subestación quede fuera de servicio, entran en funcionamiento todos los transformadores de las subestaciones colaterales.

4.2.6.- Descripción de los puestos de seccionamiento y/o acoplamiento

El sistema de alimentación a catenaria de 2 x 25 kV precisa la instalación de autotransformadores a lo largo del trazado y alimentados desde el feeder negativo y la catenaria. Asimismo, por necesidades de mantenimiento, protección y seccionamiento, se instalarán distintos puestos de seccionamiento y acoplamiento, cuyos tipos más representativos se describen más adelante. Dichos puestos de autotransformación, están espaciados aproximadamente 10-15 km.

Todos estos equipos de transformación y maniobra están instalados a la intemperie, bien en espacios cercados cercanos a las vías, o bien sobre pórticos elevados cuando el número de equipos es reducido. Como norma general los

autotransformadores a instalar se incorporan a los puestos de seccionamiento adecuados a fin de reducir el número de éstos.

Todos los puestos donde se instalan autotransformadores, dispondrán de un pequeño edificio para contener los equipos de mando y control.

Ya se ha señalado que los puntos de separación de fases se encuentran situados en el centro entre dos subestaciones. El punto de separación de fases asegura que no se conecten juntas las distintas diferencias de fases de subestaciones adyacentes, incluso al paso de un tren.

Los puntos de acoplamiento deben estar situados en los mismos puntos de separación de fases. En caso de necesidad, pueden establecer el acoplamiento longitudinal entre subestaciones, es decir, puentear el punto de separación de fases. Esto es necesario cuando hay que poner una subestación fuera de servicio, por motivos de avería o trabajos de mantenimiento de una cierta importancia. En este caso el punto de separación de fases se sitúa cerca de la subestación afectada. Los puntos de separación de adyacentes se puentean o se acoplan longitudinalmente mediante los puestos de acoplamiento.

Se entiende que el puesto de acoplamiento se encuentra desconectado en servicio normal. La dotación técnica del puesto de acoplamiento tiene en cuenta que sólo es necesario para una avería mayor en subestación, o para un mantenimiento extenso. En este caso, los puestos de acoplamiento asumen la función de asegurar técnicamente el tramo comprendido entre tres subestaciones.

El puesto de acoplamiento está fuera de servicio en condiciones normales, y normalmente no se sabe cuándo se va a producir un estado de desconexión anormal, por lo que el puesto debe estar siempre preparado para entrar en servicio.

4.2.6.1.- Tipo de puestos de seccionamiento y/o acoplamiento

Los puestos tipo a utilizar serán los siguientes:

- Puesto de seccionamiento y acoplamiento con dos autotransformadores.
- Puesto de acoplamiento con dos autotransformadores.
- Puesto de acoplamiento con un autotransformador.
- Puesto de seccionamiento con puenteo con seccionadores.
- Puesto de seccionamiento con puenteo con interruptores.

4.2.7.- Instalaciones de mando

Los puestos de acoplamiento están desocupados en condiciones normales de servicio, y se supervisan desde el Puesto de Mando. Dado que el puesto no cumple función de alimentación o de protección técnica, las funciones de mando locales son sencillas.

4.2.8.- Acometidas de energía

Para poder alimentar a las subestaciones de tracción ferroviaria situadas a lo largo del trazado es necesario realizar acometidas de energía de la red eléctrica nacional.

En las mencionadas subestaciones se realizará la transformación de tensión de la línea de suministro a la necesaria para la catenaria, es decir a 25 kV ó 50 kV, según el sistema adoptado/50 Hz).

En principio, las acometidas pueden ser de tres tipos (ver esquemas adjuntos más arriba):

- Posicionamiento de salida en una línea existente, lo que en términos eléctricos se denomina una “antena”.

- Línea en derivación.
- Líneas en doble alimentación.

Siempre que sea posible se debe recurrir al primer tipo, por muchas razones:

- Económicas
- Impacto sobre el territorio
- Expropiaciones

En lo que respecta al impacto ambiental, la construcción de estas líneas de alimentación puede producir alteraciones sobre la fauna, la vegetación o el paisaje, tratándose de impactos reversibles, cuando se elimine la instalación.

Para poder optar por ellas, es necesaria la existencia de líneas eléctricas, que deberán tener la potencia necesaria para, además de seguir prestando su servicio habitual, alimentar las subestaciones.

La introducción de los nuevos posicionamientos debe mantener las líneas de transporte de la red equilibradas (+2% en cortos periodos de tiempo, y +1,5% de forma continuada).

Dada la escala del Proyecto, la realización de los estudios de los desequilibrios inducidos no tiene mayor sentido. Para ello, es necesario modelizar la red eléctrica afectada y calcular y analizar las tensiones de cada una de las fases, los transitorios electromagnéticos, y el flujo de potencias resultante. A la vista de los resultados y desviaciones obtenidas se podrán conocer los desequilibrios generados.

5.- INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Los estrictos sistemas de seguridad y protección exigidos al transporte ferroviario se ven incrementados en el caso de la alta velocidad, debido a que los tiempos de reacción de los equipos y del personal humano implican mayores distancias recorridas, lo que influye, por ejemplo, en las longitudes de frenado o en la apreciación de la señalización lateral.

Por ello este tipo de circulaciones necesita un sistema de señalización que integre los enclavamientos de la línea junto con el sistema de ayuda a la conducción (conducción automática).

Los enclavamientos controlan la realización en condiciones seguras de los itinerarios marcados en los distintos puestos de explotación. Son la única parte del sistema que necesita señalización lateral.

Las funciones de bloqueo se incorporan en el sistema de ayuda a la conducción, así como la banalización de la línea (Sistema B.A.B. de Bloqueo Automático Banalizado).

El conjunto de enclavamientos y bloqueos controla el tráfico de la línea. Todo el sistema está gobernado por un Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.).

La instalación contará con un sistema de protección automática del tren (Automatic Train Protection, A.T.P.) que regulará el proceso de frenado de forma que los trenes no rebasen las velocidades permitidas en cada punto del recorrido.

En los apartados siguientes se desarrollan todos los sistemas mencionados anteriormente.

5.1.- Enclavamientos electrónicos

La instalación de los enclavamientos incluye los siguientes dispositivos:

- Detectores de presencia del tren.

- Señalización.
- Elementos para el control supervisión de los motores de los accionamientos de desvíos.
- Equipos de suministro de energía.
- Red de cables.
- Casetas de señalización.
- Equipos interiores propios de los enclavamientos.
- Equipos de comunicaciones.

La tecnología de los enclavamientos a instalar en el tramo objeto del presente Estudio Informativo será electrónica, limitando el uso de relés a aquellos casos en que sean necesarios para el mando y control de elementos específicos.

Los enclavamientos electrónicos deberán estar diseñados con los siguientes criterios:

- Máximo nivel de seguridad. Criterio de fallo seguro (fail safe), que en caso de fallo coloque al sistema en la situación más segura.
- Alta disponibilidad mediante el uso de arquitecturas redundantes.
- Modularidad, que permita una fácil ampliación, tanto funcional como geográfica.
- Conexiones entre módulos separados geográficamente a través de interfaces serie redundantes.
- Funcionamiento en modo local o telemandado, pudiéndose realizar el telemando desde varios puestos remotos.

- Sistema de ayuda al mantenimiento, que facilite la diagnosis y localización de averías y el mantenimiento.
- Fácil adaptabilidad a los futuros avances tecnológicos que favorezcan la rentabilidad del sistema.
- Interfaces adaptados a estándares internacionales que permitan la conexión con equipos comerciales para el intercambio de información no vital.

5.1.1.- Configuración

La configuración de los enclavamientos estará determinada fundamentalmente por los factores que afectan a la flexibilidad de la explotación, la disponibilidad de la instalación y el mantenimiento de ésta. Se podrán establecer configuraciones diferentes en función de la zona de control del enclavamiento y de la ubicación del mismo a lo largo de la línea en estaciones, apartaderos o puestos de banalización. La zona de control de cada enclavamiento electrónico dependerá de la capacidad de control del mismo y determinará a su vez el número de enclavamientos a equipar.

Si la zona de control del enclavamiento es pequeña (por ejemplo: un puesto de banalización y parte de los bloqueos con los enclavamientos colaterales), el número de enclavamientos a instalar será superior que si se eligen zonas de control mayores (por ejemplo: un enclavamiento que controla varios puestos de banalización y apartaderos). Ahora bien, las incidencias que se produzcan tienen una repercusión distinta en cada caso, especialmente en aquellos casos en que el enclavamiento completo queda fuera de servicio.

Dada la necesaria automatización del sistema, los enclavamientos locales carecerán de personal y se operarán a distancia desde el Puesto Central de Mando. No obstante, serán susceptibles de operación local cuando las necesidades de explotación así lo requieran.

Dependiendo de la tecnología por la que finalmente se opte, podrán establecerse puestos centrales de mando a lo largo del trazado que gobiernen enclavamientos que se encuentren dentro de una cierta distancia.

En los apartados siguientes se describen los distintos niveles que conforman un enclavamiento.

5.1.1.1.- *Nivel de entrada-salida*

Este nivel contiene las interfases hombre/máquina del sistema, como son:

- Los equipos de mando e indicación en cada uno de los puestos fijos.
- Módulo de operación e indicación.
- Módulos de control de monitores.
- Interfase con elementos exteriores.

