
ANEJO Nº7.- ELECTRIFICACIÓN E INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

ÍNDICE

1.- Introducción	1	3.3.1.3.- Criterios geométricos	12
2.- Situación actual	2	3.3.1.4.- Equipo de vía general	13
3.- Electrificación	3	3.3.1.5.- Catenaria en viaductos.....	17
3.1.- Electrificación a 3.000 V c.c.	3	3.3.1.6.- Equipamiento en estación	17
3.1.1.- Características generales de la catenaria	3	3.3.1.7.- Compensación de tensiones	18
3.1.1.1.- Geometría	3	3.3.1.8.- Puntos fijos.....	18
3.1.1.2.- Composición	4	3.3.1.9.- Seccionamientos	19
3.1.1.3.- Pendolado	4	3.3.1.10.- Zonas neutras de separación de fases	19
3.1.1.4.- Regulación de la tensión mecánica.....	4	3.3.1.11.- Colas y tirantes de anclaje	20
3.1.1.5.- Seccionadores y protecciones	5	3.3.1.12.- Sistemas de retorno y puesta a tierra.....	20
3.1.1.6.- Agujas aéreas	5	3.3.1.13.- Alimentación y conexiones	21
3.1.1.7.- Condiciones ambientales de funcionamiento	5	3.3.1.14.- Agujas	22
3.1.1.8.- Características de funcionamiento de la catenaria.....	5	3.3.1.15.- Protecciones y conexiones al carril	22
3.1.2.- Componentes y equipos de la catenaria CA-160.....	6	4.- Subestaciones de tracción.....	23
3.1.2.1.- Postes	6	4.1.- Análisis de las subestaciones existentes y propuesta de subestaciones nuevas	24
3.1.2.2.- Ménsulas.....	6	4.1.1.- Electrificación a 3.000 V.....	24
3.1.2.3.- Atirantado y suspensiones	6	4.1.2.- Electrificación a 25.000 V.....	24
3.1.2.4.- Aisladores	6	4.1.3.- Propuesta de subestaciones	25
3.1.2.5.- Protecciones	6	4.2.- Descripción de las estaciones transformadoras	26
3.2.- Electrificación a 25.000 V c.a.	7	4.2.1.- Descripción General.....	26
3.3.- Comparación de sistemas.....	8	4.2.2.- Equipo para consumo propio	29
3.3.1.- Línea aérea de contacto	10	4.2.3.- Dispositivos de seguridad	29
3.3.1.1.- Dimensionamiento mecánico	11	4.2.3.1.- Sobretensiones en instalaciones de catenaria	29
3.3.1.2.- Tensiones de los conductores. Compensadores	12	4.2.3.2.- Protección del Transformador	29
		4.2.3.3.- Protección de la línea de alimentación.....	30

4.2.4.- Instalaciones de mando local y automático.....	30
4.2.5.- Justificación de la potencia adoptada	30
4.2.5.1.- Modo de operación de los transformadores	30
4.2.6.- Descripción de los puestos de seccionamiento y/o acoplamiento	31
4.2.6.1.- Tipo de puestos de seccionamiento y/o acoplamiento	32
4.2.7.- Instalaciones de mando	32
4.2.8.- Acometidas de energía	32
5.- Instalaciones de Seguridad	33
5.1.- Enclavamientos electrónicos	33
5.1.1.- Configuración	34
5.1.1.1.- Nivel de entrada-salida.....	34
5.1.1.2.- Nivel de seguridad.....	34
5.1.1.3.- Nivel de mando	35
5.2.- Sistema de protección del tren.....	35
5.2.1.- Sistema ERTMS/ETCS de nivel 1	36
5.2.1.1.- Equipamiento fijo para ERTMS/ETCS nivel 1	36
5.2.2.- Sistema ERTMS/ETCS de nivel 2.....	37
5.2.2.1.- Equipo fijo para el sistema ERTMS/ETCS de nivel 2	38
5.2.3.- Puesto Central ERTMS/ETCS	40
5.2.3.1.- Detectores de caída de vehículos	41
5.2.3.2.- Detectores de cajas calientes.....	41
5.2.3.3.- Detectores de viento	42
5.2.3.4.- Seguridad dentro de túnel	42
5.2.4.- Funciones del sistema ERTMS/ETCS	42
5.3.- Puesto de mando centralizado	47

5.3.1.- Configuración	47
5.3.2.- Estructura lógica	47
5.3.3.- Funciones realizadas	47
5.3.4.- Diagnóstico y ayuda al mantenimiento.....	47
5.4.- Suministro de energía	48
6.- Telecomunicaciones	48
6.1.- Sistema de radio móvil GSM-R	49
6.2.- Telefonía fija.....	50
7.- Interoperabilidad de las instalaciones.....	51

APÉNDICES:

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

APÉNDICE 2.- PLANOS UBICACIONES DE NUEVAS SUBESTACIONES

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.

Se deberán considerar las distintas fases de implantación y las alternativas estudiadas para cada una de ellas. En las fases I y II, las alternativas que llegan hasta Denia servirán a la actual línea de cercanías de Valencia C1 que se prolongará hasta Oliva, por lo que contará con electrificación a 3 kV c.c.

Por su parte, en la Fase III, y en la IV, aunque caben dos posibilidades de conexión de la nueva infraestructura para acceder a Alicante, se plantea un único escenario de electrificación. Si la conexión se efectúa con la línea de Alta Velocidad Albacete-Alicante, se montaría el sistema de electrificación de Alta Velocidad: 25 kV c.a. Lo mismo ocurriría en el caso de que la conexión para el acceso a Alicante se realizase con la línea Alicante-La Encina.

Por otra parte, para minimizar el coste en subestaciones, una vez ejecutada la Fase IV se propone el cambio en el sistema de electrificación del tramo Oliva – Denia de 3 kV c.c. a 25 kV c.a. dejando alimentado por tanto, el tramo por el que discurrirían trenes de cercanías (Valencia – Oliva) a 3 kV c.c. y a 25 kV c.a. el resto del trayecto completo Valencia – Alicante, es decir, el tramo Oliva – Alicante, lo requeriría material móvil bitensión.

Será objeto de estudios posteriores la idoneidad de modificar el sistema de electrificación del tramo Valencia – Oliva para dejar el trayecto completo, Valencia – Alicante, alimentado a 25 kV c.a.

Para la electrificación de trenes de Alta Velocidad se propone el sistema 2 x 25 kV, después de justificar la conveniencia de este sistema frente al sistema de 1 x 25 kV tal y como se describe en apartados posteriores. La selección del sistema

2 x 25 kV se basa en diferentes criterios que se justifican posteriormente, y está de acuerdo con la Especificación Técnica de Interoperabilidad Relativa al Subsistema Energía del Sistema Ferroviario Europeo de Alta Velocidad (E.T.I. Energía).

Para garantizar las máximas condiciones de seguridad y comunicaciones que permitan la circulación a alta velocidad entre Valencia y Alicante 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.

Las instalaciones propuestas cumplen los parámetros y especificaciones relativos a la interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad:

- Directiva 2008/57CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de junio de 2008, sobre la interoperabilidad del sistema ferroviario dentro de la Comunidad, que ha refundido el contenido de las directivas 96/48/CE y 2001/16/CE, a las que deroga.
- Real Decreto 1434/2010, de 5 de noviembre, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario de la Red Ferroviaria de interés general, que transpone la anterior Directiva y que deroga el R.D. 354/2006, de 29 de marzo, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo convencional y el R.D. 355/2006, de 29 de marzo, sobre interoperabilidad del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad.
- ETI 2008/284/CEE. Especificación Técnica de Interoperabilidad del subsistema de Energía del Sistema ferroviario europeo de Alta Velocidad.

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.
- Entorno de Alicante.
 - Línea Alicante–La Encina, en vía única y ancho ibérico con previsión de instalación en ella del tercer carril. Dotada de catenaria compensada a 3 kV c.c. en vía única.
 - Línea de Alta Velocidad Albacete–Alicante. Dotada de catenaria compensada en vía doble a 25 kV c.a.

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, tanto del tramo de la línea actualmente en servicio entre Valencia y Gandía como de las dos posibles líneas de conexión en el acceso a Alicante, se tienen 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.
- Entorno de Alicante.
 - Línea Alicante–La Encina, en vía única y ancho ibérico, dispone de bloqueo automático en vía única (BAU) y sistema ASFA. Las comunicaciones Tren-Tierra se realizan a través del canal 69.
 - Línea de Alta Velocidad Albacete–Alicante. La gestión del tráfico se realiza mediante ERTMS (*European Rail Traffic Management System*) y la señalización y el bloqueo es ECTS (*European Train Control System*) de nivel 2. Las comunicaciones se realizan mediante el sistema GSM-R.

3.- ELECTRIFICACIÓN

Dadas las especiales condiciones que aparecen en el presente Estudio Informativo, en este Anejo se describen diferentes sistemas de electrificación, en función de la alternativa considerada.

En el caso de la Fase I, en la que se prolonga la línea de cercanías C1 hasta Oliva en vía doble, duplicando la vía actual existente entre Cullera y Gandía y construyendo una nueva infraestructura en el tramo entre este municipio y Oliva, 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.

De la misma manera, en el tramo entre Oliva y Denia, cuya construcción está prevista en la Fase II, la electrificación se hará 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, en concreto, una vez ejecutada la Fase IV y cerrado el trayecto completo Valencia - Alicante.

Por su parte, todas las alternativas correspondientes a las Fases III (tramos entre Alicante y Benidorm) y IV (Benidorm- Denia) se electrificarán a 25 kV de c.a., independientemente de que la conexión en el entorno de Alicante se haga con la línea convencional Alicante – La Encina o con la de Alta Velocidad Albacete – Alicante.

Cada una de las opciones de electrificación presenta una serie de ventajas e inconvenientes:

- Electrificación a 3.000 V c.c. Es la que tienen los trenes de cercanías de la línea C1 de Valencia, que por tanto podrían circular sin perturbaciones en su marcha normal en la ampliación de la línea hasta Oliva.
- Los trenes regionales y de media distancia que extenderán el servicio hasta Alicante, una vez ejecutada la Fase IV deberían contar con

material bitensión de modo que puedan hacer el recorrido Valencia – Oliva con tensión a 3.000 V y desde Oliva hasta Alicante en 25.000 V.

- Electrificación a 25.000 V c.a.. Permitirá las circulaciones de trenes AVE hasta Benidorm y las de unidades S-120 correspondientes al Tren de la Costa. En caso de que el acceso a Alicante se haga a través de la línea convencional de La Encina, se necesitará una zona neutra para el cambio de tensión a 3 kV de los trenes bitensión.

3.1.- Electrificación a 3.000 V c.c.

Según se ha indicado, la tensión de electrificación a 3.000 V c.c. será la que se disponga en la Fase I hasta Oliva y en la Fase II hasta Denia, aunque este último tramo se alimentará a 25.000 V c.a una vez ejecutada la Fase IV.

Dado que el trazado proyectado para el tramo Gandía – Oliva permite velocidad máxima de 160 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 \pm 1cm
- Pendiente máxima: 0,03 % de la longitud de vano.
- Descentramientos: 20 cm
- Rendimiento de la compensación: 95 %
- Altura normal del sistema: 1,40 m \pm 1cm
- 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

3.2.- Electrificación a 25.000 V c.a.

Las electrificación de las alternativas correspondientes a los tramos que se pondrán en servicio en las Fases III y IV, y el tramo Oliva – Denia, una vez ejecutada la Fase IV, se realizará a 25.000 V.

El sistema adoptado en España para la primera línea de Alta Velocidad, entre Madrid y Sevilla, adoptó el sistema de corriente alterna monofásica a 25 kV y frecuencia industrial de 50 Hz. Este sistema ha proporcionado unos resultados válidos, excepto en el caso de las perturbaciones que se generan en el sistema

de telecomunicaciones en ciertas zonas puntuales que atraviesa, particularmente en las poblaciones, donde la interrupción de las comunidades telefónicas, por ejemplo, ha sido habitual. Este problema está generado por la puesta a tierra de las corrientes de retorno, que inducen campos electromagnéticos, que son los que producen las perturbaciones al paso del tren.

Este sistema de electrificación se conoce con el nombre de 1 x 25 kV, con el siguiente esquema de funcionamiento.

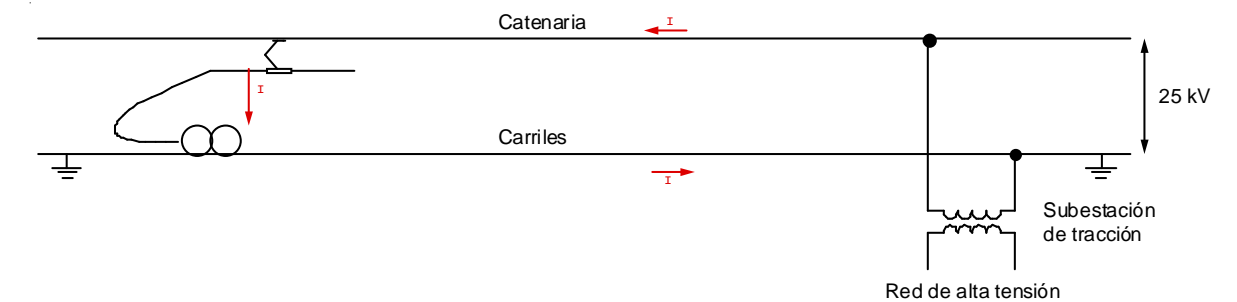


Figura 1: Esquema de funcionamiento del sistema 1x25 kV.

Como variantes a este sistema surgen las siguientes posibilidades, que suponen pequeñas variaciones con respecto al sistema simple de 1 x 25 kV

- Electrificación monofásica 1 x 25 kV con cable de retorno.
- Electrificación monofásica 1 x 25 kV con transformadores “booster”.