5.1.1.2.- *Nivel de seguridad*

Aquí se establecen las funciones principales del enclavamiento, comprobándose y estableciendo itinerarios, y enclavando o desenclavando los elementos exteriores.

Este nivel está interrelacionado con los equipos de mando e indicación y a su vez con el sistema de conducción automática.

5.1.1.3.- *Nivel de mando*

Está constituido por los elementos que físicamente controlan el enclavamiento transmitiendo su estado al módulo de seguridad.

Precisa una alimentación de energía separada, al menos para los equipos actuadores exteriores: agujas, circuitos de vía y focos.

La comunicación entre el módulo de seguridad y los elementos de mando se realiza mediante canales de comunicación seguros.

5.2.- Sistema de protección del tren

Los sistemas de protección del tren incluyen todo el equipamiento necesario para proporcionar un sistema ERTMS nivel 2 (*European Rail Traffic Management System*), un sistema de respaldo ERTMS nivel 1 y un equipamiento ASFA (Aviso de Señales y Frenado Automático) para funcionamiento degradado o para trenes no equipados con ERTMS.

El nivel 1 del ERTMS emplea sólo Eurobaliza y Euroloop. Los trenes son detectados por circuitos de vía. Para esta línea se usarán circuitos de vía sin juntas, que deben ser compatibles con la electrificación con corriente alterna. La información del estado de las señales es transmitida de forma puntual a los trenes a través de las Eurobalizas. Utilizando el Euroloop o la radio infill, es posible adelantar posibles cambios en el aspecto de la señal para evitar la entrada de la curva de frenado cuando la señal cambia a un aspecto permisivo.

El nivel 2 emplea como sistema de transmisión principal el sistema GSM-R (ver apartado correspondiente) y Eurobalizas. La detección del tren sigue recayendo en circuitos de vía, por lo que el cantonamiento es fijo. La Eurobaliza sólo transmite información pasiva (punto kilométrico, gradiente de vía, etc.), siendo la información de seguridad, relativa al cantonamiento, transmitida a través de la red GSM-R.

El suministro para la instalación del sistema de protección del tren incluye los RBC's (Radio Block Centers) y su puesto central, balizas fijas y conmutables, codificadores, unidades de línea, interfases con los enclavamientos, interfases con equipos de supervisión, equipos a bordo de los trenes con sus elementos asociados y todos los elementos necesarios para obtener una instalación completa y totalmente operativa.

La línea se equipará para proporcionar un ERTMS nivel 2 como sistema de operación principal. El sistema se basará en la información que proporciona el enclavamiento para la detección de presencia de tren en las secciones de vía, utilizando la red de radio móvil GSM-R para el intercambio de mensajes entre los centros de radio bloqueo y el tren, y Eurobalizas fijas para que el tren actualice su información de posición.

Adicionalmente, la línea dispondrá del equipamiento necesario para proporcionar un segundo modo de operación ERTMS nivel 1 (modo de respaldo), que permitirá mantener la supervisión de los trenes ante fallos de la radio (infraestructura de tierra o equipos de a bordo), así como la circulación de trenes solamente equipados con ERTMS nivel 1.

Las prestaciones en cuanto a velocidad máxima de circulación e intervalo entre trenes que se exigen en cada uno de los niveles, se recogen en la tabla siguiente:

	VELOCIDAD MÁXIMA	INTERVALO ENTRE TRENES
ERTMS nivel 2	350 km./h	2 min. 30 s.
ERTMS nivel 1	300 km/h	5 min. 30 s.

Además de los sistemas ERTMS nivel 2 y nivel 1, se instalará el sistema ASFA para asistencia a la conducción de los trenes no equipados con sistema ERTMS. Este sistema ASFA permitirá la circulación a velocidades hasta 220 km/h.

Los trenes que circulen bajo el sistema ERTMS, recibirán autorizaciones de movimiento lo suficientemente amplias y renovadas con suficiente antelación, para que puedan mantener su velocidad máxima en todo momento, sin llegar a entrar en curva de frenado.

El sistema permitirá que circulen los trenes bajo diferentes niveles de supervisión sin más restricciones que las necesarias para garantizar la protección de los mismos.

El sistema ERTMS, en sus dos niveles de operación, recibirá la información necesaria para realizar su función directamente de los enclavamientos, a través de canales independientes de los que se usen para el control de las señales luminosas. En cambio, el sistema ASFA tomará la información necesaria de dichas señales.

El equipamiento fijo para el ERTMS nivel 1 se compondrá básicamente de:

- Eurobalizas y dispositivos infill.
- Codificadores.

El equipamiento fijo para el nivel de operación 2 de ERTMS se compondrá fundamentalmente de:

- Eurobalizas fijas.
- Centros de bloqueo por radio (RBC's)
- Centro de conmutación de móviles (MSC).

5.2.1.- Sistema ERTMS/ETCS de nivel 1

Mientras el tren esté bajo supervisión total del ERTMS/ETCS, la señalización en cabina proporcionada por éste prevalecerá sobre la señalización lateral luminosa.

Las autorizaciones de movimiento serán enviadas al tren a través de eurobalizas conmutables. Los datos de la vía podrán ser enviados por eurobalizas conmutables o fijas. Ambos tipos de eurobalizas se utilizarán para relocalizar al tren y calibrar su sistema de odometría. La información transmitida por las eurobalizas conmutables será coherente con la enviada por el RBC garantizando una transición no traumática entre niveles.

El cantonamiento en este nivel corresponderá a la sección de vía entre señales de entrada, salida e intermedias de bloqueo. La autorización de movimiento

abará el número mínimo de cantones para que el tren pueda circular a la velocidad máxima sin alcanzar la curva de frenado, renovándose con la suficiente antelación siempre que las condiciones lo permitan. Cuando sólo esté disponible el cantón por delante del tren, la autorización de movimiento llegará hasta la próxima señal y el tren deberá frenar al aproximarse a la misma; la autorización se renovará al pasar por los puntos de "infill" de la avanzada y de la señal principal.

Se situarán eurobalizas conmutables al final de cada cantón (a pie de las señales de entrada, salida e intermedias del bloqueo). Se incluirán balizas "infill" que adelanten la información de señalización de final de cantón en todos los cantones de entrada y bloqueo y en vías donde se efectúen paradas comerciales.

Las entradas al nivel 1 de aplicación del ERTMS/ETCS se podrán realizar, al menos, en todas las estaciones, apartaderos, y en los puntos de conexión con otras líneas no equipadas con ERTMS.

5.2.1.1.- *Equipamiento fijo para ERTMS/ETCS nivel 1*

El equipamiento fijo para el nivel de operación 1 de ERTMS/ETCS se compondrá como se ha dicho básicamente de:

- Eurobalizas y dispositivos Infill

Se equiparán en la vía las eurobalizas fijas y conmutables necesarias para obtener la funcionalidad y prestaciones requeridas en los niveles de operación 1 y 2.

Las eurobalizas fijas se utilizan básicamente para transmitir información de reposicionamiento al tren. La separación entre dos eurobalizas fijas se determinará en base a las prestaciones de odometría definidas en el documento. En la planificación de esta instalación se tendrán en cuenta también las implicaciones que puedan derivarse de los fallos en la lectura de estos dispositivos.

Se equiparán grupos de eurobalizas a pie de señal con el número necesario en cada caso para poder transmitir la información fija y variable requerida en: señales de entrada, salida, señales intermedias en estaciones y apartaderos.

Otra aplicación de las eurobalizas conmutables es la transmisión al tren de información asociada a detectores en la vía.

Las eurobalizas se utilizarán para transmitir al tren la información necesaria en la infraestructura: perfiles de velocidad, gradientes, zonas neutras, túneles, etc., así como para controlar las transiciones entre niveles ERTMS/ETCS y entre la línea y otras líneas equipadas con sistemas nacionales y viceversa.

Las eurobalizas, tanto fijas como conmutables, estarán enlazadas de forma que el tren pueda detectar la falta de alguna de ellas y reaccionar de acuerdo a lo planificado. En el caso de eurobalizas situadas delante de desvíos, en enlace se establecerá en función del itinerario establecido.

- Codificadores

Las eurobalizas conmutables y los dispositivos de infill, serán controlados por los codificadores en base a la información que reciban del enclavamiento y de otros dispositivos tales como, detectores de desprendimientos y caída de objetos a la vía, detectores de viento lateral o presencia de personal de mantenimiento en vía.

Los codificadores recogerán la información de señalización directamente del enclavamiento y no de las señales laterales, a fin de evitar que la avería de una señal pueda afectar a las circulaciones en este nivel.

5.2.2.- Sistema ERTMS/ETCS de nivel 2

En tanto que el tren esté bajo el control total del sistema ERTMS/ETCS, la señalización en cabina abastecida por este sistema prevalecerá sobre la señalización lateral luminosa.

La comunicación entre el tren y la vía se hará gracias al sistema de radio móvil GSM-R.

Toda la información estará centralizada en los RBC (Centros de bloqueo por radio). El RBC terminará la localización del tren a partir de la posición relativa transmitida, de la ocupación de las secciones de vía y la ruta afectada.

Las autorizaciones de movimiento estarán limitadas al final de la sección, estando prevista una distancia de deslizamiento. Para lograr una flexibilidad óptima de la explotación de la línea, sin límite en las prestaciones, la autorización de movimiento con vía libre e itinerario preestablecido será la más limitada posible (en distancia), de manera que el tren pueda conservar la velocidad máxima autorizada –sin alcanzar la curva de frenado- antes de que la autorización sea renovada.

Las entradas al nivel 2 de aplicación del sistema ERTMS/ETCS podrán hacerse al menos en todos los puestos así como en los puntos de conexión con otras líneas no equipadas con el sistema ERTMS.

Los RBC recibirán los datos relativos a las condiciones de la línea directamente de los puestos locales – incluidas las informaciones obtenidas de los detectores de caída de vehículos, de los detectores de viento, de los DCC así como de los detectores propios a la seguridad del túnel (detectores de humo, de incendio – puntuales y/o lineales – detectores de presencia, etc.) o de la presencia del personal de mantenimiento sobre la vía.

5.2.2.1.- *Equipo fijo para el sistema ERTMS/ETCS de nivel 2*

El equipo fijo para el nivel 2 del funcionamiento del sistema ERTMS/ETCS estará compuesto como se ha dicho principalmente de:

- Eurobalizas fijas

Las Eurobalizas serán esencialmente utilizadas como puntos de referencia de la posición del tren; permitirán calibrar el sistema de odometría.

- Centros de bloqueo por radio (RBC)

Los RBC se encargan principalmente de administrar con toda seguridad la separación entre los trenes al nivel de funcionamiento 2 del sistema ERTMS/ETCS. Para ello están en permanente comunicación con los otros sistemas externos y con los trenes bajo su control.

Cada RBC estará equipado de un puesto de operación local desde el cual se podrán enviar las órdenes y peticiones al RBC, y visualizar todas las informaciones importantes. Este terminal se compondrá de un monitor, un teclado y de una impresora para la edición del registro de órdenes e incidencias. Las características de funcionamiento serán similares al mando local del PLEE, salvo que la representación de las vías no es necesaria.

Se establecerá una comunicación entre los RBC y el puesto central de ERTMS/ETCS a través de canales redundantes. Las órdenes podrán igualmente ser enviadas a los RBC desde ese puesto central.

El RBC almacenará todas las informaciones relativas a los trenes necesarias para su supervisión y su control. Estos datos se transmitirán en tiempo real al puesto central de ERTMS/ETCS a través de canales de comunicación con los RBC.

Los datos intercambiados entre el RBC y los trenes bajo supervisión con respecto a las autorizaciones de movimiento, la posición y la velocidad de cada tren, las incidencias así como, de una manera general, todas las informaciones importantes para la circulación, se transmitirán al puesto central de ERTMS/ETCS.

Los RBC se conectarán a los PLEE de la línea a través de interfaces y de canales de comunicación redundantes permitiendo un intercambio de información seguro en tiempo real. Esta comunicación permitirá al RBC disponer de informaciones precisas sobre el estado de los elementos del PLEE y sobre los itinerarios asignados a los trenes.

El establecimiento de itinerarios de trenes se podrá desencadenar tras la demanda del RBC en función de su posición y su velocidad, y de las peticiones de prolongación de las autorizaciones de movimiento recibidas. La gestión de estas peticiones se podrá hacer localmente, la petición podrá dirigirse directamente al PLEE, o ser dirigida al puesto central de ERTMS/ETCS; en este caso el itinerario se establecerá por medio del C.R.C.

La anulación de itinerarios establecidos y asignados al RBC necesitará un proceso de diálogo entre éste y el PLEE; el RBC sólo autorizará la anulación del itinerario después de que el tren afectado confirme la revocación de dicha orden.

El RBC recibirá de los PLEE datos importantes para el control y la protección del tren y de otras aplicaciones, entre otras:

- Los elementos de supervisión a lo largo de toda la línea: detectores de caída de vehículos sobre la vía, detectores de viento, DCC.
- Los detectores propios de la seguridad del túnel (detectores de humo, de incendio-puntuales y/o lineales-detectores de presencia, etc.).

- Dispositivos de protección de personas trabajando sobre la vía.

De una manera general, la reacción ante estos eventos será la puesta en marcha de limitaciones temporales de velocidad, el desencadenamiento de paradas o el envío a los trenes de mensaje de urgencia.

El operador podrá producir de manera simple las limitaciones temporales de velocidad como consecuencia de trabajos sobre la vía o de incidencias, etc., y retirarlas cuando la situación se haya normalizado.

Los RBC dialogarán entre ellos para permitir conservar la fluidez del control de tráfico en el momento donde los trenes pasan de una zona controlada por un RBC a una zona controlada por otro RBC. Este procedimiento deberá ser enteramente transparente para el tren, y la transmisión no deberá provocar ninguna limitación de las prestaciones.

Cada RBC estará equipado de un registrador asociado, donde serán conservados todos los elementos importantes relativos a la seguridad y al control del tráfico: actualización de las características de los trenes, modificación del nivel de prestaciones, gestión de los itinerarios, autorización de movimiento, establecimiento de las limitaciones temporales, condiciones especiales de la vía, diálogos con los PLEE, diálogo con los otros RBC, etc. Los datos serán acompañados de la identificación del tren, de la fecha y de la hora. El registro podrá ser consultado desde el puesto central de ERTMS/ETCS y desde las terminales de ayuda al mantenimiento.

El RBC suministrará las informaciones de diagnóstico que permitirán facilitar y acelerar la localización de averías y labores de mantenimiento. Estas informaciones comprenderán, entre otros:

- El registro de errores.

- Los estados característicos.

- Las averías y anomalías de funcionamiento.

- Los defectos de comunicación con los trenes.

- Los defectos en las interfaces con los sistemas externos.

- Los resultados de las rutinas de ensayos realizadas por el personal de mantenimiento.

Y todos los demás registros importantes para el diagnóstico de averías y el mantenimiento del RBC. Para cada evento, precisarán la fecha y la hora.

Estos datos estarán integrados en el sistema de ayuda al mantenimiento de los PLEE y estarán disponibles en los terminales de los centros de mantenimiento de la línea.

El RBC almacenará todas las informaciones necesarias sobre los eventos ocurridos, de manera que permita reconstruir las secuencias del tráfico desde al menos una semana.

Un sistema de gestión de claves criptográficas garantizará el intercambio seguro de datos entre los RBC y los equipos de ERTMS/ETCS embarcados a bordo de los trenes.

El RBC estará equipado de un reloj local permitiéndole asignar una fecha y una hora a todos los eventos importantes destinados a estar registrados y conservados. Se pondrán en marcha todos los mecanismos para sincronizar el reloj local con el del puesto central de ERTMS/ETCS, gracias a la comunicación existente entre los dos.

Esta sincronización permitirá a todos los RBC de la línea, y por lo tanto a todos los trenes controlados por ellos tener la misma fecha y hora.

5.2.3.- Puesto Central ERTMS/ETCS

Un puesto central de ERTMS/ETCS se instalará en el Centro Regional de Control (C.R.C.). Las funciones principales asumidas por este puesto de operación serán las siguientes:

- Mando a distancia de los RBC. Dispondrá de las mismas funciones de los puestos de operación locales de los RBC. Se establecerá un procedimiento de transferencia de órdenes entre el puesto central ERTMS/ETCS y los puestos locales de los RBC.
- Recepción en tiempo real de informaciones importantes para la circulación y que transitan por los RBC: las autorizaciones de movimiento de trenes, perfil de velocidad y estado de la vía, posición y velocidad de cada tren, incidencias, características de los trenes, reducción de las prestaciones del tren, etc. Estos datos estarán disponibles por los otros sistemas externos del C.R.C. gracias a una base de datos en tiempo real que se incluirá en el puesto central de ERTMS/ETCS; esta base de datos será accesible para otros sistemas externos gracias a los interfaces normalizados.
- Recepción en tiempo real de las solicitudes de establecimiento automático de itinerarios para los trenes, desde los RBC y la transmisión de estos itinerarios al C.R.C. El RBC recibe la confirmación del establecimiento del itinerario directamente del PLEE.
- El envío de las órdenes y datos del usuario a los trenes en tiempo real a través del canal de comunicación establecido entre los trenes y los RBC, esencialmente para el buen funcionamiento del sistema ATO (órdenes de conducción, paradas comerciales, etc.). El nivel de prioridad de estas informaciones será inferior al de control y al de protección del tren.

- Recepción en tiempo real de información de los equipos ATO y otros sistemas embarcados por medio del canal de comunicación establecido entre los trenes y los RBC, disponible para el sistema de regulación y de control o por otras aplicaciones externas a través de la base de datos en tiempo real citada más arriba. El nivel de prioridad de las informaciones será inferior al del control y protección del tren.
- Recepción de la solicitud del operador de las listas de eventos almacenados en los registros de los RBC.
- Recepción sobre la solicitud de las listas de los históricos almacenados en los registros de los RBC.
- Comunicación con los terminales de protección del personal en la vía, para establecer zonas de protección, limitaciones temporales de velocidad, y luego su posterior retirada una vez el personal haya finalizado las tareas.
- Sincronización de la fecha y la hora. El puesto central de ERTMS/ETCS sincronizará la fecha y hora de todos los RBC de la línea. A su vez, la fecha y la hora del puesto central de ERTMS/ETCS podrá sincronizarse desde un reloj piloto externo al C.R.C. El cambio de hora verano / hora de invierno se hará automáticamente gracias a un proceso incluido en el puesto central de ERTMS/ETCS, incluso si es igualmente recibido del reloj piloto.
- Salida de los datos solicitados a la impresora del puesto de operación.