Otra alternativa sería el sistema de electrificación 2 x 25 kV con corriente alterna. Su principal característica es introducir un hilo para la corriente de retorno (“feeder negativo”). La diferencia de tensión existente entre el feeder de alimentación y el de retorno es de 50 kV, y 25 kV entre carriles y catenaria, de forma que el material tractor sigue siendo el mismo en ambos casos. Así el transporte de intensidad por la línea se realiza a 50 kV y la alimentación a 25 kV, de esta forma las subestaciones se pueden distanciar el doble. Este sistema de electrificación en 2x25 kV permite una mejor captación de energía con el mínimo desgaste en el tiempo, tanto de la catenaria como de los pantógrafos del material móvil.

El esquema de este sistema de alimentación sería el siguiente:

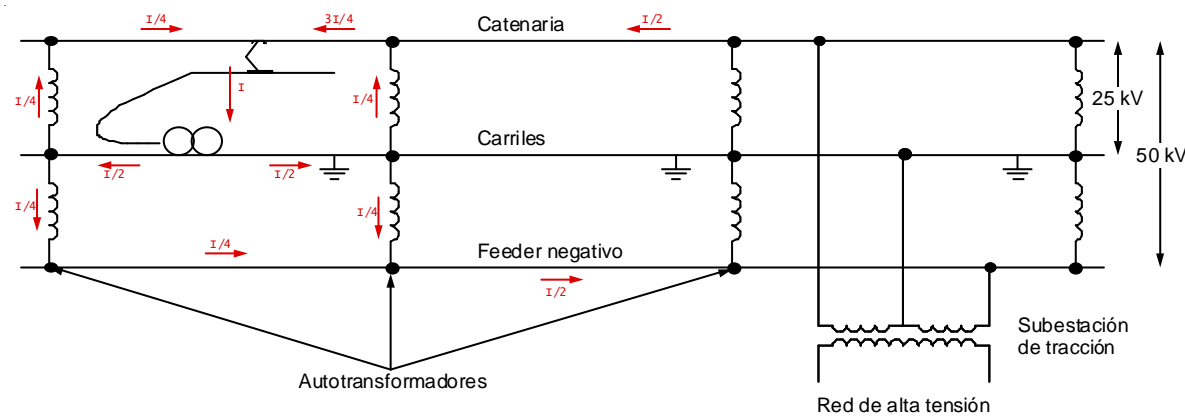


Figura 2: Esquema de funcionamiento del sistema 2x25 kV.

En este caso, además de las subestaciones de tracción en línea, son necesarios autotransformadores a lo largo de ésta para transformar la tensión de 50 kV a 25 kV, permitiendo, además un gran equilibrio en la tensión de la línea, amén de protegerla contra corrientes vagabundas. De esta forma se reducen de forma drástica las corrientes parásitas, y la impedancia de la línea es hasta 3 veces menor, con lo que se puede aumentar la distancia de las subestaciones.

Se consigue así una disminución en el número de subestaciones a implementar, aunque éstas son de mayor potencia instalada. Además se puede optimizar el emplazamiento de las mismas respecto a la traza de la línea de suministro disponible, lo que puede representar un ahorro en longitud de línea de alta tensión de acometida.

En resumen, el sistema 2 x 25 kV está basado en un transformador A.T./50 kV en el que el arrollamiento secundario dispone de tres tomas: dos extremas y una intermedia. Las tomas extremas, entre las cuales hay una tensión de 50 kV (2 x 25 kV), se conectan respectivamente a la catenaria y al feeder que constituye el circuito principal de retorno. La toma intermedia, situada en el punto central del arrollamiento secundario y por tanto a una tensión de 25 kV con respecto a las tomas extremas, se conecta al carril de rodadura trabajando así como circuito secundario de retorno. El sistema se completa mediante la instalación de

autotransformadores 50/25 kV cada 12-15 Km. aproximadamente, a cuyos extremos se conectan la catenaria y el feeder y la toma intermedia el carril de rodadura. Las subestaciones se sitúan a una distancia aproximada de 70 km.

Conviene señalar que los vehículos que circulan por las líneas electrificadas con el sistema 2x25 kV funcionan con una tensión de 25 kV entre catenaria y carril, por lo que esos mismos vehículos pueden circular por una línea electrificada con el sistema 1x25 kV, es decir que estos dos sistemas de electrificación son compatibles con el mismo material rodante.

El esquema de la corriente de retorno sería el siguiente:

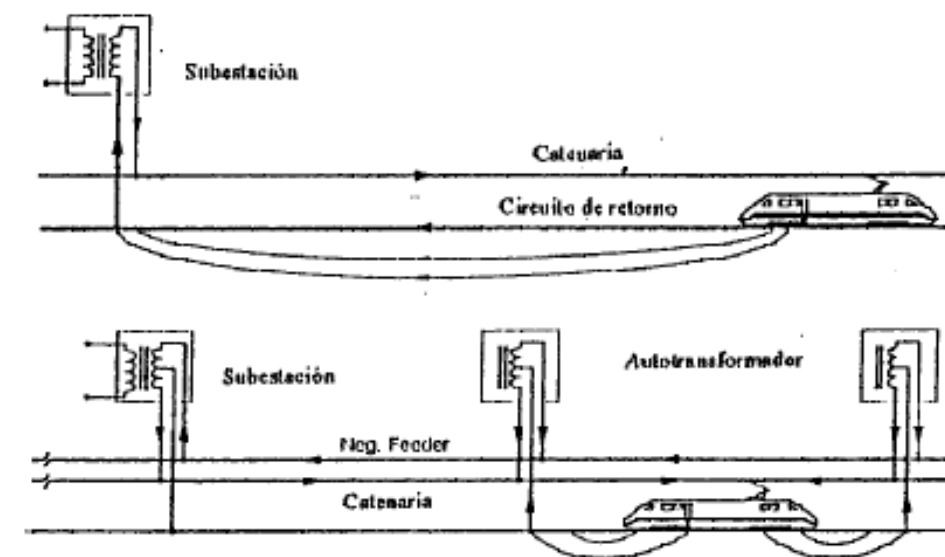


Figura 3: Corriente de retorno en corriente alterna: 1 x 25 kV - 2 x 25 kV.

3.3.- Comparación de sistemas

El principio de funcionamiento de las dos alternativas de alimentación a catenaria mencionadas es el que se ha ido desarrollando en el apartado anterior.

- **Sistema 1 x 25 kV**, que contempla fundamentalmente un transformador A.T./25 kV, cuyo arrollamiento secundario se conecta tanto a la catenaria como al circuito de retorno, pudiendo este último

estar compuesto además del carril de rodadura por un feeder de refuerzo.

Las subestaciones deben estar separadas del orden de 30-35 km, con este sistema.

- **Sistema 2 x 25 kV**, basado en un transformador A.T./50 kV, en el que el arrollamiento secundario dispone de tres tomas, dos extremas y una intermedia. Las tomas extremas, entre las cuales hay una tensión de 50 kV (2 x 25 kV), se conectan respectivamente a la catenaria y a un feeder que constituye el circuito principal de retorno. La toma intermedia, situada en el punto central del arrollamiento secundario y por tanto a una tensión de 25 kV con respecto a las tomas extremas, se conecta al carril de rodadura trabajando así como circuito secundario de retorno (véase figuras adjuntas al final del anejo). El sistema se completa mediante la instalación de autotransformadores 50/25 kV cada 12-15 km aproximadamente, a cuya entrada se conectan catenaria y feeder y la salida a catenaria y carril de rodadura.

Las subestaciones se pueden separar del orden de 70 km.

Como ventajas técnicas fundamentales, el sistema 2 x 25 kV presenta una gran reducción en las perturbaciones inducidas por la corriente de retorno en las corrientes débiles que circulan por el carril de rodadura. Asimismo permite acudir a una mayor distancia entre subestaciones, al realizarse el transporte de energía a lo largo de la línea a un mayor nivel de tensión, manteniendo la tensión de servicio del material móvil.

Debido a estas ventajas que se han ido indicando, y a que las últimas tendencias en electrificación de líneas de alta velocidad apuntan a este segundo sistema como la opción más interesante, se ha adoptado el sistema de 2 x 25 kV para la electrificación de las Alternativa correspondientes a las Fases III y IV, y al tramo Oliva – Denia, una vez ejecutada la Fase IV.

Por otra parte, en este sistema la catenaria y el feeder negativo se encuentran seccionados en tramos o cantones eléctricos. Cada cantón está alimentado por un transformador de tracción conectado a una fase diferente a la de los cantones contiguos. De esta manera se intenta minimizar el desequilibrio de la red de Alta Tensión. A este efecto, en correspondencia con cada subestación existe una zona neutra de separación de fases (zona neutra de subestación). En la subestación se dispone de sendos transformadores que alimentan ambos lados de la zona neutra. En los puntos intermedios entre dos subestaciones también existen zonas neutras de separación de fases con el objeto de separar eléctricamente los tramos alimentados por transformadores de subestaciones diferentes (zona neutra inter-subestaciones). Es conveniente que estas zonas neutras se ubiquen en zonas con pendientes mínimas para que los vehículos puedan atravesarlas por inercia sin perder en velocidad en exceso.

Cada vehículo que circule por la línea estará alimentado en cada instante por la fase (R, S o T) del transformador que alimenta ese cantón. La zona de influencia de un transformador es la delimitada entre su subestación y la zona neutra inter-subestaciones. A partir de ese punto, el vehículo pasará a estar alimentado con otra fase, la del transformador de la subestación siguiente.

Para el funcionamiento del sistema 2 x 25 kV se requiere la existencia de centros de autotransformación distribuidos a lo largo del trazado, habitualmente a intervalos de 12 a 15 km. Las tomas extremas de los autotransformadores se conectan a la catenaria y al feeder negativo, en tanto la toma media se conecta al carril y a tierra.

La función de estos centros de autotransformación es la de redistribuir las corrientes de retorno que entran por la toma media de los autotransformadores hacia el feeder negativo, el cual se convierte así en el cable de retorno de corriente principal. En función de su posición los centros de autotransformación serán de tipo intermedio, si se encuentran en un punto intermedio del cantón, o de tipo final, cuando se encuentren situados junto a una zona neutra inter-subestaciones.

El efecto de circulación de corriente entre la toma media del autotransformador y el feeder negativo es una inducción de tensión entre la toma media y la catenaria. La consecuencia inmediata es que la tensión de catenaria se mantiene en niveles altos.

Otra consideración importante es que el sistema funciona a 50 kV, por lo que a igualdad de potencia demanda por los vehículos, la corriente que circula por la catenaria se reduce prácticamente a la mitad con respecto a un sistema 1 x 25 kV, por lo que la caída de tensión también se ve reducida aproximadamente a la mitad y las subestaciones de tracción pueden distanciarse al doble.

Teniendo en cuenta que la mínima tensión permanente admisible en la catenaria es de 19 kV según la norma UNE-EN 50 163, las subestaciones pueden estar separadas del orden de 70 Km como máximo.

3.3.1.- Línea aérea de contacto

La línea aérea de contacto (catenaria) es el elemento encargado de suministrar energía eléctrica al tren a través del pantógrafo.

Las catenarias de las líneas ferroviarias de alta velocidad deben cumplir elevados requisitos. La energía ha de ser transmitida a los vehículos de forma segura, sin incidencias negativas en el medio ambiente (por efecto de los arcos eléctricos, por ejemplo) y sin un desgaste elevado del hilo de contacto ni de la mesilla del pantógrafo en los vehículos motores.

Para ello las catenarias deben cumplir ciertas condiciones estáticas y dinámicas:

- Posición de reposo uniforme.
- Elasticidad escasa y uniforme.
- Concentración uniforme de masas.

En comparación con los sistemas tradicionales, las catenarias de alta velocidad deben transportar altas intensidades de servicio y de cortocircuito con un

reducido costo de mantenimiento. Una rama ferroviaria de composición doble, circulando a velocidades de 350 km/h con una catenaria de 25 kV, puede demandar del orden de 1.100 A a 1.200 A. Estas exigencias hacen que para altas velocidades sólo resulten adecuados los sistemas de suspensión de catenaria. En estos sistemas, el hilo conductor está suspendido de un hilo sustentador y así se mantiene a una altura determinada.

La fuerza de apriete entre el pantógrafo y el hilo conductor produce una elevación de la catenaria. Al elevar la velocidad de marcha deben aumentar las fuerzas de apriete para que siempre se garantice una fuerza mínima a pesar de las mayores componentes dinámicas que existen a velocidades de marcha elevadas. Se garantiza así una transferencia de corriente segura sin interrupción del contacto.

A altas velocidades, para mantener la elevación del hilo conductor provocada por el pantógrafo dentro de límites aceptables, es necesario reducir la elasticidad en la catenaria. Se entiende por elasticidad el desplazamiento vertical que experimenta la catenaria por efecto de un esfuerzo dado. La elasticidad no depende prácticamente del tipo de catenaria, por lo que se recurre a sistemas y artificios constructivos, como sustentadores, péndolas elásticas, catenarias compuestas, etc.

Cada catenaria constituye, junto con el pantógrafo, un sistema elástico capaz de oscilar con escasa atenuación. El pantógrafo produce oscilaciones en el sistema que también afectan a las secciones situadas delante del pantógrafo y que tienen efecto sobre el contacto. Cuanto mayor es la velocidad, mayor es la influencia de este efecto.

Las oscilaciones en la fuerza de contacto, y con ello las interrupciones en la tensión, se valoran por su cantidad y duración ("arcos eléctricos"). La aparición de estos arcos se debe a la disminución de las fuerzas de apriete y es un criterio para evaluar el comportamiento dinámico de la catenaria. Estos arcos provocan, además de perturbaciones radiofónicas, desgaste en el hilo conductor.

Los criterios estáticos y dinámicos requieren necesariamente una alta calidad de montaje. Por ello, las tolerancias de montaje son extremadamente reducidas para una catenaria de alta velocidad.

La catenaria será de tipo poligonal, dado que la superficie que contiene el hilo sustentador, el hilo de contacto y las péndolas, tiene una proyección ortogonal con vértices en los puntos de sustentación debido al descentramiento.