Se tendrá igualmente en cuenta la posibilidad de utilizar las conexiones entre el puesto central de ERTMS/ETCS y los RBC, y entre estos y los PLEE, como medio alternativo de comunicación entre éstos últimos y el C.R.C.

Se tendrán en cuenta igualmente todas las implicaciones de las funciones de este puesto central de ERTMS/ETCS al nivel de seguridad, y en particular las

ligadas a las limitaciones temporales de velocidad y a la protección del personal de la vía.

El puesto central de ERTMS/ETCS estará igualmente conectado a la red local a instalar en el C.R.C., que permitirá dialogar con los otros sistemas existentes en el mismo. Conexión con los equipos de vigilancia y control de vía

Con el objetivo de acrecentar la seguridad de los trenes, está previsto instalar a lo largo de la vía los elementos de detección y de control. El sistema ERTMS/ETCS deberá conllevar los interfaces necesarios para registrar los datos provenientes de estos dispositivos y transmitir a los trenes afectados los mensajes de alarma o urgencia. Esta funcionalidad está incluida en las especificaciones funcionales del sistema.

Se describen abajo los elementos de control con los interfaces necesarios, considerando que esta protección deberá estar en consonancia con los trenes que dispongan del sistema ERTMS de nivel 2.

5.2.3.1.- *Detectores de caída de vehículos*

Con el fin de aumentar la seguridad de los trenes circulando sobre la línea en las zonas donde los objetos son susceptibles de caer sobre la vía, se equipará la línea de una instalación de detección de caída de vehículos u objetos. Esta instalación se hará en los puntos donde el riesgo es más fuerte.

Estos puntos son los siguientes:

- Pasos superiores cruzando la línea
- Trincheras particulares
- Entradas de túneles, con peligro de caídas de rocas.

Este equipo se instalará con objeto de ayudar a los sistemas de señalización y al sistema ERTMS/ETCS, en el caso que la vía fuera ocupada por un objeto sólido,

para garantizar en la medida de lo posible la seguridad de los trenes que circulen por la zona.

El tratamiento de las informaciones generadas revestirá el carácter de información vital para la seguridad de la circulación de trenes; también, ésta información será transmitida a los PLEE involucrados, que la transmitirán a su vez al sistema ERTMS/ETCS, quien impondrá a los trenes que circulen en la zona donde se ha disparado la alarma una parada de urgencia.

5.2.3.2.- *Detectores de cajas calientes*

La instalación de los detectores de cajas calientes (DCC) y de frenos bloqueados se ha previsto cada 30 km máximo. Allí, los sensores revelarán la temperatura de las cajas de los ejes y de los frenos al paso de los trenes. Estos datos serán transmitidos al C.R.C.

La alarma desencadenada por un exceso de temperatura será transmitida lo más rápido al tren afectado. Por esto, es posible asociar a los detectores de cajas calientes las eurobalizas conmutables situadas a una distancia conveniente de los puntos de medida, quienes enviarán la información al tren. La disposición de las eurobalizas deberá tener en cuenta la longitud máxima de trenes.

Los DCC serán emplazados de tal manera que una acción eventual no provoque la parada de un tren dentro del túnel (con acción de una secuencia de parada normal).

5.2.3.3.- *Detectores de viento*

En las zonas donde los vientos violentos sean peligrosos para la seguridad de los trenes, la línea podrá estar equipada bien de muros contra el viento que permitan suprimir el riesgo o bien de detectores de vientos transversales.

Para las zonas donde se instalen los detectores, el tratamiento de las informaciones generadas revestirá el carácter de información vital para la

seguridad de la circulación de trenes; también ésta información será transmitida a los PLEE involucrados, quienes la transmitirán a su vez al sistema ERTMS/ETCS, quien impondrá a los trenes que circulan en la zona donde se ha producido la alarma las disminuciones de velocidad a los límites que serán definidos por los estudios particulares o una parada de la circulación en caso de sobrepasar un umbral prescrito.

5.2.3.4.- Seguridad dentro de túnel

La circulación de un tren de viajeros en un túnel deberá conducir a la prohibición de que el tren penetre en él hasta que el tren precedente haya salido por completo del túnel.

Los detectores de humos y de incendio (puntuales y/o lineales) enviarán sus informaciones simultáneamente al puesto de vigilancia del túnel (para las acciones específicas a su cargo: llamadas de socorro, ventilación,...) y al sistema ERTMS/ETCS (para las acciones directas sobre la señalización).

En el túnel se establecen los siguientes automatismos.

- En caso de alarma de humo o incendio, un tren que circule hacia el túnel debe ser parado si todavía es posible.
- Un tren circulando dentro del túnel (o un tren aproximándose cuya velocidad es tal que entrará forzosamente) deberá continuar circulando para salir lo más rápido posible (con el aviso de su conductor de alarma correspondiente).

5.2.4.- Funciones del sistema ERTMS/ETCS

Todas las funciones o prescripciones de base de la Especificación de las condiciones funcionales del sistema ERTMS/ETCS serán obligatorias.

- Mando de estanqueidad de las ramas en las inmediaciones de los túneles.

Ciertas ramas están equipadas de dispositivos de estanqueidad para limitar los efectos desagradables de las variaciones de presión al franquear ciertos túneles u obras similares.

El equipo ETCS de a bordo deberá recibir las informaciones útiles para la acción de estos dispositivos.

- Alarmas externas.

El equipo ETCS de a bordo podrá recibir todas las informaciones del sistema externo de alarma, identificarlas, mostrarlas al maquinista y modificar en consecuencia los perfiles de velocidad.

El mensaje contendrá la indicación de la velocidad aconsejada para el tren, así como la localización y la longitud de la zona de limitación.

- Mensaje de alerta a los trenes

Un RBC deberá ser capaz de enviar un mensaje de alerta de urgencia a todos los trenes, a los trenes de una zona dada o a un cierto tren. La realización de ésta operación debe ser muy simple para el operador.

El RBC deberá ser capaz de recibir un mensaje del maquinista y de todos los demás dispositivos (externos al sistema ETCS) y de transmitirlos a los trenes de una zona dada.

Cuando un maquinista envía un mensaje de urgencia a un RBC, el RBC deberá retransmitirla en menos de 0,5 segundos a todos los trenes que se aproximen al punto desde donde el maquinista lo envió.

El mensaje de urgencia del maquinista deberá exponer en el RBC de manera visual y sonora. El RBC deberá igualmente indicar los trenes a los cuales envió el mensaje de alerta.

Cuando otros dispositivos (externos al sistema ETCS) envían un mensaje de urgencia a un RBC, éste deberá retransmitirle en menos de

0,5 segundos a todos los trenes que se aproximen a la localización indicada por el dispositivo emisor del mensaje.

- Parada de urgencia de trenes.

Esta función deberá poder ser realizada a partir de un aviso recibido de otro sistema a bordo (otro que no sea el sistema ETCS).

Un RBC deberá ser capaz de enviar un aviso de parada de urgencia a todos los trenes que controle, a los trenes de una zona dada o a un tren gracias a su identificación. La ejecución de esta orden deberá ser simple para el operador.

El RBC deberá ser capaz de recibir un mensaje de urgencia de un maquinista o de cualquier otro dispositivo (externos al sistema ETCS) y de transmitirlos a los trenes de una zona dada. Cuando un maquinista envía un mensaje de urgencia a un RBC, el RBC deberá retransmitirle en menos de 0,5 segundo, solicitar automáticamente la parada de urgencia de todos los trenes aproximándose al punto donde el maquinista lo ha enviado.

Cuando otros dispositivos (externos al sistema ETCS) envían un mensaje de urgencia a un RBC, éste deberá, en menos de 0,5 segundos, solicitar automáticamente la parada de urgencia de todos los trenes aproximándose a la localización indicada por el dispositivo emisor del mensaje.

El mensaje de urgencia del maquinista deberá mostrarse en el RBC de manera visual y sonora. El RBC deberá igualmente indicar los trenes a los cuales envió un mensaje de parada de urgencia.

Un maquinista únicamente podrá enviar un mensaje de urgencia. El RBC deberá decidir si debe enviar un mensaje de alerta o solicitar la parada de urgencia del tren.

- Inhibición del freno de socorro de pasajeros

En algunas zonas estará prohibido parar si un pasajero solicita la utilización del frenado de alarma. El túnel y sus zonas de aproximación (secuencia de parada de urgencia) forman parte de estas zonas obligatoriamente.

El equipo ETCS a bordo podrá saber si un pasajero ha solicitado la utilización de la alarma de viajeros.

El sistema ETCS contendrá una salida destinada a la inhibición de la alarma de viajeros solicitado por un pasajero, cuando el tren atraviese la zona donde está prohibido pararse.

El maquinista podrá en todo momento retomar el control del freno, si decide que es lo más seguro parar el tren.

- Protección del personal que trabaja en la vía.

La seguridad de las personas trabajando en la vía y/o en las proximidades (zona de la vía) representa un aspecto muy importante, que ha de ser tenido en cuenta para la explotación de la línea. Con el fin de dotar de medios de ayuda a las personas que deban realizar trabajos en la vía y/o en la zona de la vía, y tomar todas las medidas complementarias de protección y de seguridad física, se ha previsto el suministro de un sistema de protección de personas sobre la vía. El sistema se basa en las prestaciones autorizadas por el sistema ERTMS, relativas a las limitaciones temporales de velocidad de trenes y a la autorización de acceso a las zonas de trabajo.

Este sistema de protección se compondrá esencialmente de los siguientes elementos: terminales portátiles específicos de transmisión intermitentes, conectadas a la red GSM-R, y de un software de la aplicación requerida. Los responsables del equipo de trabajo lo utilizarán para pedir la protección de una zona de trabajos. El puesto

central de los RBC, situado en el C.R.C. y dotado de un software de aplicación específico, administrará todas las solicitudes de protección de las zonas de trabajo enviadas por cada uno de los terminales.

Estos terminales permitirán dirigir al C.R.C. la solicitud de protección de una zona de trabajos, es decir, el establecimiento de las limitaciones temporales o fijas de la velocidad de trenes que deban pasar por el punto correspondiente a las zonas de trabajos previstos.

Los datos disponibles desde los terminales, y que podrán ser configurados, correspondientes a las zonas de trabajo y a los niveles de protección asociados (limitaciones de velocidad en la zona de trabajo, localización, longitud o limitaciones de acceso), serán entre otras, las siguientes: nombre del trayecto, número de vías, puntos kilométricos, elementos en el terreno próximos, etc.

La información objetivo se considerará como un dato de infraestructura y el tren procederá a los controles necesarios en función de ésta calificación.

La velocidad del tren estará controlada en la zona de trabajo; no podrá ser aumentada en tanto la longitud del tren no haya sobrepasado la zona de trabajo.

La mención “instalaciones en situación normal” lanzada por la persona responsable del grupo de trabajo anulará esta función únicamente a los trenes que se aproximen.

La limitación de velocidad se establecerá, incluida la velocidad cero, para los trenes que atraviesen la zona de trabajo cuando la mención “instalaciones en situación normal” no haya sido emitida.

Esta función podrá actuar al mismo tiempo que una limitación de velocidad, que deberá aplicarse cuando la mención “instalaciones en

situación normal” no haya sido emitida. El maquinista estará informado desde el momento en que ésta función le afecte.

Las solicitudes de cada terminal se recibirán en el puesto central de ERTMS/ETCS del CRC, quién generará las solicitudes de cada uno de los terminales, y establecerá limitaciones temporales y/o fijas de la velocidad de circulación de todos los trenes circulando en las zonas de trabajos establecidos, por medio de los mecanismos necesarios y a través de los RBC correspondientes.

Así mismo, un protocolo adaptado permitirá transmitir a los terminales que hayan hecho una solicitud de protección de la zona de trabajo la confirmación de las limitaciones de velocidad establecidas para cada una de las zonas afectadas; en tanto que las limitaciones establecidas para una zona de trabajo dada no hayan sido anuladas (conclusión de los trabajos con comunicación al C.R.C.), los terminales que hayan presentado la solicitud de protección estarán en comunicación permanente con el C.R.C., el cual dirigirá puntualmente telegramas de aviso a la terminal demandante por cada uno de los trenes aproximándose a la zona de trabajo, con indicación de su velocidad de circulación.

En el caso de trenes que no estén equipados del sistema ERTMS o donde el equipo esté averiado, el puesto central avisará a los terminales de la aproximación de los trenes en la zona de trabajo. Así mismo, si el C.R.C. restablece o anula una limitación de velocidad ligada a la zona de trabajo que ha presentado una solicitud de protección, el puesto central de RBC enviará inmediatamente un telegrama de aviso al terminal correspondiente.

Se deberá garantizar en todo momento que la funcionalidad del sistema está activa, y una alarma será generada automáticamente al nivel de los terminales que no hayan recibido información durante un

cierto tiempo: esta precaución tiene por objeto evitar que el personal situado en la zona de trabajo, y que se fía de la recepción de mensajes de aviso de trenes aproximándose, no reciba más estos mensajes como consecuencia del mal funcionamiento del sistema en un momento dado, debido a una avería de un RBC, del puesto central, etc.

Lógicamente, se establecerán las incompatibilidades de funcionamiento necesarias entre los terminales: dos terminales, por ejemplo, no pueden hacer peticiones de limitaciones de velocidad discordantes para una misma zona de trabajo. En cambio, dos terminales o más pueden hacer la misma petición de protección para una zona de trabajo dada (brigadas afectadas por diferentes actividades).

Si dos terminales emiten dos peticiones de limitación de velocidad de trenes diferentes para una misma zona de trabajos (caso de dos brigadas de trabajo), será impuesta la velocidad más baja: entonces los dos terminales serán informados de éste hecho.

En caso de urgencia, se podrá imponer la parada inmediata de los trenes en la zona de trabajos, sea por el equipo GSM-R o por la terminal.

Los terminales podrán igualmente disponer de salidas lógicas, a través de una interfaz específica, para el control de los elementos audiovisuales de aviso al personal de la vía (bocinas, luces intermitentes, etc.), tanto si se trata de elementos fijos puestos sobre la línea como portátiles.

El sistema debe poder ser puesto en funcionamiento en todo momento y lugar de la explotación, independientemente del sistema ATP/ATC con el que los trenes estén equipados; esto significa que a veces no será posible limitar automáticamente la velocidad del tren, si su equipo a bordo está averiado. También, el sistema será válido con trenes en circulación equipados de la siguiente manera:

- Sistema ERTMS de nivel 2: todas las funciones serán operativas (si el puesto central de ERTMS/ETCS o de RBC no está averiado. A partir de la indicación del puesto central de RBC, el RBC establece las limitaciones de velocidad de circulación de trenes que se aproximan a la zona de trabajo.
- Sistema ERTMS de nivel 1: todas las funciones serán operativas (si el puesto central de ERTMS/ATCS o de RBCS no está averiado). En este nivel, el enclavamiento mediante indicación del puesto central de ERTMS/ETCS o del CTC y a través de las eurobalizas, establecerá las limitaciones de velocidad de circulación a los trenes que se aproximen a la zona de trabajos.

- Parada del tren por exceso de velocidad (Train trip)

Después de que el maquinista haya reconocido el exceso de velocidad (train trip) podrá seleccionar el modo de maniobras o el modo de supervisión parcial.

- Identificación del tren

El sistema deberá tratar la identificación del tren como un dato de seguridad.

- Indicación de los límites de prestaciones a un centro de control

Un tren incapaz de conservar su nivel de prestaciones de operación para el control de su movimiento deberá informarlo al RBC/ centro de control desde que la transmisión vía-tren esté disponible.

Si existe un modo normal de operación, deberá comunicarse al RBC/ centro de control.

Si se manifiesta imposible transmitir los datos en el modo de funcionamiento del tren, el RBC deberá informar al operador de ésta limitación.

En el caso de que unas averías puedan impedir al tren para transmitir estas informaciones al RBC/ centro de control, será necesario hacer una indicación positiva diciendo “prestaciones sin limitación”.

- Control del pantógrafo y de la tensión de alimentación

El equipo ETCS a bordo podrá establecer la localización para la bajada, la selección y la subida del pantógrafo.

El equipo ETCS de a bordo estará equipado de salidas de mando que permitan bajar y volver a subir los pantógrafos, cambiar la tensión de alimentación y abrir o cerrar el interruptor principal, separadamente o al mismo tiempo que una unidad de control situada fuera de la instalación del equipo ETCS.

La orden de bajar el pantógrafo será dada lo más tarde posible en función del tiempo de bajada el pantógrafo, la orden de subida será dada lo antes posible.

- Control de climatización

El equipo de a bordo suministrará todas las órdenes relativas a un sistema de climatización fuera del sistema ETCS.

Toda la supresión del reciclaje del aire deberá ser señalizada al Panel de Control de Conducción (MMI).

Solicitud de establecimiento del itinerario por el RBC.

En el caso de sistemas ETCS con RBC, el RBC podrá solicitar a un sistema externo el establecimiento de un itinerario. La solicitud de

establecimiento del itinerario tendrá en cuenta la localización y la velocidad real del tren.

- Itinerario enclavado

El RBC dispondrá de una interfaz con los sistemas externos que le proporcionen las informaciones sobre el estado del itinerario.

El RBC deberá haber recibido la confirmación de que el itinerario está establecido y enclavado antes de dar cualquier autorización de movimiento.

En caso de existir un deslizamiento, será considerado como parte del itinerario.

- Liberación del itinerario

La liberación de un itinerario no se podrá hacer mientras que el RBC no lo haya autorizado.

El RBC autorizará al PLEE a liberar el itinerario cuando el tren lo haya abandonado.

Será posible liberar manualmente un itinerario cuando su utilización no sea necesaria.

Cuando la transmisión tren-vía es operativa en el sistema ETCS, será posible liberar el solape sin recurrir a la función de liberación temporal, cuando la velocidad del tren sea igual a cero.

Cuando la transmisión del tren-vía y vía-tren sea operativa en el sistema ETCS, será posible combinar la liberación de un itinerario y una velocidad del tren igual a cero, de manera que la liberación temporal, cuando la velocidad del tren es igual a cero, de manera que la liberación del itinerario esté siempre autorizada cuando la velocidad

del tren sea igual a cero y cuando la autorización de movimiento haya sido revocada, porque han cambiado las condiciones.

- Separación de trenes

Distancia absoluta de frenado: En las líneas equipadas de RBC, la autorización de movimiento de los trenes no se dará más que para los cantones libres. Las autorizaciones de movimiento de los dos trenes no podrán incluir el mismo cantón.

- Averías de transmisión

Cuando las informaciones recibidas por la transmisión vía-tren no sean completas, se determinará, caso por caso, la influencia sobre el equipo ETCS de a bordo de toda pérdida de la transmisión ligada a la supervisión del tren. La aplicación en la línea ferroviaria se hará en lugares específicos, determinados por ejemplo en función de la presencia de una señalización lateral, de agujas, etc. y de un análisis de la seguridad y de las prestaciones.