La catenaria propuesta presenta las siguientes características:

- Catenaria simple, poligonal, atirantada, con regulación automática e independiente de la tensión mecánica.
- Formada por un sustentador de cobre de 95 mm² de sección y por un hilo de contacto de cobre-magnesio 0,6 % de 150 mm² de sección con una alta resistencia mecánica, péndolas de cobre de 25 mm² y péndola en Y de bronce de 35 mm².

A lo largo del trayecto se instalará un cable bajo la canaleta de comunicaciones para recoger todas las puestas a tierra de la instalación. A él se unen todas las estructuras que se encuentran en el interior de las vallas de protección, las mismas vallas, los puntos medios de los autotransformadores, el cable de guarda y los puntos centrales de las juntas inductivas o elementos sustitutivos equivalentes en el tipo de señalización elegido. También se unen a este cable las armaduras de puentes, viaductos y túneles, así como las estructuras metálicas que se encuentren en el área de influencia de la instalación. La función de este colector de tierras es crear una plataforma equipotencial a todo lo largo de la línea que elimine el riesgo de sobretensión en cualquier elemento de la línea.

3.3.1.1.- Dimensionamiento mecánico

La catenaria a instalar debe cumplir los siguientes criterios de dimensionado mecánico:

- Criterios estáticos.

La catenaria ha de tener una elasticidad lo más constante posible a lo largo de los vanos. Dispondrá de péndolas en “Y” con las que se pretende garantizar un coeficiente de irregularidad inferior al 10 %.

- Criterios dinámicos.

Se validará el conjunto sustentador-hilo de contacto mediante un estudio de comportamiento dinámico de la catenaria para las velocidades de circulación previstas.

Este comportamiento dinámico se obtiene mediante el cumplimiento de un conjunto de parámetros que fijan una elasticidad adecuada de la catenaria conforme a la normativa UIC 794 y EN 50.119:

- Velocidad de propagación de las ondas > 110 m/s
- Factor Doppler > 0,26
- Coeficiente de reflexión < 0,5
- Factor de ampliación < 1,9

La forma de calcular estos parámetros es la siguiente:

- Velocidad de propagación de la onda en el hilo de contacto:

$$V_p = \frac{THC}{mHC} \cdot 0,5$$

Vp Velocidad de propagación (m/s)

THC Tensión del hilo de contacto (N)

mHC Masa por unidad de longitud (Kg.)

- Factor de reflexión

$$r = \frac{(TS \cdot mS) \cdot 0,5}{(TS \cdot mS) \cdot 0,5 + (THC \cdot mHC) \cdot 0,5}$$

TS Tensión del hilo sustentador (N)

mS Masa por unidad de longitud (Kg.)

- Factor Doppler

$$\alpha = \frac{(Vp - Vc)}{(Vp + Vc)}$$

- Factor de ampliación

$$FA = \frac{r}{\alpha}$$

- Criterios de calidad de captación de corriente.

La tipología de catenaria a utilizar tendrá que cumplir los siguientes criterios en la interrelación con el pantógrafo:

- Criterio de la fuerza de contacto.

Conforme EN 50.119 la catenaria deberá admitir los siguientes esfuerzos dinámicos máximos:

- Esfuerzo dinámico máximo $(Fm+3T) < 350$ N.
- Esfuerzo dinámico mínimo $(Fm-3T) > 0$ N.

- Criterio de pérdida de contacto.

El porcentaje de generación de arcos será inferior al 1%.

- Criterio de elevación del hilo de contacto en el apoyo.

La elevación máxima admisible del hilo de contacto en el apoyo al paso del pantógrafo será de 120 mm.

3.3.1.2.- Tensiones de los conductores. Compensadores

Para realizar la compensación mecánica de recurre a poleas en bloque, contrapesos y polipastos. Se prescinde, pues, de los dispositivos de muelle con polea excéntrica, ya en desuso, y de los cilindros de gas nitrógeno comprimido con cierre estanco en aceite, inviables para tensiones elevadas.

Las tensiones mecánicas del sustentador e hilo de contacto están reguladas mediante polipastos y contrapesos independientes para cada uno de ellos. Este mecanismo asegura que las tensiones mecánicas del sustentador e hilo de contacto permanecerán constantes entre -20 °C y +80 °C.

Entonces, dado que con el frotamiento del pantógrafo se desgasta el hilo de contacto y se reduce su sección, es necesario realizar la compensación mecánica quitando contrapesos cada cierto tiempo, dependiendo del número de circulaciones.

3.3.1.3.- Criterios geométricos

Con el objeto de que el desgaste del pantógrafo se reparta a lo largo de todo el frotador por igual, en los tramos rectos, el hilo de contacto se sitúa formando un zig-zag respecto del eje de vía. En curva se opera de igual manera para que siga la curva sin perder el contacto hilo-pantógrafo.

Los vanos máximos serán de 60 m y el descentramiento será de ± 20 cm en vía recta. En curvas el descentramiento podrá ser de ± 24 cm.

Altura de catenaria

Siguiendo las recomendaciones de la UIC será:

- A cielo abierto: 1,40 m.
- Seccionamiento a cielo abierto: 1,40 – 2,30 m.
- Longitud del cantón de compensación: Máximo 1 280 m.

Si bien la altura de los pasos superiores y obras de fábrica debe permitir, en cualquier caso, la instalación de catenarias con altura de 1,40 m es posible el paso con alturas inferiores utilizando equipos de altura reducida, perfectamente ensayados y aceptados.

La longitud de péndolas debe estar calculada para que el hilo de contacto presente en posición estática una flecha de 1/1 000 del vano.

Altura del hilo de contacto

La altura de diseño del hilo de contacto respecto al plano de rodadura de la catenaria será de 5,08 ó 5,30 metros, de acuerdo con la ETI subsistema Energía.

En el caso de tener que realizar transiciones debidas a la variación de altura (presencia de pasos superiores, por ejemplo), la pendiente de transición nunca deberá ser superior a 1 ‰, no siendo superior al 0,5 ‰ en las transiciones, conforme EN 50 119.

Vanos

Conforme UIC 799 la longitud máxima de los vanos será de 64 metros y únicamente se permitirán diferencias de longitud de vanos contiguos no superiores a 10 metros. Como norma general, en este estudio la longitud máxima del vano adoptada será de 60 metros.

El número de vanos de los seccionamientos será como mínimo:

- Seccionamientos de compensación: 4 vanos
- Seccionamientos de lámina de aire: 4 vanos

Tolerancias de instalación

La posición de cimientos y soportes en relación con la posición de la vía no debe desviarse de la teórica en más de 10 cm.

El montaje de ménsulas y catenaria deberá hacerse con la vía en primera nivelación. Las tolerancias de altura y posición del hilo de contacto serán de 1 cm, menores que las tolerancias absolutas de la vía.

Por lo tanto, y para evitar posibles diferencias entre la posición teórica de la vía y la definitiva, se utilizarán ménsulas que permitan la corrección de alturas y descentramiento de la catenaria después de construida, para ajustarse a las variaciones de la posición de la vía respecto a su posición teórica. Esto se realizará sin modificar el pendolado hasta diferencias de altura de 18 cm y descentramientos de 10 cm en ambas direcciones.

3.3.1.4.- Equipo de vía general

Postes

Los postes deberán permitir la adaptación a las diferentes alturas del hilo de contacto. La altura respecto al plano de rodadura será de 5,08 ó 5,30 metros.

Los postes a utilizar para sustentar las catenarias serán del siguiente tipo:

- Postes de vía general

Deberán emplearse postes metálicos.

Se protegerán mediante tratamientos químicos (galvanizado, etc.) pudiendo complementarse con pintura.

- Postes en zona de puentes y viaductos

Se usarán postes de acero, bien de perfiles HEB galvanizados, o de perfil compuesto con embarrado diagonal también galvanizado.

- Postes en puestos de banalización y apartaderos

El tipo de postes a utilizar dependerá de la ubicación, del gálibo y de las cargas a soportar. Serán metálicos, galvanizados y con pintura protectora posterior si fuese necesario.

Los postes de la vía general, como se ha indicado, serán metálicos y en forma de celosía. En la base van dotados de una placa para su conexión al macizo mediante pernos.

Esta configuración tiene las siguientes ventajas:

- Respecto a los postes de hormigón son más ligeros, de más fácil manejo e instalación y con mucha mayor durabilidad en zonas donde sea posible cualquier roce que descubra las armaduras. Además su sistema de anclaje permite sustituir un poste por otro sin necesidad de rehacer el macizo de anclaje, ventaja muy importante en caso de gran avería para restablecer rápidamente el servicio.
- Respecto a los postes metálicos de perfiles en doble T, presenta la ventaja de que su deformación es un 49% de la deformación de los de doble T y su peso es un 43%.

Deberán cumplir las siguientes normas y condiciones:

- Incorporación de letreros de identificación del tipo de poste, así como casquillos para su referencia topográfica.
- Se calculará la estabilidad de la estructura, incluyendo un cálculo de deformación que permita verificar que la geometría de la catenaria no resulte alterada fuera de los límites admisibles a causa tanto de cargas no permanentes como de las originadas por la presión del viento.
- Los postes deberán incorporar elementos que impidan el fácil acceso a las partes altas (en tensión eléctrica).
- La fijación de los postes al terreno se realizará mediante pernos de anclaje de acero galvanizados sobre cimentaciones de hormigón armado o cimentaciones especiales.

En cualquier caso, los criterios y reglas que deberán aplicarse y tenerse en cuenta para el dimensionamiento y cálculo de postes son:

- Acciones sobre el poste:
 - Peso propio de los cables (sustentador, hilo de contacto y colas de anclaje).
 - Acción del viento sobre los cables ($V= 120 \text{ km/h}$)
 - Esfuerzo horizontal debido al atirantamiento del cable.
 - Esfuerzo horizontal provocado por el trazado en curva ($R > 2\ 000 \text{ m.}$).
 - Peso propio de las ménsulas, del poste y de los accesorios.
 - Acción del viento sobre las ménsulas y el poste en las dos direcciones ($V= 120 \text{ km/h}$).

Los esfuerzos se obtendrán para cada tipo de cable y se sumarán según el tipo de poste conforme a la tabla siguiente:

Tipo poste	Sustentador	Contacto	Retorno	Feeder +	Feeder -	Cola sustent.	Cola contacto
Vía general	1	1	1	1	1	0	0
Punto fijo	1	1	1	1	1	2	0
Ancl. P. fijo	1	1	1	1	1	1	0
Ancl. secc.	1+ ¹ / ₂	1+ ¹ / ₂	1	1	1	1	1
Semieje secc.	1	1	1	1	1	1	1
Eje secc.	1	1	1	1	1	0	1

Además de los esfuerzos de flexión, se considerará en los semiejes el esfuerzo torsor que produce la cola de anclaje.

También se estudiará como carga accidental, el momento (M_y) que produciría sobre el poste una rotura de catenaria. Esta situación de carga supone que el poste soporta la tensión de trabajo de los cables únicamente en uno de los lados.

- Verificación tensional

Se comprobará que la tensión en el poste no supere la tensión máxima admisible:

$$\sigma = \frac{N\omega}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} < \frac{f_y}{\gamma_y \gamma_d}$$

Donde:

- f_y Límite elástico del acero del poste.
- $\gamma_y = 1,10$ Coeficiente de minoración de la resistencia del acero.
- $\gamma_d = 1,50$ Coeficiente de mayoración de cargas.
- N Esfuerzo axial.
- ω Coeficiente para considerar los fenómenos de inestabilidad en perfiles comprimidos (Método omega de la Norma EA-95).
- A Sección del poste en el empotramiento.
- W_x, W_y Momentos resistentes del poste en el empotramiento.
- M_x, M_y Momentos a resistir por el poste de catenaria.

Por otro lado, si se trata de un poste empresillado, la obtención de tensiones se realizará de la siguiente forma:

Esfuerzo horizontal que se absorbe por la inclinación de los montantes:

$$H_{mes.} = 2 \cdot M_x \cdot \frac{tg \alpha}{d}$$

Siendo α la inclinación de los montantes, M_x el momento total y d la separación de los cordones.

La fuerza residual que produce los momentos secundarios es:

$$H_{reducido} = H_x - H_{mes.}$$

Y el momento secundario es:

$$M_{sec.} = H_{reducido} \cdot s / 4$$

Donde s es la separación entre presillas.

Finalmente se obtiene la tensión de trabajo de los perfiles como:

$$\sigma = \frac{N\omega}{A} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_{sec.}}{W_{cordones}} + \frac{M_y}{W_y}$$

utilizando la nomenclatura anterior.

Macizos

Las cimentaciones que se utilizan dependen del tipo de poste a emplear. En este caso los postes son metálicos, de manera que las cimentaciones serán de hormigón con pernos de anclaje y de sección circular.

La profundidad de las cimentaciones se determinará en función de las cargas a aplicar y el tipo de suelo en que se sitúen.

Los pernos de anclaje serán de acero galvanizado. Sus dimensiones exactas y las distancias entre ellos se asegurarán mediante plantillas con el objeto de que la instalación de los postes pueda realizarse de forma correcta.

La cara superior de los macizos se colocará a una cota por debajo del plano medio de rodadura de la vía de 0,85 m.

Todos los elementos estructurales de los macizos deberán conectarse a la tierra del sistema eléctrico de tracción.

Para la verificación de los macizos se hallarán los momentos de vuelco (M_v) y los momentos actuantes (M_t), imponiéndose la condición:

$$M_v > M_t$$

Los postes de anclaje de seccionamiento llevarán un macizo de asiento de contrapesos a la máxima temperatura (80°C).

Momentos actuantes

Para hallar los momentos actuantes M_t se consideran las acciones sobre el poste y las características del hilo de contacto y sustentador.

Las acciones consideradas sobre el poste son:

- Peso propio de los cables (sustentador, hilo de contacto y colas de anclaje).
- Acción del viento sobre los cables ($V= 120$ km/h)
- Esfuerzo horizontal debido al atirantamiento del cable.
- Esfuerzo horizontal provocado por el trazado en curva ($R > 2\ 000$ m.).
- Peso propio de las ménsulas, del poste y de los accesorios.
- Acción del viento sobre las ménsulas y el poste en las dos direcciones ($V= 120$ km/h).
- En los semiejes, el esfuerzo torsor que produce la cola de anclaje.
- Momento (M_y) que produciría sobre el poste una rotura de catenaria. Esta situación de carga supone que el poste soporta la tensión de trabajo de los cables únicamente en uno de sus lados.

Momento volcador de macizos

Para la verificación de las cimentaciones se utilizará el método propuesto por el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. En este reglamento se exige que la cimentación tenga un ángulo de rotación máxima α con $\text{tg}(\alpha) < 0,01$. Sin embargo, para aumentar el coeficiente de seguridad, se considerará un valor $\text{tg}(\alpha) = 0,005$.

Aisladores

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.

La longitud de la línea de fuga aconsejada por la B.E.I. (Publicación 815 de 1986) para líneas de 25 kV nominales entre fase y tierra, que suponen una tensión máxima o permanente de 29.000 V (Norma UNE EN 50 163), será superior a 803 mm para un grado de polución ligero conforme el Anexo A de la EN 50 119.

La tensión mínima de rotura de los aisladores deberá ser superior al 95 % de la tensión mínima de rotura del sistema de cables que soporta. Asimismo, el máximo esfuerzo de trabajo no deberá superar el 40 % del valor de la tensión mínima de rotura del mismo.

Atirantados

El hilo de contacto se atirantará 200 mm alternativamente en cada poste. En el eje de seccionamiento se atirantará 250 mm alternativamente.

En curvas y ejes de seccionamiento se permitirá un atirantado mayor, siempre y cuando el hilo de contacto únicamente trabaje dentro de la zona de captación del pantógrafo, según UIC 794. Como máximo se recomiendan descentramientos laterales no superiores a 300 mm.

El descentramiento máximo del hilo de contacto bajo el efecto del viento transversal en el centro del vano será de 400 mm.

En curvas de radio entre 2.500 y 3.000 m el atirantado se realizará con valores de +200 mm y 0 mm en el poste siguiente. En radios superiores a 3.000 m el atirantado será como en rectas, alternativo dentro y fuera de 200 mm.

Ménsulas

En la vía general, la suspensión de la catenaria se hará con ménsulas de tubo, triangulares, aisladas y ligeras.

Cuando sea necesario suspender varias catenarias se emplearán disposiciones de doble y triple ménsula sobre el mismo apoyo y, si es necesario, se emplearán pórticos rígidos o voladizos soporte de ménsulas, sobre los que se apoyarán los equipos que soportan tensiones diferentes. Siempre que sea posible, se instalarán los aislamientos de modo que todas las ménsulas sobre el mismo soporte estén sometidas a la misma tensión.

En los casos, como ejes de seccionamiento de aire o zonas neutras, en que obligatoriamente debe preverse la existencia de tensiones diferentes en el mismo apoyo, se preverán las distancias eléctricas necesarias, tal como se ha indicado anteriormente.

Del mismo modo, cada ménsula tendrá la posibilidad de moverse libremente entre los límites de temperaturas admitidos, sin interferir con el movimiento de otras ménsulas situadas en el mismo soporte.

Los soportes y dispositivos de atirantado tendrán como misión minimizar los movimientos del hilo de contacto con respecto a la vía y deben ser estables, incluso con viento en dirección inversa al atirantado.

3.3.1.5.- Catenaria en viaductos

La electrificación en viaductos y puentes se realizará teniendo presente las siguientes indicaciones:

- La altura de los hilos de contacto será de 5,08 ó 5,30 m.
- La altura de la catenaria será de 1,40 m.
- La ubicación de los postes se realizará normalmente sobre los pilares de los viaductos y puentes, sin afectar la estructura de aquellos.
- La colocación de los postes se realizará sobre bases preparadas con ejes roscados sobre el tablero.
- El gálibo de colocación de postes es de 3,35 m. de eje de vía a eje de poste.
- No se ubicarán zonas neutras ni seccionamientos en puentes ni en viaductos debido al difícil acceso en caso de incidencias y/o tareas de mantenimiento.
- En caso de tener que proyectar anclajes sobre puentes o viaductos, estos se realizarán con placas montadas sobre el tablero.
- La longitud de los vanos en viaductos y puentes dependerá de si es un tramo recto o una curva y de la velocidad del viento.

3.3.1.6.- Equipamiento en estación

La electrificación de las estaciones se realizará teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- La altura de los hilos de contacto será de 5,08 a 5,30 m.
- La altura de la catenaria será variable al existir equipos de agujas aéreas y de seccionamiento.
- Independización mecánica de las catenarias de las vías generales de las catenarias de las vías secundarias. Esto se logrará instalando equipos de ménsulas sobre postes independientes, sobre dinteles de pórticos rígidos o bien sobre dinteles de ménsulas rectas.
- Instalación del mismo tipo de catenaria compensada en todas las vías.
- No existirán zonas neutras en las estaciones en las vías generales.
- Realización de agujas aéreas en función del tipo de aparato de vía y de la velocidad de circulación por vía desviada.
- Instalación de seccionamientos de lámina de aire a la salida y entrada de las estaciones en coordinación con el sistema de señalización.
- No se ubicarán postes delante de los edificios de viajeros o en zonas donde se entorpezca la circulación de viajeros.
- La ubicación de los postes deberá tener en cuenta el gálibo necesario en cada sección de la vía, debiendo ser de 3,00 m. la distancia mínima de eje de vía a eje de poste en zonas fuera de andenes. En los andenes la distancia deberá ser mayor.

3.3.1.7.- *Compensación de tensiones*

La tensión del sustentador y del hilo de contacto será compensada de forma independiente y automática mediante poleas y pesos apropiados. La relación de poleas será 1:3 para el sustentador y 1:5 para compensar el hilo de la catenaria.

Las tensiones de trabajo del sustentador y del hilo de contacto cumplirán las indicaciones de la EN 50 119.

En el centro de dos equipos de contrapesos se colocará un punto fijo que impedirá el desplazamiento de la catenaria. La longitud prevista entre dos equipos compensados no será superior a 1 280 m.

Los equipos de compensación a cielo abierto se ubicarán en el mismo poste, colocando las poleas en paralelo y a la misma altura sobre el centro, o bien colocando las poleas a distinta altura pero en vertical y con distinta separación del poste.

Los equipos de compensación se equiparán adecuadamente para impedir el movimiento de los contrapesos por agentes externos a la catenaria o su caída en caso de rotura del conductor. Llevarán protecciones para garantizar la seguridad de las personas, así como sistema antirrobo de pesas.

3.3.1.8.- *Puntos fijos*

En el centro de los cantones de compensación mecánica se instalarán puntos fijos que deben cumplir los siguientes requisitos:

- La longitud de los semicantones deberá ser lo más igual posible para evitar desplazamientos en los conductores.
- El cable de arriostamiento podrá ser de cobre o bronce.
- La carga de trabajo del cable se determinará según la Norma EN 50 119.
- En caso de condiciones ambientales diferentes en ambos equipos de compensación, es conveniente que los puntos fijos lleven latiguillos.
- Los latiguillos deberán instalarse entre la 2ª y 3ª péndolas normales, de longitud aproximada cinco veces la altura entre el sustentador y el hilo de contacto.
- El cable de los latiguillos podrá ser de bronce BzII o de Cu.

3.3.1.9.- Seccionamientos

Los seccionamientos de lámina de aire tienen la misión de aislar tramos de catenaria para trabajos de mantenimiento o reparación, dejando en servicio otros tramos de la instalación. Teniendo en cuenta que las subestaciones alimentan siempre en ménsula, al abrir uno de estos seccionamientos se deja sin alimentación toda la catenaria situada entre el seccionamiento y la zona neutra de separación de las fases, siempre que estén abiertos los seccionadores de puesta en paralelo de ambas catenarias.

Los seccionamientos se proyectarán atendiendo a los siguientes criterios:

- Estarán situados como máximo a cada lado de un cantón de 1.200 – 1.800 m.
- La altura del hilo de contacto será de 5,08 – 5,30 m.
- La separación de las catenarias en un seccionamiento será:
 - Tipo compensación >200 mm.
 - Tipo lámina de aire >400 mm.
- Número de vanos de un seccionamiento:
 - Tipo compensación a cielo abierto >4 vanos
 - Tipo lámina de aire a cielo abierto >4 vanos

En los seccionamientos de lámina de aire las colas de anclaje aisladas deberán llevar conexiones ecualizadoras, uniéndolas a las catenarias del trayecto.

Para la ubicación de los seccionamientos deberán tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

- No deben instalarse seccionamientos de compensación en túneles cortos, procurando desplazarse al exterior.
- No deben instalarse seccionamientos de compensación en puentes cortos ni bajo pasos superiores.
- Se recomienda no situar seccionamientos en puentes y viaductos debido al difícil acceso en caso de incidencias o en caso de trabajos de mantenimiento preventivo.
- Debe evitarse la instalación de seccionamientos en zonas de agujas aéreas, debido a la complicada ejecución de la catenaria en cruce.

3.3.1.10.- Zonas neutras de separación de fases

La catenaria dispondrá de zonas neutras apropiadas a la separación de fases eléctricas del sistema de electrificación. Las zonas neutras impiden que el pantógrafo pueda cortocircuitar dos catenarias alimentadas con distinta fase de la línea de alta.

Los puntos de separación de fases deben estar constituidos de modo que en ningún caso se produzca un puenteo de los puestos de seccionamiento por parte de los pantógrafos de los vehículos motores. Por otro lado, los puntos de separación de fases sólo deben presentar un mínimo de medidas que restrinjan el servicio.

Estas zonas neutras se montan:

- En el punto medio entre dos subestaciones, marcando el límite de alimentación de cada una de ellas.
- En frente de cada subestación para, en caso de avería de la subestación, poder alimentar desde las subestaciones adyacentes hasta ese punto.

En el primer caso los seccionadores de puenteo están normalmente abiertos, y en el segundo normalmente cerrados.

La ubicación de las zonas neutras se realizará en zonas con la mínima pendiente posible (incluso horizontal, si se puede), para facilitar el paso por inercia de los trenes. El desplazamiento máximo de la zona neutra, respecto al centro de la subestación eléctrica, no debe ser superior a 3 km para evitar el aumento de la caída de tensión en la sección más larga.

Las zonas neutras tendrán una longitud superior a la distancia entre pantógrafos extremos conectados eléctricamente, 402 m de acuerdo a la Especificación Técnica de Interoperabilidad Relativa al Subsistema Energía del Sistema Ferroviario Transeuropeo de Alta Velocidad (ETI Energía).

Se exigen las siguientes condiciones geométricas para el dimensionamiento de la longitud de la zona neutra:

- La longitud eficaz debe ser mayor que la de los pantógrafos combinados eléctricamente para que no se produzca un puente entre distintas fases
- En cada composición de tren, la distancia entre dos pantógrafos no combinados eléctricamente que toque la catenaria debe ser mayor que la longitud eficaz, para que la sección de protección en ambos lados no quede unida por el patín de cada pantógrafo.

Las zonas neutras serán realizadas mediante seccionamientos eléctricos que dispondrán de seccionadores y telemandos que permitirán interrumpir y reponer la continuidad eléctrica de los diferentes tramos.

La distancia entre los conductores paralelos de diferentes fases en los seccionamientos será superior a 540 mm conforme a la EN 50 119.

En la catenaria de la zona neutra, los contrapesos se colocan en el sentido de la marcha de los trenes. Al diseñarlas hay que tener en cuenta:

- Trenes con varios pantógrafos.
- Ramas con doble posición.
- No deben requerirse limitaciones de velocidad en el paso por estos puntos.
- La longitud a recorrer debe ser lo más corta posible, por la pérdida de tracción que se produce.

3.3.1.11.- *Colas y tirantes de anclaje*

Todos los conductores se anclan separadamente y llevan un tirante de anclaje.

Los cables de las colas del sustentador y del hilo de contacto tienen la capacidad de resistir la eventual perforación o contoneo de un aislador. Del mismo modo, al ser múltiples, los cables de los polipastos también pueden soportar el paso de la corriente de cortocircuito a tierra durante el corto tiempo que tarda en reaccionar la protección correspondiente.

3.3.1.12.- *Sistemas de retorno y puesta a tierra*

Las funciones del sistema de corriente de retorno y puesta a tierra serán las siguientes:

- Retorno seguro de la corriente de tracción con reducción de la corriente en el subsuelo.
- Control del potencial carril-tierra para evitar tensiones inadmisibles de contacto accidental, tanto durante el servicio como en caso de cortocircuito, conforme a MIE-RAT 13 y EN 50 122-1.
- Limitación de perturbaciones inductivas en cables de señalización y comunicaciones tendidos en las proximidades de la catenaria.
- Disparo seguro de las protecciones de feeder en la subestación al romperse el hilo de contacto o el sustentador.

El sistema de retorno y puesta a tierra estará constituido por los propios carriles, el cable de retorno y el colector de tierra. Además, cada poste dispondrá de una pica de puesta a tierra conectada eléctricamente al poste.

El cable de retorno será de aleación de acero y aluminio, desnudo, de 180 mm² de sección. Estará ubicado a una altura de 5,50 m. respecto al carril y grapado y conectado eléctricamente a los postes de catenaria por su cara exterior.

Este cable de retorno se conectará cada 500 m aproximadamente al carril de su lado mediante dos cables de cobre.

El cable colector de tierras es un conductor de cobre (Cu) electrolítico, flexible y desnudo, de 50 mm², que va situado junto a la canaleta de cables y al que se conectan los elementos conductores que no forman parte del sistema intrínseco de retorno. Este cable se conecta al carril cada 500 m aproximadamente, en el mismo punto de las conexiones del cable de retorno descritas anteriormente.