5.3.- Puesto de mando centralizado

El mando del conjunto de los PLEE estará centralizado en un único Centro de Regulación y Control (C.R.C.).

5.3.1.- Configuración

El C.R.C. será concebido, tanto a nivel material como a nivel de software, de manera que permita una fácil actualización en el futuro, por el simple añadido del equipo requerido en la configuración existente.

5.3.2.- Estructura lógica

El software será estructurado de manera que las modificaciones, extensiones o evoluciones del mismo no impliquen un nuevo ensayo con una validación completa del C.R.C., sino únicamente de la parte de la aplicación modificada y/o

ampliada. El C.R.C. deberá adaptarse a los cambios que ocurran en la explotación de la línea así como en la evolución tecnológica.

5.3.3.- Funciones realizadas

Las funciones específicas al C.R.C. serán, entre otras:

- Tablero gráfico
- Seguimiento de los trenes
- Programación de la circulación
- Mandos automáticos de los itinerarios
- Mandos manuales de los itinerarios
- Mandos ligados a la protección
- Mandos de limitación de velocidad
- Gestión de alarmas
- Recepción de las solicitudes del centro de vigilancia del túnel

5.3.4.- Diagnóstico y ayuda al mantenimiento

El C.R.C. suministrará todas las informaciones sobre los datos de manera que permita y facilite las labores de localización de averías susceptibles de afectarlo, a él o los elementos bajo su control, así como su mantenimiento. Estas informaciones incluirán:

- Registro automático de los cambios del estado de los elementos en vía
- Alarmas del C.R.C. y de los PLEE
- Registro de los errores

- Estados y magnitudes características
- Averías y anomalías de funcionamiento
- Resultados de las rutinas de ensayo, realizados por el personal encargado del mantenimiento

El enlace recogerá todas las informaciones necesarias sobre los eventos pasados (órdenes manuales y automáticas ejecutadas, estado de los elementos en la vía, alarmas, registros y variables internas, etc.) durante una semana al menos, de manera que permita la reconstrucción de las secuencias del tráfico y la visualización de estos eventos desde una aplicación externa con la cual deberá dialogar para poder transmitirle las informaciones almacenadas.

5.4.- Suministro de energía

Los equipos de suministro de energía se ubican principalmente en los edificios técnicos de las estaciones, apartaderos y puestos de canalización que se encuentran ubicados a lo largo de la línea. Desde ellos se realiza la distribución a los elementos de campo que lo precisen. Para ello se prevé una red de distribución mediante un cable de energía alojado en la canalización de las instalaciones de seguridad y comunicaciones.

El subsistema energía se dimensionará para admitir una carga de 1,5 veces la nominal.

El subsistema de energía dispondrá de mecanismos de diagnosis de averías, indicaciones y alarmas que se integrarán en el sistema de ayuda al mantenimiento.

Cada edificio técnico recibirá dos acometidas de energía:

- Una acometida monofásica, que proviene del sistema de catenaria a través de un transformador de 25 kV/220 V c.a. Será la acometida principal y se usará habitualmente para alimentar toda la instalación.

- Otra acometida trifásica, que proviene de la red pública en las estaciones comerciales o de un grupo electrógeno en el resto de los edificios técnicos.

El equipamiento de energía incluirá un dispositivo de conmutación automática para pasar de la red de suministro principal a la de reserva en caso de fallo de la primera, arrancando automáticamente el grupo electrógeno en los casos en que éste sea la fuente secundaria de energía. El dispositivo de conmutación volverá a conectar la red principal cuando se reponga el suministro en la misma, parando, en su caso, el grupo electrógeno.

6.- TELECOMUNICACIONES

El sistema de telecomunicaciones deberá soportar las siguientes funciones:

- Comunicaciones de telefonía:
 - Escalonada entre estaciones.
 - Automática.
 - Selectiva.
 - De señales.
- Telemando:
 - C.T.C.
 - Subestaciones.
 - Teleindicadores.
 - Cronometría.
- Megafonía.
 - Local.

- Desde el puesto de mando.
- Sistema global de comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communication, GSM-R).
- Otras transmisiones de datos.
- Centralización y difusión de video.

Para dar servicio a todos los sistemas enumerados, se hace imprescindible dotar a la línea de una red de transmisión por fibra óptica.

La configuración podría corresponder a un anillo ocupando dos fibras del cable general de fibras para uso ferroviario. La configuración se completará con un cable de comunicaciones metálico como medio alternativo.

Sobre esta red troncal se transporta el tráfico de las redes de conmutación de voz y datos IP, así como de los sistemas de señalización ferroviaria y otros sistemas a desplegar a lo largo de la línea.

Todos los cables de las instalaciones de comunicaciones tendrán un factor de reducción adecuado para prevenir perturbaciones en la transmisión de las señales debidas a la electrificación a 25 kV c.a.

Se dotará de nodos de comunicaciones a todas las estaciones e instalaciones que necesiten acceso a la red de datos, como el caso de las subestaciones.

Como sistema complementario, también se instalará tren-tierra.

6.1.- Sistema de radio móvil GSM-R

El sistema GSM-R, basado en el GSM del ETSI, es una red de radiotelefonía móvil para uso de los ferrocarriles de las líneas transeuropeas. Proporcionará soporte para las comunicaciones de voz y datos entre los trenes y la infraestructura, así como para los servicios y necesidades asociadas a la operación y explotación de la línea.

Debido al hecho de la particularidad de frecuencias y de la potencia de los puestos utilizados, es necesario construir una red de cobertura con estaciones de radio espaciadas de 4 a 8 km.

Atendiendo a una clasificación funcional, el sistema constará de los siguientes subsistemas:

- El subsistema de estaciones base (BSS), que comprenderá un conjunto de estaciones base (BTS), conectadas y controladas por una o más controladoras de estaciones base (BSC).
- El subsistema de red y conmutación (NSS), compuesto por el centro de conmutación de móviles (MSC) conectado a:
 - Registro de localización local (HLR).
 - Centro de autenticación (AuC).
 - Registro de localización de visitantes (VLR).
 - Equipamiento de interconexión y adaptación de protocolos con otras redes (IWF).
 - Registro de identificación de suscripciones (EIR).
 - Red inteligente (IN).
- El subsistema de operación y mantenimiento (OMSS), compuesto por:
 - Centro de operación y mantenimiento (OMC), con su interfaz al sistema de gestión integral de la red de telecomunicaciones (TMN).
 - Registro de gestión de suscripciones y monitorización de llamadas.

Se tendrán en cuenta los diferentes servicios y protocolos manejados por la red GSM-R para garantizar la total transparencia en los enlaces establecidos a través de la red de telecomunicaciones.

Los servicios demandados para esta aplicación son los siguientes:

- Servicios de datos.
 - Todos los servicios catalogados en las especificaciones de EIRENE como obligatorios para la interoperabilidad.
 - Servicios de SMS, GPRS y transmisión de fax.
 - Servicios de transmisión de datos para los sistemas de información al viajero a bordo del tren.
- Servicios de voz.
 - Todos los servicios catalogados en las especificaciones de EIRENE como obligatorios para la interoperabilidad.
 - Servicios funcionales de numeración y el conjunto de facilidades ASCI.
 - Servicios de aplicación a la radiotelefonía móvil operacional y de vigilancia y seguridad.

En la siguiente figura se adjunta el esquema general de la red GSM-R:

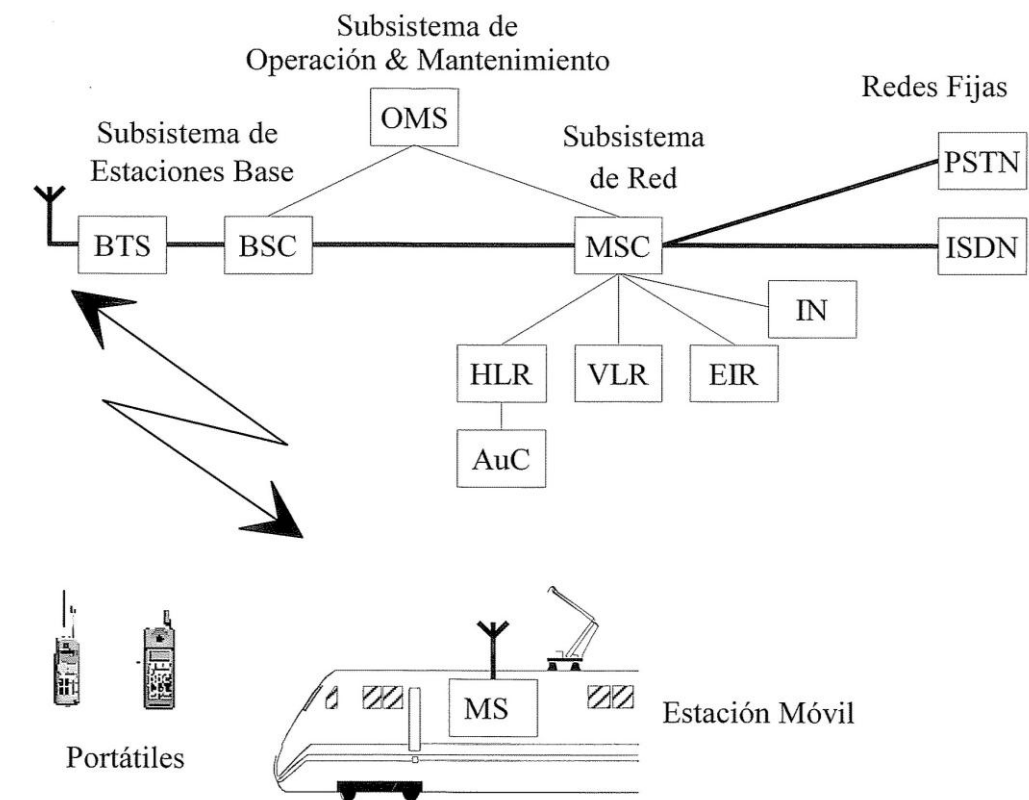


Figura 4: Esquema general de la red GSM-R

6.2.- Telefonía fija

El sistema telefónico que finalmente se implemente, deberá basarse en centralitas telefónicas digitales, dotadas de todo tipo de facilidades (desvío de llamada, conversaciones múltiples, etc.) y estarán situadas en los edificios técnicos, desde donde se podrá establecer una comunicación inmediata con cualquier otro punto de la línea. Además, deberá poder accederse con este sistema de telefonía, al sistema de megafonía de las estaciones. El sistema incluye las comunicaciones con el Puesto Central, que identificará automáticamente el punto desde donde se está efectuando la llamada.