Al cable colector de tierra se conectarán todos los elementos exteriores a la catenaria, como viseras, estructuras de puentes, barandillas, valla de protección y en general, todos los elementos metálicos próximos a la instalación que son susceptibles de entrar en tensión, bien por contacto, bien por inducción. También se conectan a este colector los postes en los que no es posible clavar una pica, o en los que el terreno es de características tales, que dicha pica sería inútil.

Tanto el cable de retorno como el colector de tierra, se conectan al carril cada 500 m aproximadamente y asimismo, se conectan los de ambas vías entre sí, para asegurar un buen retorno de las corrientes de defecto que haga actuar las protecciones en la subestación.

Como norma, a esta tierra de tracción deben conectarse todos aquellos elementos que no tienen una conexión directa a los 25.000 V de la catenaria o del feeder negativo.

El cable colector de tierra se instalará únicamente en aquellas zonas en que existan estos elementos exteriores o en que, por las características del terreno, sea imposible clavar las picas de la puesta a tierra de los postes.

Todas las conexiones entre cables se realizarán mediante grapas de conexión. Las conexiones de los cables a la vía se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

Las conexiones entre los cables de retorno, colector de tierras y carriles, se realizarán mediante cables de cobre aislado 0,6/1 kV, flexible, de sección mínima de 50 mm² y/o reutilizando el cable de Cu-150 sobrante.

3.3.1.13.- Alimentación y conexiones

Feeders

En el sistema de electrificación 2 x 25 kV la alimentación a la catenaria se realiza por medio de autotransformadores conectados entre el "feeder negativo" (hilo de retorno) y la catenaria, que también tienen un punto central de conexión al carril. Este "feeder negativo" va situado sobre crucetas fijadas en los postes, que lo alejan de los mismos en dirección al campo y va suspendido de estas mediante una cadena de elementos aisladores.

Seccionadores y conexiones

Los seccionadores son de apertura vertical. Se montan en los pórticos de salida de las subestaciones y puestos de alimentación con autotransformador o en soportes independientes. En los seccionamientos de lámina de aire, los seccionadores se montan en el eje de seccionamiento.

Se prevé la utilización en el exterior de las subestaciones de seccionadores de apertura en carga con mando eléctrico o electro-hidráulico, que podrá ser mandado a distancia desde el puesto de mando que se establezca.

Hilo de contacto

El hilo de contacto cumplirá los requerimientos de la Norma EN 50 149 y será instalado cumpliendo la Norma EN 50 119.

El material del hilo de contacto será una aleación de cobre (Cu) con magnesio (Mg), ranurado y de altas prestaciones mecánicas y de conductividad.

Se utilizará un único hilo de contacto. Su sección será escogida conforme a las directrices mencionadas anteriormente. El aspecto exterior será el que establece la Norma prEN 50 149 en su apartado 4.2. Deberá tener una sección circular de 150 mm² y una ranura de anclaje tipo B, identificado como RIM-150 según la Norma prEN 50 149, apartado 4.4.4.

La sección podrá tener una tolerancia de ± 3 %. Además, la tolerancia del diámetro estará comprendida entre los valores 14,3 y 14,7 mm. La masa por kilómetro podrá tener una tolerancia de ± 3 %, por lo que deberá estar comprendida entre 1.293 y 1.374 kg/km y la tolerancia de la longitud del hilo de contacto será de 0+30 m. Según la Norma prEN 50 149, apartado 6.3, no se permitirán soldaduras ni uniones.

La resistencia eléctrica por unidad de longitud a 20 °C, no deberá exceder de 0,185 Ω /km.

Por efecto de radiación solar y calentamiento resistivo, los conductores pueden alcanzar temperaturas no superiores a los 80 °C, para lo que el Reglamento de Líneas Aéreas determina la densidad de corriente admisible para cada tipo de conductor, material y composición.

Como desgaste máximo del hilo de contacto se admitirá el 20 %.

Péndolas

Conforme a la UIC-799, la separación entre péndolas será menor de 9,5 m, con el objetivo de limitar las flechas del hilo de contacto entre las mismas. Asimismo, la longitud mínima de péndola será de 250 mm.

Las conexiones con el sustentador y el hilo de contacto serán robustas y seguras, para garantizar el contacto eléctrico. Asimismo, su sección será adecuada para evitar riegos por calentamiento, adoptándose en este caso péndolas de cobre de 25 mm² de sección.

Se emplearán péndolas en Y de bronce de 35 mm² de sección, para conseguir mayor homogeneidad de la elasticidad de la catenaria.

3.3.1.14.- Agujas

En las agujas de vía general se evita el ataque lateral del pantógrafo a la catenaria elevándola y no permitiendo que apoye hasta que su eje no se encuentre sobre el pantógrafo.

Esto se consigue mediante el empleo de una catenaria auxiliar que va haciendo seccionamientos primero con una catenaria y luego con otra.

Para poder montar las catenarias en la zona de agujas, es necesario montar pórticos rígidos, de los cuales se suspenden silletas a las que se fijan las ménsulas precisas para el montaje de las agujas.

Para el caso de agujas menos importantes, que partiendo de una vía de apartado conduzcan a una vía secundaria, con cambios de velocidad reducida, se emplearán agujas tangenciales, pero simplemente con dos catenarias.

3.3.1.15.- Protecciones y conexiones al carril

Debido a la elevada tensión que se maneja, una de las cuestiones de vital importancia en esta instalación es la seguridad de los usuarios y del personal de explotación.

Igualmente, la propia instalación de electrificación y las instalaciones cercanas deben protegerse. Las primeras contra los fenómenos eléctricos atmosféricos y las segundas contra las corrientes vagabundas.

En una instalación de corriente alterna de 25 kV pueden aparecer efectos de inducción y de resonancia que no se presentan en las instalaciones de tracción con corriente continua y que pueden provocar corrientes de importancia en puntos no deseados, como las armaduras de las obras de fábrica y de los túneles. Por eso, todas las protecciones de este sistema se basan en la filosofía de que *“cualquier parte de la instalación que no está unida al circuito de retorno, está sometida a 25 kV”*.

Para reducir al mínimo todos estos riesgos es preciso crear una placa equipotencial a lo largo de toda la instalación a la cual irán conectados todos los elementos metálicos conductores no activos de la instalación.

En los postes de anclajes se preverá una placa atornillada al poste asegurando un buen contacto eléctrico. A ella se unirán todas las estructuras de sujeción de contrapesos, poleas, colas, etc.

De la base del poste se sacará una conexión al cable colector de tierras, que a su vez y cada tres vanos, irá conectando al cable de retorno. Cada seis vanos se conectará al cable de retorno y al carril.

Uniéndolo las cabezas de todos los postes de cada lado de la instalación se dispone un cable de guarda. Este cable, tanto de un lado como de otro, se conecta al cable colector de tierra, normalmente cada 1,5 km.

Todos los puntos centrales de juntas inductivas o condensadores de las secciones de separación de frecuencia de señalización irán conectados al cable de guarda y al cable colector.

Las obras de fábrica deberán dejar en el exterior del hormigón una placa metálica, a la cual se habrá soldado un redondo que conecte eléctricamente, mediante soldadura, todas las armaduras del hormigón. Esta placa se conectará al cable de tierra.

En las alimentaciones a la catenaria desde el autotransformador se conectará el punto central del mismo al carril, tendrá una tierra independiente y además, se conectará al cable colector de tierra.

En los túneles se deben seguir las mismas normas que en las obras de fábrica. En la entrada se anclarán los cables de guarda conectándolos al colector de tierra, el cual pasará a lo largo del túnel por debajo de la canaleta de comunicaciones.

Al cable colector deberán conectarse también todas las tierras de señalización, comunicaciones, etc., así como los soportes aislados, las vallas de protección y en general, todas las masas metálicas no sometidas a tensión por razones de su función.

Se protegerá especialmente la maniobra de seccionadores, conectando el poste a una rejilla sobre la que debe situarse el operador. También es importante la conexión a tierra de las viseras de los pasos superiores.

El objeto de estas medidas es hacer funcionar los extrarrápidos de las subestaciones en caso de perforación o fuga de los aisladores y además, evitar la acción electrolítica destructora en el acero de las armaduras.

4.- SUBESTACIONES DE TRACCIÓN

Como se ha visto en el apartado anterior, dependiendo de la fase, la electrificación se realizará a 3.000 V o a 25.000 V. Además, cabe la posibilidad de que en la Fase IV toda la línea quede electrificada a 25 kV.

Así pues, en el tramo entre Valencia y Oliva, cuya construcción se llevará a cabo en la Fase I, la línea quedará electrificada a 3.000 V, teniendo en cuenta que salvo por las circulaciones de trenes Alvia / Intercity entre Madrid y Oliva, reducidas a 1 expedición por sentido los fines de semana en invierno y cada dos días en periodo estival, el resto de las circulaciones corresponden a la línea de cercanías C1 electrificada en dicha tensión. Esto permite el empleo del material

móvil de cercanías actual sin ningún tipo de modificación al menos hasta la Fase IV, en la que cabría la posibilidad de que la tracción se realizara a 25 kV.

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 hasta Denia, únicamente permiten alcanzar los 160 km/h.

Este mismo sistema de electrificación se implantará en el tramo Oliva – Denia durante la ejecución de la Fase II.

Por otra parte, las alternativas situadas en los tramos que se construyan en las Fases III y IV, y el tramo Oliva – Denia, una vez ejecutada la Fase IV, se electrificarán a 25.000 V.

Está previsto que en los tramos en los que la tensión de tracción sea de 25 kV, el sistema empleado para suministrarla será de 2 x 25 kV, que permite una distancia entre subestaciones del orden de 70 km.

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 para la extensión de la línea hasta Oliva en la Fase I, y hasta Denia en la Fase II o la necesidad de alguna nueva, 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.

Dependiendo de la combinación de alternativas seleccionadas, la distancia entre Xeraco y Oliva, que incluye el final del tramo 0, el tramo 1 y parte del tramo 2, queda comprendida entre 16,3 km y 17,2 km, lo que implica la necesidad de disponer una nueva subestación en esta localidad, una vez que la línea se Extienda a Denia.

Una vez ejecutada la Fase IV, a partir de Oliva la electrificación se realizará a 25.000 V, por lo que esta subestación a implantar será mixta suministrando energía de tracción de 25 kV de corriente alterna en dirección a Denia y de 3 kV de corriente continua, obtenida mediante un rectificador, en dirección a Valencia.

Por lo tanto, a pesar de que alimentará a la línea Valencia – Denia a 3 kV durante la puesta en servicio de la Fase II, se dejará preparada para la futura instalación de los rectificadores necesario para pasar la corriente de alterna a continua y para la incorporación de nuevos transformadores que alimenten la línea a 25.000 V, una vez ejecutada la Fase IV.

4.1.2.- Electrificación a 25.000 V

Hasta la conexión con las líneas existentes que acceden a Alicante, Alicante-La Encina o Albacete–Alicante, dependiendo de la alternativa seleccionada, la infraestructura proyectada es de nueva construcción por lo que no existe ninguna subestación a lo largo de ella.

En cuanto a las líneas de conexión mencionada, se tienen subestaciones en Alicante-Terminal y en Monforte del Cid, en el caso de la línea convencional, y en Sax para la LAV Albacete-Alicante.

El sistema 2 x 25 kV propuesto permite distanciar las subestaciones hasta unos 70 km, por lo que considerando la existente en Alicante-Terminal y la proyectada en Oliva de acuerdo al apartado anterior, se propone una subestación adicional en el tramo comprendido entre Oliva y Alicante a situar en Benidorm.

4.1.3.- 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 y en un sistema de electrificación a 25.000 V c.a., se establecerá alrededor de los 70 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).

En una primera aproximación, con el objeto de verificar el criterio de distancia entre subestaciones, se toma como P.K. de las mismas el correspondiente a las estaciones de Oliva y Benidorm en las distintas alternativas.

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.

En la siguiente tabla se refleja la distancia mínima y máxima entre subestaciones atendiendo a las consideraciones anteriores.

Tramo	Sistema de electrificación	Distancia mínima		Distancia máxima		Condición	Cumple
		Long. (km)	Alternativas	Long. (km)	Alternativas		
Xeraco-Oliva	3 kV c.c.	16,3	1A+2A	17,2	1B+2B	< 25 km	Sí
Oliva-Benidorm	2x25 kV c.a.	57,9	2A+3D+4B+5A	70,7	2B+3C+4B+5A (b)	< 70 km	Sí
Benidorm-Alicante	2x25 kV c.a.	54,5	4A+5A+6A	65,5	4B+5A+6C	< 70 km	Sí

Como se observa, la propuesta de disponer subestaciones junto a las estaciones de Benidorm y Oliva cumple los condicionantes de distancias entre subestaciones de tracción a lo largo de la línea, siempre y cuando, durante la ejecución de la Fase IV, se transforme el sistema de electrificación del tramo Oliva – Denia pasando de 3 kV c.c. a 25 kV c.c, si bien, cuando lo que se busca es minimizar la distancia de acometidas entre subestaciones de transformación o distribución existentes y las de tracción a proyectar, la localización de estas últimas deben ajustarse.

En el caso de Oliva, existe una subestación de transformación de Iberdrola denominada Pont de Bolo que se sitúa junto al trazado de la Alternativa 2B, y a escasos metros de la estación, por lo que la subestación de tracción se propone en el P.K. 5+200 de la alternativa.

En cuanto a la Alternativa 2A, dado que se trata de una estación soterrada, la subestación se situará a la salida a la salida del tramo soterrado en dirección a Denia, con lo que las distancias mínimas entre subestaciones se modificarían, aumentando en aproximadamente un kilómetro con la subestación de Xeraco y disminuyendo en la misma proporción con la subestación de Benidorm. La

acometida desde la subestación de Iberdrola tendrá en este caso una longitud aproximada de 1.300 metros.

En lo que se refiere a Benidorm, REE tiene tres subestaciones en el entorno: Benidorm, Terra Mítica y La Lloma. La distancia media de estas dos últimas, las más próximas a las estaciones de cada una de las tres alternativas consideradas en este tramo, es de 3 km siendo la menor de 2,2 km y la mayor de 3,9 km.

Por otra parte, las estaciones propuestas en Benidorm están constreñidas por las infraestructuras existentes, el desarrollo urbano de Benidorm y la orografía del terreno circundante, quedando poco espacio disponible para implantar las subestaciones junto a ellas. Además, en el caso de la Alternativa 4A+5B la estación es soterrada.

Por tanto, las subestaciones de tracción se localizarán antes de llegar a Benidorm, próximas a la subestación de La Lloma, minimizando así las longitudes de acometida. 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.
Oliva	2A	5+500	La nueva subestación se situará a la salida del soterramiento de Oliva en dirección a Denia, siendo necesario realizar una acometida de 1.500 m aprox. desde la subestación de transformación de Pont de Bolo.
Oliva	2B	5+200	Se situará a una distancia inferior a 100 m de la subestación de transformación de Iberdrola de Pont de Bolo.
Benidorm	4A + 5A	11+300	Será necesaria una acometida hasta la subestación, desde la subestación de La Lloma de REE distante unos 850 m.
Benidorm	4B+5A	11+500	Será necesaria una acometida hasta la subestación, desde la subestación de La Lloma de REE distante unos 300 m.
Benidorm	4B(BIS)+5A	11+400	Será necesaria una acometida hasta la subestación, desde la subestación de La Lloma de REE distante unos 150 m.

Con esta nueva localización, las distancias entre subestaciones aumentan respecto a Alicante y disminuyen respecto a Oliva, manteniéndose por debajo de los 70 km.

4.2.- Descripción de las estaciones transformadoras

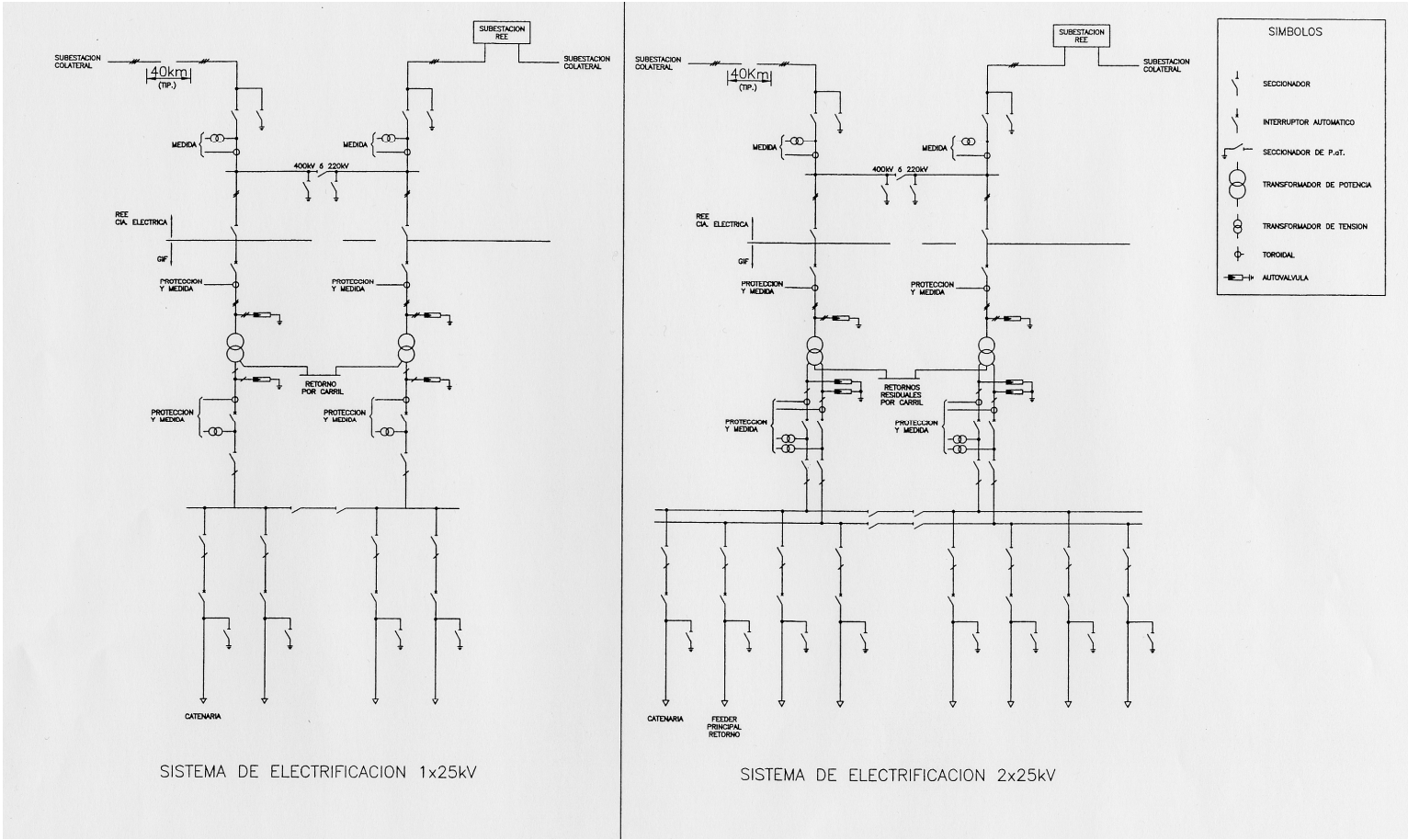
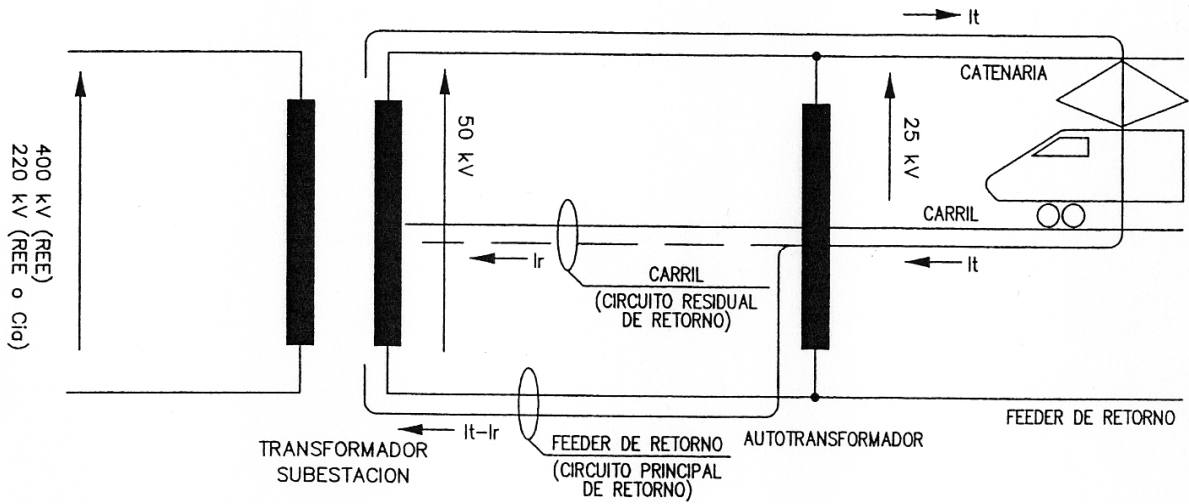
4.2.1.- Descripción General.

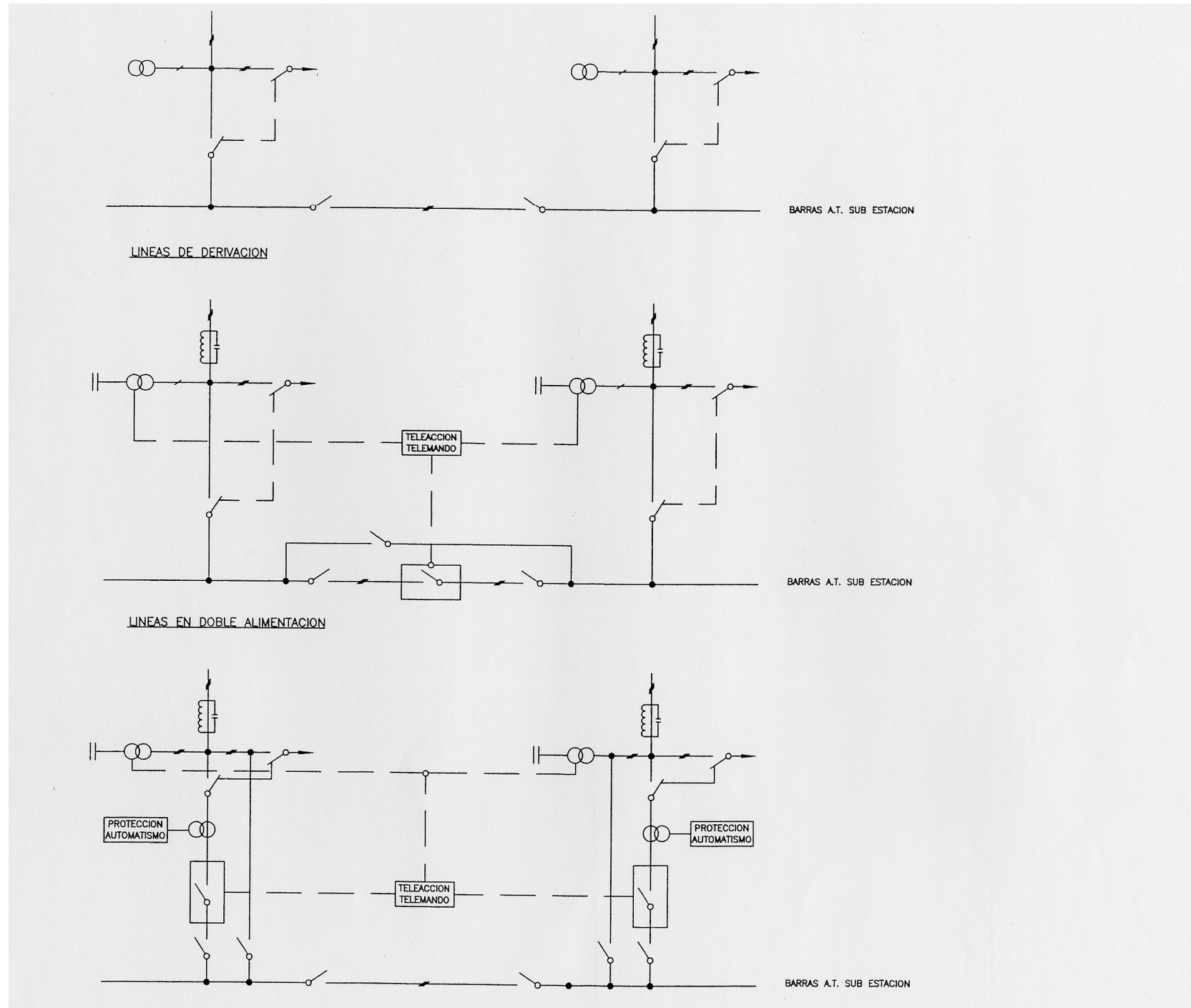
Las subestaciones transformadoras constan esencialmente de un parque intemperie en el que se sitúa todo el aparellaje de la línea de alimentación, transformadores de potencia y aparellaje. Los equipos de protección, medida, control y servicios auxiliares están alojados en un edificio de dimensiones adecuadas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

Todos los cables de las instalaciones de seguridad tendrán un factor de reducción adecuado para prevenir perturbaciones en la transmisión de las señales debidas a la electrificación a 25 kV c.a. desde Oliva hasta Alicante, una vez ejecutada la Fase IV.

En el caso del tramo entre Valencia y Oliva, y en el tramo Oliva – Denia durante la ejecución de la Fase II, donde se electrificará a 3.000 V c.c., se emplearán

instalaciones con el mismo factor de reducción, en previsión de una posible modificación posterior de la tensión.