Este sistema se complementa con teléfonos fijos dispuestos a lo largo de la vía (a ambos lados) cada 1.500 – 2.000 m, conectados con el siguiente nudo mediante un cable local de línea. Este sistema será válido para equipos de obra o para personal de movimiento en caso de fallo del sistema tren-tierra. Estará conectado con el siguiente puesto de explotación y el Puesto de Mando Central.

7.- INTEROPERABILIDAD DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones ferroviarias previstas cumplen las condiciones establecidas en las especificaciones de interoperabilidad de las redes ferroviarias europeas en su situación definitiva.

Las instalaciones de seguridad y comunicaciones serán interoperables en su situación definitiva, si bien podría haber una etapa transitoria en la que aún no se encuentre instalado el sistema ERTMS.

APÉNDICE 1.- CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS SUBESTACIONES EXISTENTES EN LA LÍNEA

3. GENERALIDADES

3.1. SITUACIÓN DE LA S/E. LÍNEA, TRAYECTO y PUNTO KILOMÉTRICO

LÍNEA	Valencia - Tarragona
P.K.	2/464

3.2. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN Y Nº DE LÍNEAS

TENSIÓN	Nº	TIPO	SUMINISTRADORA	CENTRO
---------	----	------	----------------	--------

3.3. NÚMERO DE GRUPOS, POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO

- 0 Grupos

Pn

Marca
Tipo
Potencia nominal
Tensión nominal
Intensidad nominal
Grupo de conexión
Tensiones de cortocircuito
Refrigeración
Nº de serie

3.4. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SS/AA

Pn	50 kVA
----	--------

Marca	Alkargo
Tipo	TSB 50/1,1
Potencia nominal	50 kVA
Relación U	380/230 V
Relación I	76/125,5 A
Ucc	3,7 %
Refrigeración	AN-AN
Grupo de conexión	Dyn11
Nº de serie	42.699

3.5. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SEÑALES, Nº DE SALIDAS

	Instalada en caseta independiente
Nº de salidas	3
Circuito de vía instalado	Bombardier

3.6. NÚMERO DE SALIDAS DE FEEDER Y DESDOBLAMIENTO. CARACTERÍSTICAS

NÚMERO	DENOMINACIÓN	DESDOBLADOS
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	NO

3.7. CARGADOR Y BATERÍA. CARACTERISTICAS

Cargador/es	1
Marca	Zigor
Tipo	MIT3 110.2x35A
Entrada	3x220 V ca 11A
Salida	110 V cc 35 A

Batería/s	1
Marca	Gaz
Tipo	KL-100P
Nº de vasos	86

3.8. TIPO DE TELEMANDO. CARACTERÍSTICAS

Marca	Eliop
-------	-------

3.9. TIPO DE ARRASTRES. CARACTERÍSTICAS

Marca	Logytel
Tipo	RCDF-A

3.10. VÍA DE LA S/E MÓVIL Y CONEXIONADO A LA RED

EXISTE	CONEXIONADA A LA RED GENERAL
NO	

3.11. ACCESOS POR CARRETERA. ESTADO GENERAL DE LA S/E

Acceso	Camino en mal estado
Estado general edificio	Es un vagón de tren
Pintura interior	Bien
Fachada exterior	Bien
Humedades y goteras	NO
Pórticos exteriores	Bien

3. GENERALIDADES

3.1. SITUACIÓN DE LA S/E. LÍNEA, TRAYECTO y PUNTO KILOMÉTRICO

LÍNEA	La Encina - Valencia
P.K.	100/334

3.2. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN Y Nº DE LÍNEAS

TENSIÓN	Nº	TIPO	SUMINISTRADORA	CENTRO
20 kV	1	Subterránea	Iberdrola	Coi de Torrente

3.3. NÚMERO DE GRUPOS, POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO

- 2 Grupos

	1	2
Pn	6.600 kVA	6.600 kVA

	1	2
Marca	Diestre	Diestre
Tipo	DHE 6.600/24	DHE 6.600/24
Potencia nominal	6.600 kVA	6.600 kVA
Tensión nominal	20.700 V	20.700 V
Intensidad nominal	184 A	184 A
Grupo de conexión	Yy0d11	Yy0d11
Tensiones de cortocircuito	9,4, 7,75 y 7,69	9,43, 7,73 y 7,66
Refrigeración	ON-AN	ON-AN
Nº de serie	51461	51462

3.4. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SS/AA

Pn	250 kVA
----	---------

Marca	Imefy
Tipo	250/24/20-B1-O-PA
Potencia nominal	250 kVA
Relación U	20.000/231 V
Relación I	7,22/625 A
Ucc	4,25 %
Refrigeración	ON-AN
Grupo de conexión	Dyn11
Nº de serie	31839

3.5. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SEÑALES, Nº DE SALIDAS

Pn	80 kVA
Nº de salidas	3
Circuito de vía instalado	Bombardier

Marca	Imefy
Tipo	Trimonofásico
Potencia nominal	80 kVA
Relación U	220-380/2.310-3.150 V
Relación I	210-122/34,64-25,39 A
Ucc	4,9 %
Refrigeración	AN-AN
Grupo de conexión	V/V invertida
Nº de serie	31435

3.6. NÚMERO DE SALIDAS DE FEEDER Y DESDOBLAMIENTO. CARACTERÍSTICAS

NÚMERO	DENOMINACIÓN	DESDOBLADOS
8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	NO

3.7. CARGADOR Y BATERÍA. CARACTERISTICAS

Cargador/es	1
Marca	Emisa
Tipo	SPA-110 86 MP 200.75
Entrada	3 x 220 V ca 42 A
Salida	110 Vcc 75 A

Batería/s	1
Marca	Emisa
Tipo	MP-200
Nº de vasos	86

3.8. TIPO DE TELEMANDO. CARACTERÍSTICAS

Marca	Eliop
-------	-------

3.9. TIPO DE ARRASTRES. CARACTERÍSTICAS

Marca	Logytel
Tipo	RCDF-A

3.10. VÍA DE LA S/E MÓVIL Y CONEXIONADO A LA RED

EXISTE	CONEXIONADA A LA RED GENERAL
SI	NO

3.11. ACCESOS POR CARRETERA. ESTADO GENERAL DE LA S/E

Acceso	Calle urbana
Estado general edificio	Bien
Pintura interior	Regular
Fachada exterior	Bien
Humedades y goteras	NO
Pórticos exteriores	Bien

3. GENERALIDADES

3.1. SITUACIÓN DE LA S/E. LÍNEA, TRAYECTO y PUNTO KILOMÉTRICO

LÍNEA	Silla - Gandía
P.K.	24/700

3.2. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN Y Nº DE LÍNEAS

TENSIÓN	Nº	TIPO	SUMINISTRADORA	CENTRO
20 kV	1	Subterránea	Iberdrola	Cullera

3.3. NÚMERO DE GRUPOS, POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO

- 2 Grupos

	1	2
Pn	3.300 kVA	3.300 kVA

	1	2
Marca	Diestre	Diestre
Tipo	DHE 3.300/24	DHE 3.300/24
Potencia nominal	3.300 kVA	3.300 kVA
Tensión nominal	20.000 V	20.000 V
Intensidad nominal	95,2 A	95,2 A
Grupo de conexión	Yy0d11	Yy0d11
Tensiones de cortocircuito	9,38, 7,56 y 7,53	9,42, 7,59 y 7,46
Refrigeración	ON-AN	ON-AN
Nº de serie	51465	51.466

3.4. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SS/AA

Pn	160 kVA
----	---------

Marca	Diestre
Tipo	160/24/20-B1-O-PA
Potencia nominal	160 kVA
Relación U	20.000/231 V
Relación I	4,62/400 A
Ucc	4,38 a 75º C %
Refrigeración	ON-AN
Grupo de conexión	Dyn11
Nº de serie	51.468