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 abarcará 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 diagnóstico 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:

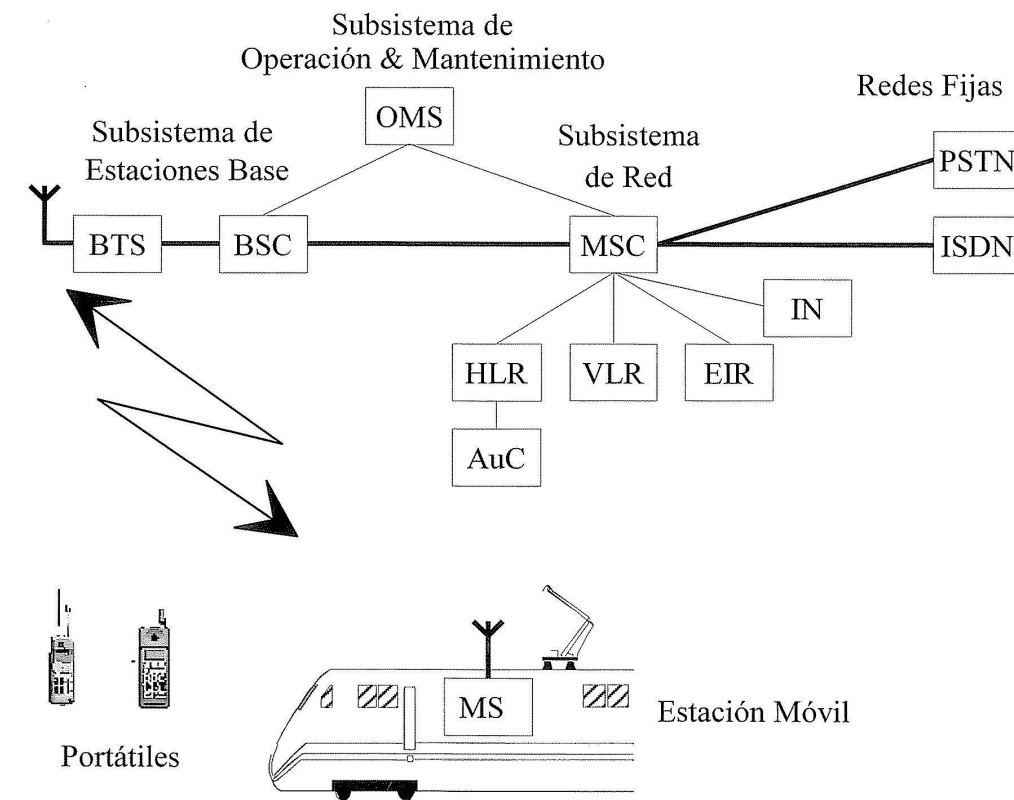


Figura 4: Esquema general de la red GSM-R

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. CARACTERÍSTICAS

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. CARACTERÍSTICAS

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. CARACTERÍSTICAS

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. CARACTERÍSTICAS

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

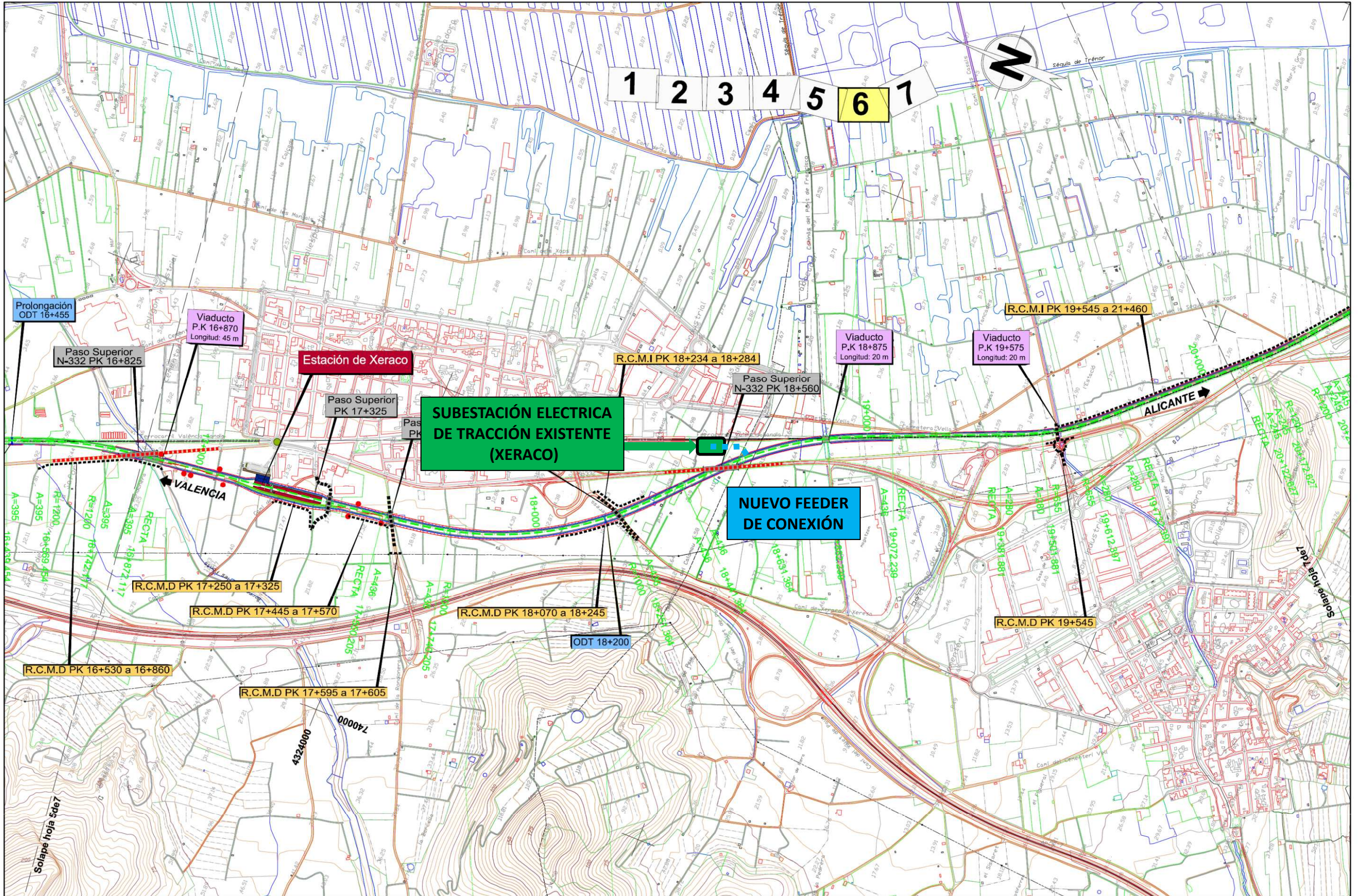
3.10. VÍA DE LA S/E MÓVIL Y CONEXIONADO A LA RED

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

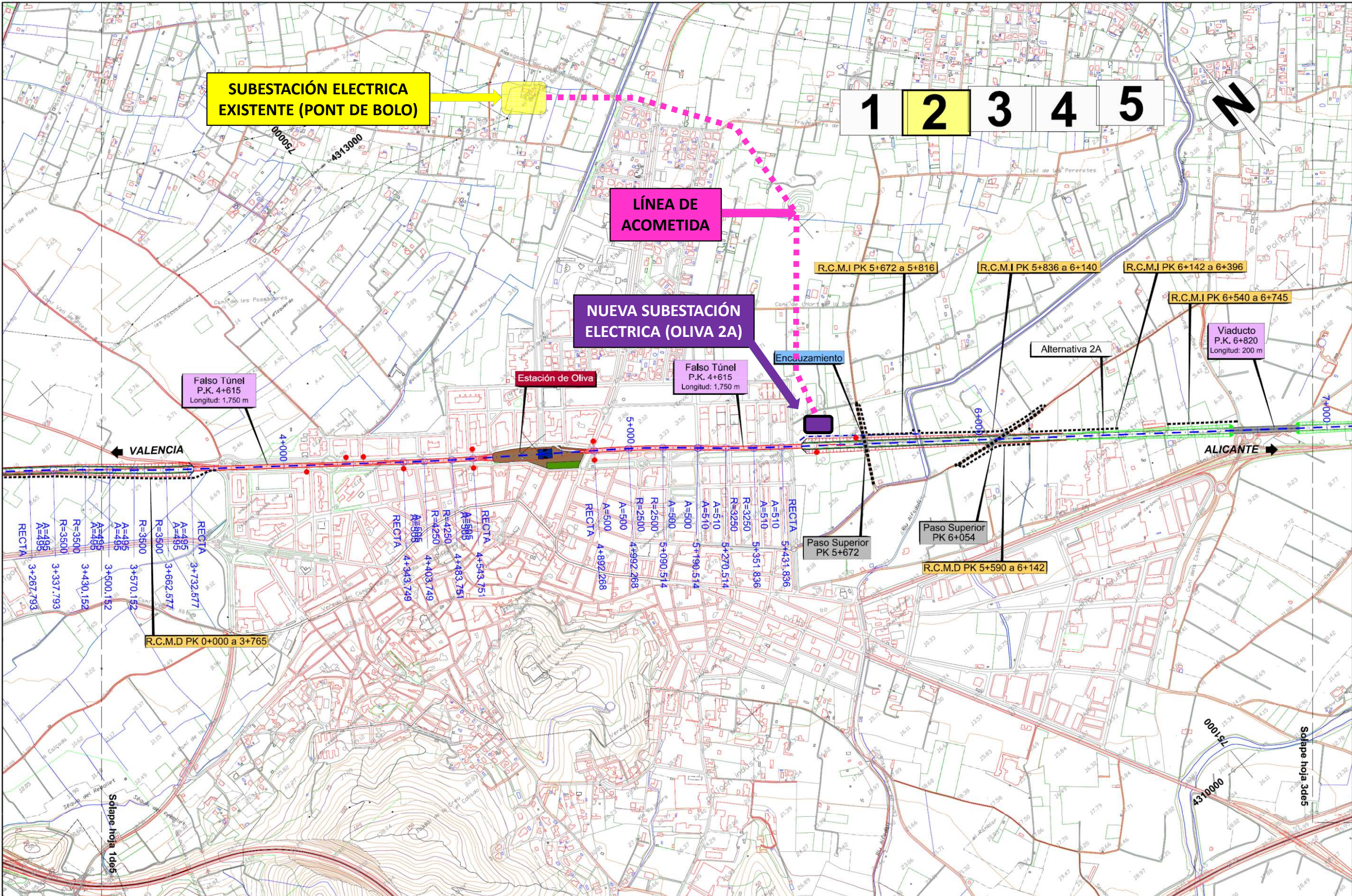
**APÉNDICE 2.- PLANOS UBICACIÓN DE NUEVAS
SUBESTACIONES**



1 2 3 4 5 6 7

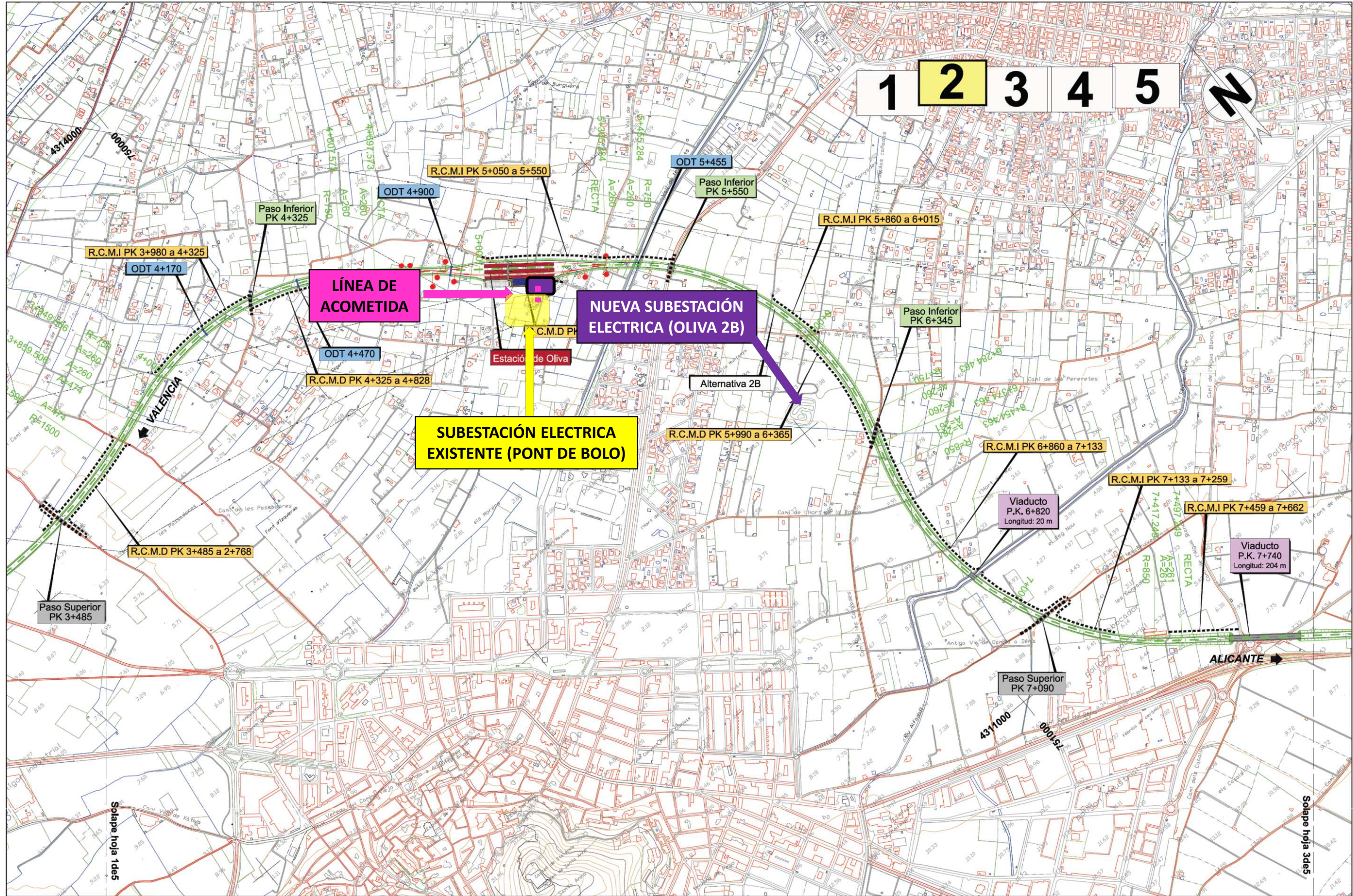
I:\Planos\04_01_03_01_Alternativas_Tramo0_AltB_Pta.dwg

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



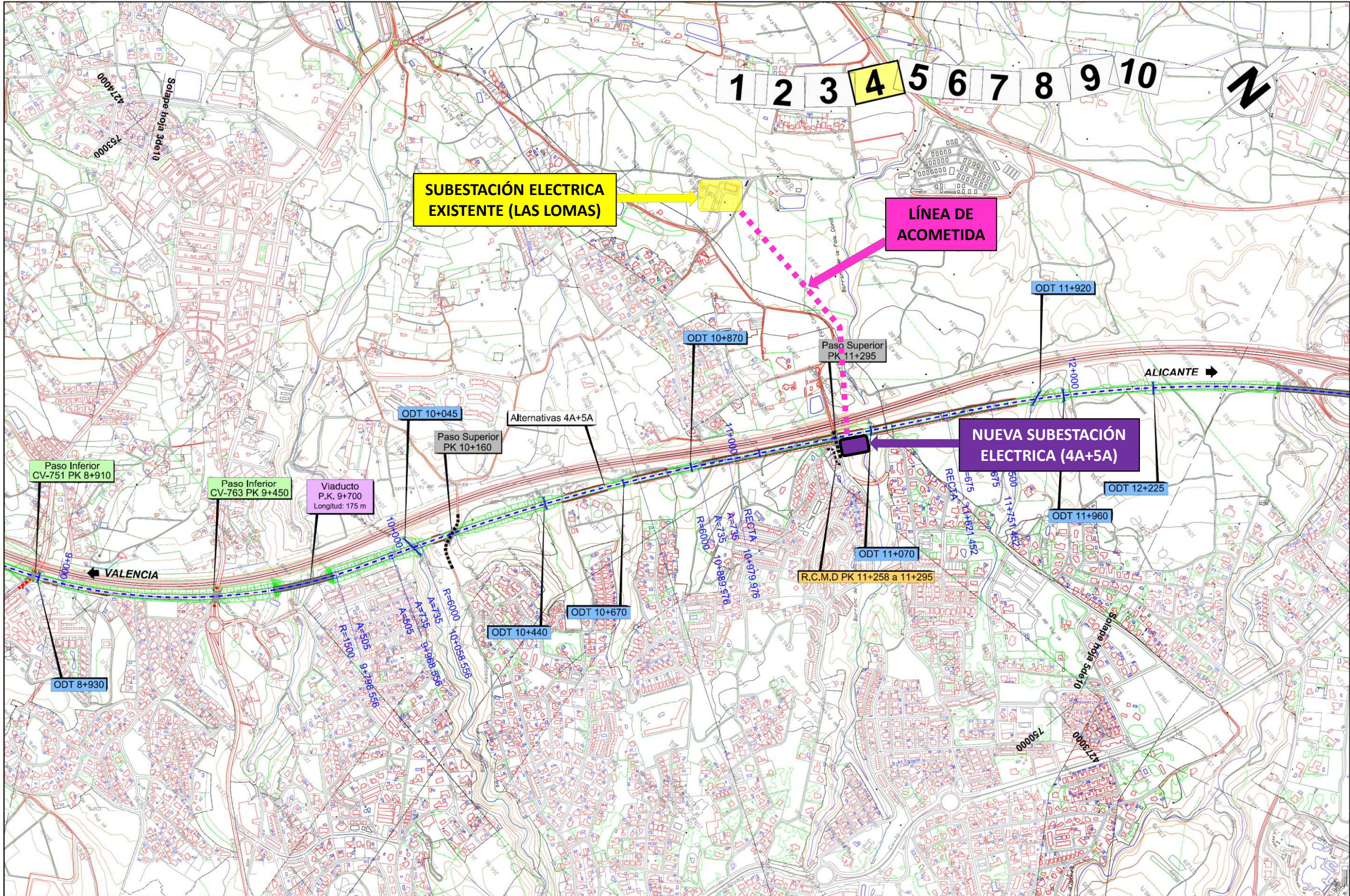
\\Pianos\04_03_02_01_Alternativas_Tramo2_Alt_Pta.dwg

<p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y TURISMO</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p>	TÍTULO	AUTOR	ESCALA ORIGINAL A3	FECHA	Nº DE PLANO	TÍTULO DEL PLANO
		ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA VALENCIA - ALICANTE (TREN DE LA COSTA)	JAVIER CASADO BARAHONA	1:10.000	FEBRERO 2016	4.3.2.1	TRAZADO DE ALTERNATIVAS Tramo 2. Oliva Alternativa 2A Planta General
						HOJA 2 DE 5	



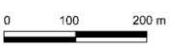


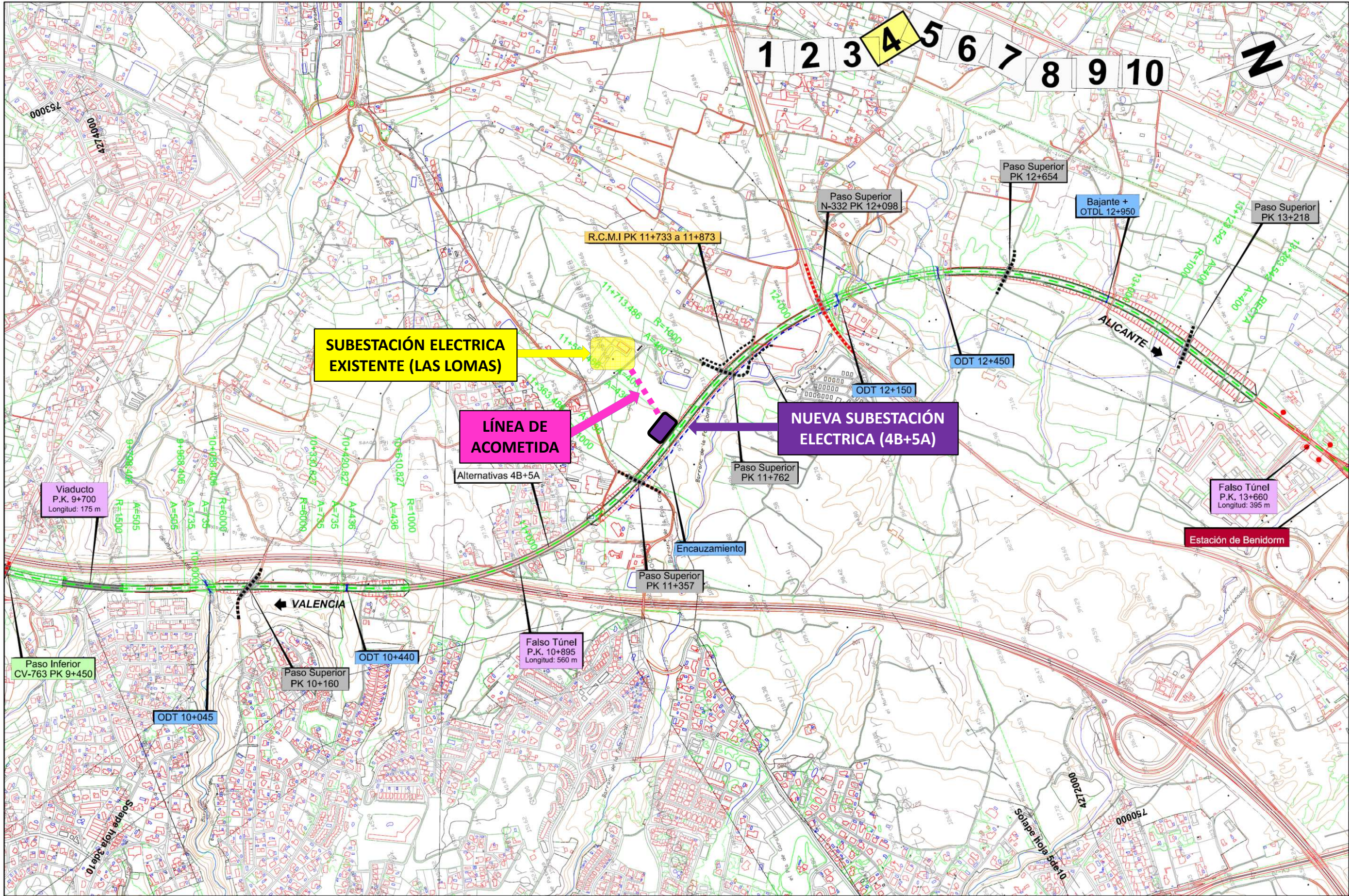
\\Pianos\04_03_01_Alternativas_Tramo2_AIB_Pla.dwg

 <p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTE Y TURISMO</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p>	<p>TÍTULO</p> <p>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA VALENCIA - ALICANTE (TREN DE LA COSTA)</p>	<p>AUTOR</p>  <p>JAVIER CASADO BARAHONA</p>	<p>ESCALA ORIGINAL A3</p> <p>1:10.000</p>  <p>0 100 200 m</p>	<p>FECHA</p> <p>FEBRERO 2016</p>	<p>Nº DE PLANO</p> <p>4.3.3.1</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>TRAZADO DE ALTERNATIVAS Tramo 2. Oliva Alternativa 2B Planta General</p>
						<p>HOJA 2 DE 5</p>	



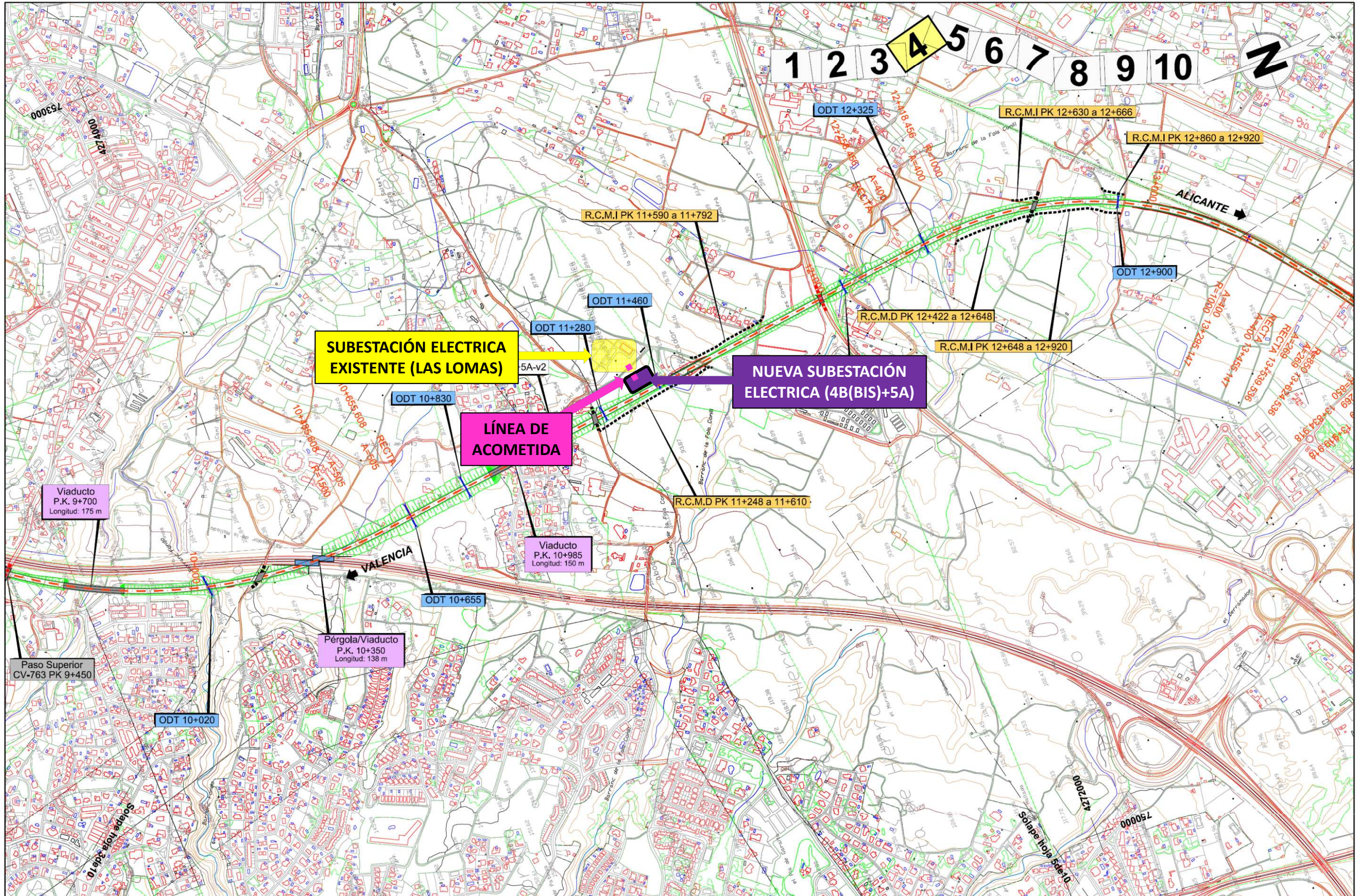
\\Planos\04_05_02_01_Alternativas_Tramo4+5_AIA_Pta.dwg

 <p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO EN INFRASTRUCTURAS, TRANSPORTE Y TURISMO</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRASTRUCTURAS</p>	<p>TÍTULO</p> <p>ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA VALENCIA - ALICANTE (TREN DE LA COSTA)</p>	<p>AUTOR</p>  <p>JAVIER CASADO BARAHONA</p>	<p>ESCALA ORIGINAL A3</p> <p>1:10.000</p>  <p>NUMÉRICA GRÁFICA</p>	<p>FECHA</p> <p>FEBRERO 2016</p>	<p>Nº DE PLANO</p> <p>4.5.2.1</p>	<p>TÍTULO DEL PLANO</p> <p>TRAZADO DE ALTERNATIVAS Tramos 4 y 5. Benidorm Alternativas 4A y 5A Planta General</p>
						<p>HOJA 4 DE 10</p>	







I\Planos\04_05_03_01_Alternativas_Tramo4+5_A\IB+A_Pta.dwg

 <p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTES Y VIVIENDA</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p>	TÍTULO	AUTOR	ESCALA ORIGINAL A3	FECHA	Nº DE PLANO	TÍTULO DEL PLANO
		ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA VALENCIA - ALICANTE (TREN DE LA COSTA)	 JAVIER CASADO BARAHONA	 TRN Ingeniería	1:10.000	FEBRERO 2016	4.5.3.1
						HOJA 4 DE 10	



I\Planos\04_05_04_01_Alternativas_Tramo4+5_AlIB+A_bis_Pta.dwg

 <p>MINISTERIO DE FOMENTO</p>	<p>SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS, TRANSPORTES Y VIVIENDA</p> <p>SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS</p>	TÍTULO	AUTOR	ESCALA ORIGINAL A3	FECHA	Nº DE PLANO	TÍTULO DEL PLANO
		ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA FERROVIARIA VALENCIA - ALICANTE (TREN DE LA COSTA)	  <p>JAVIER CASADO BARAHONA</p>	1:10.000	FEBRERO 2016	4.5.4.1	TRAZADO DE ALTERNATIVAS Tramos 4 y 5. Benidorm Alternativas 4B y 5A bis Planta General
						HOJA 4 DE 10	