3.5. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SEÑALES, Nº DE SALIDAS

Pn	50 kVA
Nº de salidas	2
Circuito de vía instalado	Bombardier

Marca	Diestre
Tipo	50/7,2/3-2B1-O-PA
Potencia nominal	50 kVA
Relación U	220/2.200-3.000 V
Relación I	131,22/22,73-16,67 A
Ucc	5,87 %
Refrigeración	ON-AN
Grupo de conexión	V invertida/V
Nº de serie	51.470

3.6. NÚMERO DE SALIDAS DE FEEDER Y DESDOBLAMIENTO. CARACTERÍSTICAS

NÚMERO	DENOMINACIÓN	DESDOBLADOS
5	1, 2, 3, 5, 6	NO

3.7. CARGADOR Y BATERÍA. CARACTERISTICAS

Cargador/es

	1
Marca	Saft
Tipo	UCS
Entrada	220 V
Salida	110 V, 25 A

Batería/s

	1
Marca	Saft y Emisa
Tipo	KPMP-100 y HP-100
Nº de vasos	86

3.8. TIPO DE TELEMANDO. CARACTERÍSTICAS

Marca	Eliop
-------	-------

3.9. TIPO DE ARRASTRES. CARACTERÍSTICAS

Marca	Logytel
Tipo	RCDF-A

3.10. VÍA DE LA S/E MÓVIL Y CONEXIONADO A LA RED

EXISTE	CONEXIONADA A LA RED GENERAL
SI	SI

3.11. ACCESOS POR CARRETERA. ESTADO GENERAL DE LA S/E

Acceso	Camino
Estado general edificio	Bien
Pintura interior	Bien
Fachada exterior	Bien
Humedades y goteras	NO
Pórticos exteriores	Bien

3. GENERALIDADES

3.1. SITUACIÓN DE LA S/E. LÍNEA, TRAYECTO y PUNTO KILOMÉTRICO

LÍNEA	Silla - Gandía
P.K.	43/608

3.2. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN Y Nº DE LÍNEAS

TENSIÓN	Nº	TIPO	SUMINISTRADORA	CENTRO
20 kV	1	Subterránea	Iberdrola	Gandia

3.3. NÚMERO DE GRUPOS, POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DE CADA UNO

- 2 Grupos

	1	2
Pn	3.300 kVA	3.300 kVA

	1	2
Marca	Diestre	Diestre
Tipo	DHE 3.300/24	DHE 3.300/24
Potencia nominal	3.300 kVA	3.300 kVA
Tensión nominal	20.000 V	20.000 V
Intensidad nominal	95,2 A	95,2 A
Grupo de conexión	Yy0d11	Yy0d11
Tensiones de cortocircuito	9,37, 7,55 y 7,52	9,38, 7,55 y 7,50
Refrigeración	ON-AN	ON-AN
Nº de serie	51.464	51.463

3.4. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SS/AA

Pn	160 kVA
----	---------

Marca	Diestre
Tipo	160/24/20-B1-O-PA
Potencia nominal	160 kVA
Relación U	20.000/231 V
Relación I	4,62/400 A
Ucc	4,35 %
Refrigeración	ON-AN
Grupo de conexión	Dyn11
Nº de serie	51.467

3.5. POTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR DE SEÑALES, Nº DE SALIDAS

Pn	50 kVA
Nº de salidas	2
Circuito de vía instalado	Bombardier 50 Hz

Marca	Diestre
Tipo	50/7,2/3-2B1-O-PA
Potencia nominal	50 kVA
Relación U	220/2.200-3.000 V
Relación I	131,2/22,73-16,67 A
Ucc	5,97 %
Refrigeración	ON-AN
Grupo de conexión	V invertida/V
Nº de serie	51.469

3.6. NÚMERO DE SALIDAS DE FEEDER Y DESDOBLAMIENTO. CARACTERÍSTICAS

NÚMERO	DENOMINACIÓN	DESDOBLADOS
3	1, 3, 5	NO

3.7. CARGADOR Y BATERÍA. CARACTERISTICAS

Cargador/es

	1
Marca	Emisa
Tipo	SCS 20-125.25m
Entrada	230 V 30 A
Salida	125 V 25 A

Batería/s

	1
Marca	Gaz
Tipo	KL-100P
Nº de vasos	86

3.8. TIPO DE TELEMANDO. CARACTERÍSTICAS

Marca	Eliop
-------	-------

3.9. TIPO DE ARRASTRES. CARACTERÍSTICAS

Marca	Logytel
Tipo	RCDF-A

3.10. VÍA DE LA S/E MÓVIL Y CONEXIONADO A LA RED

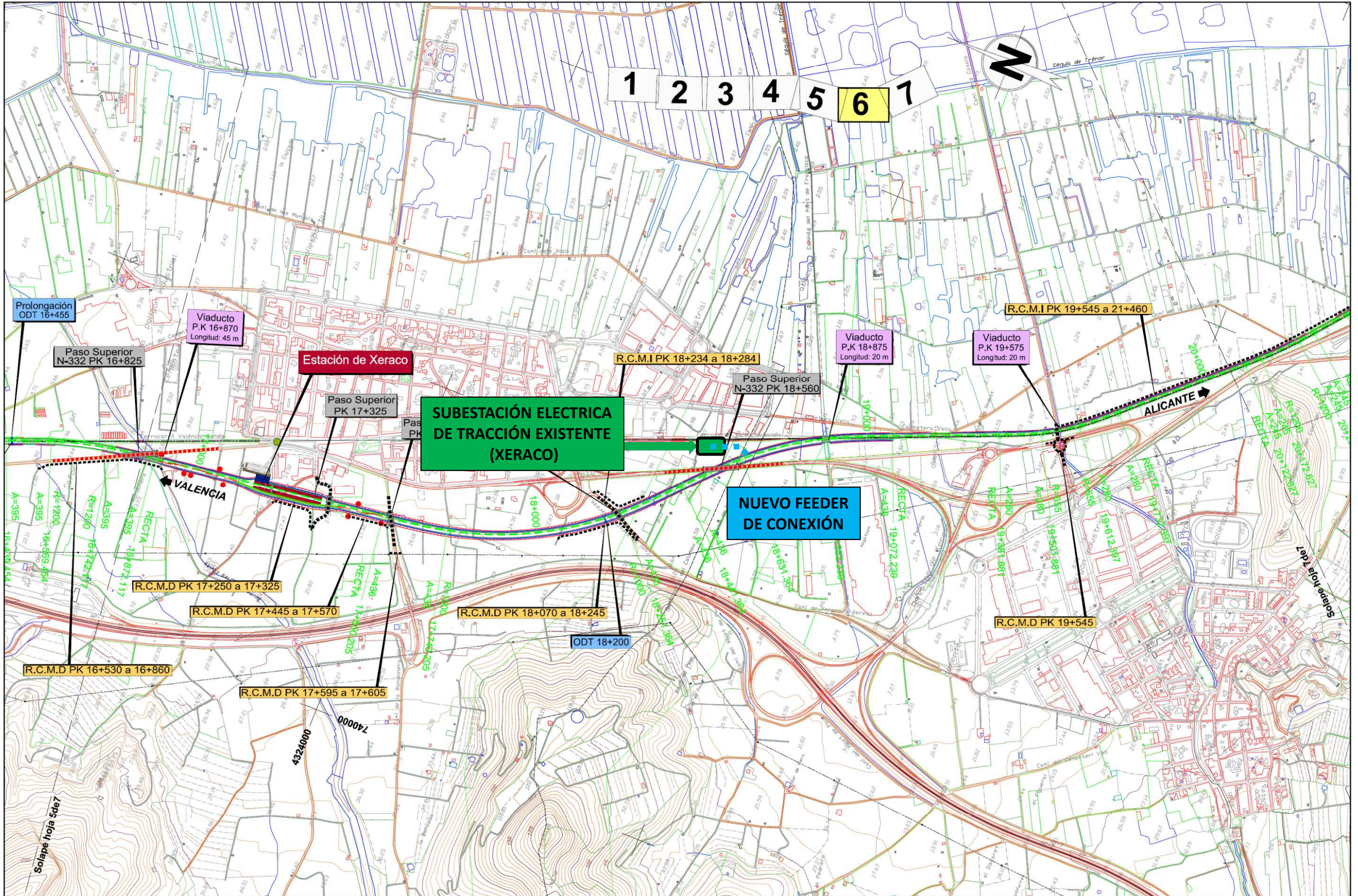
EXISTE	CONEXIONADA A LA RED GENERAL
SI	NO

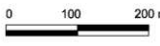
3.11. ACCESOS POR CARRETERA. ESTADO GENERAL DE LA S/E

Acceso	Camino
Estado general edificio	Bien
Pintura interior	Bien
Fachada exterior	Bien
Humedades y goteras	NO
Pórticos exteriores	Bien

APÉNDICE 2.- PLANOS UBICACIÓN DE NUEVAS SUBESTACIONES

I\Planos\04_01_03_01_Alternativas_Tramo0_AltB_Pta.dwg



 MINISTERIO DE FOMENTO	SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y VIVIENDA SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS	TÍTULO ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA VALENCIA - ALICANTE (TREN DE LA COSTA)	AUTOR  JAVIER CASADO BARAHONA	ESCALA ORIGINAL A3 1:10.000  NUMÉRICA GRÁFICA	FECHA FEBRERO 2016	Nº DE PLANO 4.1.3.1 HOJA 6 DE 7	TÍTULO DEL PLANO TRAZADO DE ALTERNATIVAS Tramo 0. Corredor actual-Duplicación de vía Alternativa B Planta General
--	--	---	--	---	----------------------------------	--	--

