

ANEJO 13. INSTALACIONES FERROVIARIAS: ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3–1. Altura de los hilos de contacto	9
Tabla 3–2. Variación de la altura de los hilos de contacto.....	9
Tabla 3–3. Altura del sistema de catenaria	10
Tabla 3–4. Diferencia de longitud en vanos consecutivos.....	10
Tabla 3–5. Compensación mecánica	10
Tabla 3–6. Flecha máxima de los hilos de contacto	11
Tabla 3–7. Distancia entre catenarias en seccionamientos.....	11
Tabla 3–8. Distancia de aislamiento eléctrico.....	11
Tabla 3–9. Desviación lateral máxima corregida en recta	11
Tabla 3–10. Combinaciones de conductores y tenses compatibles	12

1. OBJETO

El objeto del presente documento es el de analizar las instalaciones existentes y evaluar las actuaciones necesarias para cada una de las alternativas propuestas en el presente Estudio informativo.

Las instalaciones analizadas en el presente anejo son:

- Instalaciones de seguridad y Comunicaciones
- Línea Aérea de Contacto
- Electrificación de catenaria.

La electrificación se realizará en dos horizontes, un primer escenario más próximo (alcance del presente estudio), a 3kV en corriente continua y con Línea Aérea de Contacto apta para una posterior transformación, en un escenario más lejano, a una tensión de 25kVca. Este tipo de catenaria será la CA-160H, con instalación para ancho mixto.

El tráfico previsto en el escenario más próximo, por las vías de ancho UIC, será de tracción diésel.

Las instalaciones consideradas en el presente documento cumplirán con todos los requisitos de interoperabilidad aplicables, tanto a nivel de Instalaciones de Seguridad y Comunicaciones y Energía.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

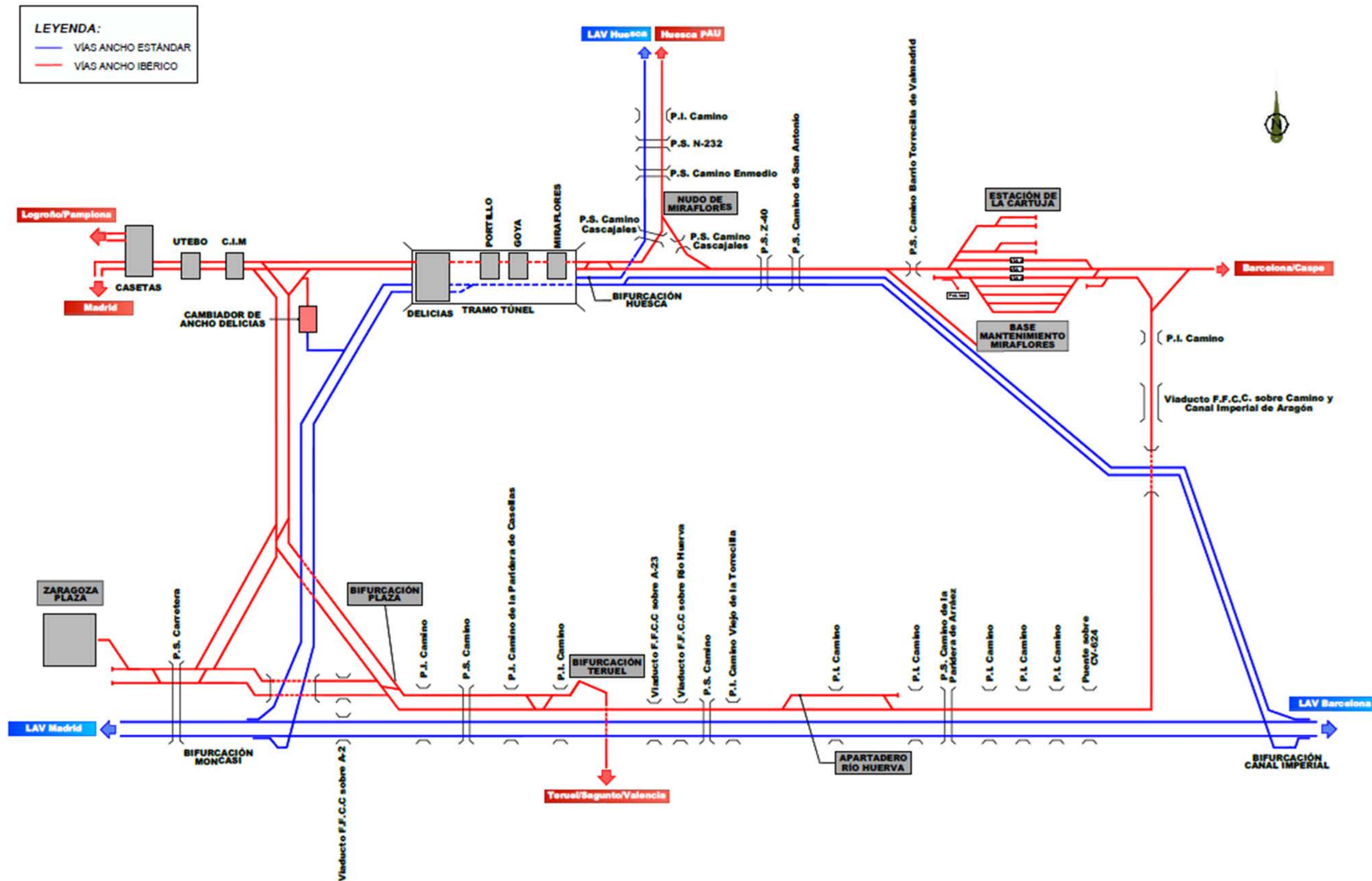
Las alternativas planteadas en el presente Estudio Informativo son las dos siguientes:

- Alternativa A. Duplicación de vía en ancho estándar y renovación de vía en ancho mixto en los tramos en donde ya exista vía doble de ancho ibérico.
- Alternativa B. Duplicación y renovación de vía con ancho mixto.

A continuación, se describen de manera pormenorizada las dos alternativas comentadas.

No obstante, se incluye a continuación el esquema de vías actual.

Figura 2-1. Esquema de vías Actual.



2.1. Alternativa A

Consiste en la disposición de una nueva vía de ancho estándar de manera continua entre Zaragoza-Plaza y el Nudo de Miraflores.

Para ello y a lo largo de los diferentes tramos, se combinan una serie de actuaciones como cambiar la vía de ancho ibérico a ancho mixto en aquellos trayectos en los que ya se dispone de vía doble de ancho ibérico o de duplicaciones de plataforma con vía en ancho estándar en los tramos en donde existe actualmente vía única.

Esta alternativa permite separar totalmente los tráficos de mercancías en ancho estándar de los que circulan en ancho ibérico en los trayectos en los que se produce la duplicación. La longitud total de la actuación es de unos 21,3 kilómetros aproximadamente.

La actuación a desarrollar en cada uno de los tramos objeto del Estudio para esta Alternativa A se describen a continuación:

- Tramo 1 Zaragoza Plaza-Bifurcación Teruel: al ya existir vía doble en ancho ibérico en este tramo, se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho en vía mixta de la vía situada más al Norte.

La longitud total de esta renovación de vía es de 6,8 km.

- Tramo 2 Bifurcación Teruel: no se desarrolla ninguna actuación en el presente Estudio Informativo y las mismas se llevarán a cabo en otros estudios.
- Tramo 3 Bifurcación Teruel-Estación La Cartuja: en este tramo existe únicamente una vía en ancho ibérico, por lo que se duplica la misma con vía en ancho estándar a lo largo de todo el tramo.

La duplicación se realiza de manera paralela por su lado Norte y tiene una longitud total de 8,8 km.

En la parte final previa a la Cartuja, además de la duplicación, también será necesario realizar una modificación del trazado existente a lo largo de 0,7 km para permitir incorporar los aparatos de cambio necesarios en la estación de La Cartuja.

- Tramo 4 Estación La Cartuja: en la estación de La Cartuja se mantienen todas las vías existentes, pero mejorando su configuración para favorecer la explotación y versatilidad entre trenes que usan diversos anchos de vía.

Para ello, se plantean las renovaciones de las vías de apartado situadas al Sur, la sustitución y aparición de nuevos aparatos de cambio y la renovación de las 3 vías principales, pasando a ser de ancho mixto en lugar de ibérico como actualmente.

La longitud total aproximada de la estación es de 0,8 km.

- Tramo 4 Estación La Cartuja-Nudo Miraflores: en este tramo existe sólo una vía en ancho ibérico y por tanto se plantea la duplicación de la misma en ancho estándar de manera paralela por su lado Norte.

En la parte final del Nudo de Miraflores se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho a vía mixta de la vía existente.

La longitud total de la duplicación es de 3,5 km y la de la renovación de vía en la parte final es de 1,4 km.

En los tramos donde se implementa cambio de ancho ibérico a ancho mixto no es necesario realizar obras de infraestructura nueva, se implanta la superestructura para ancho mixto, se adaptan la electrificación y las instalaciones de señalización, seguridad y comunicaciones.

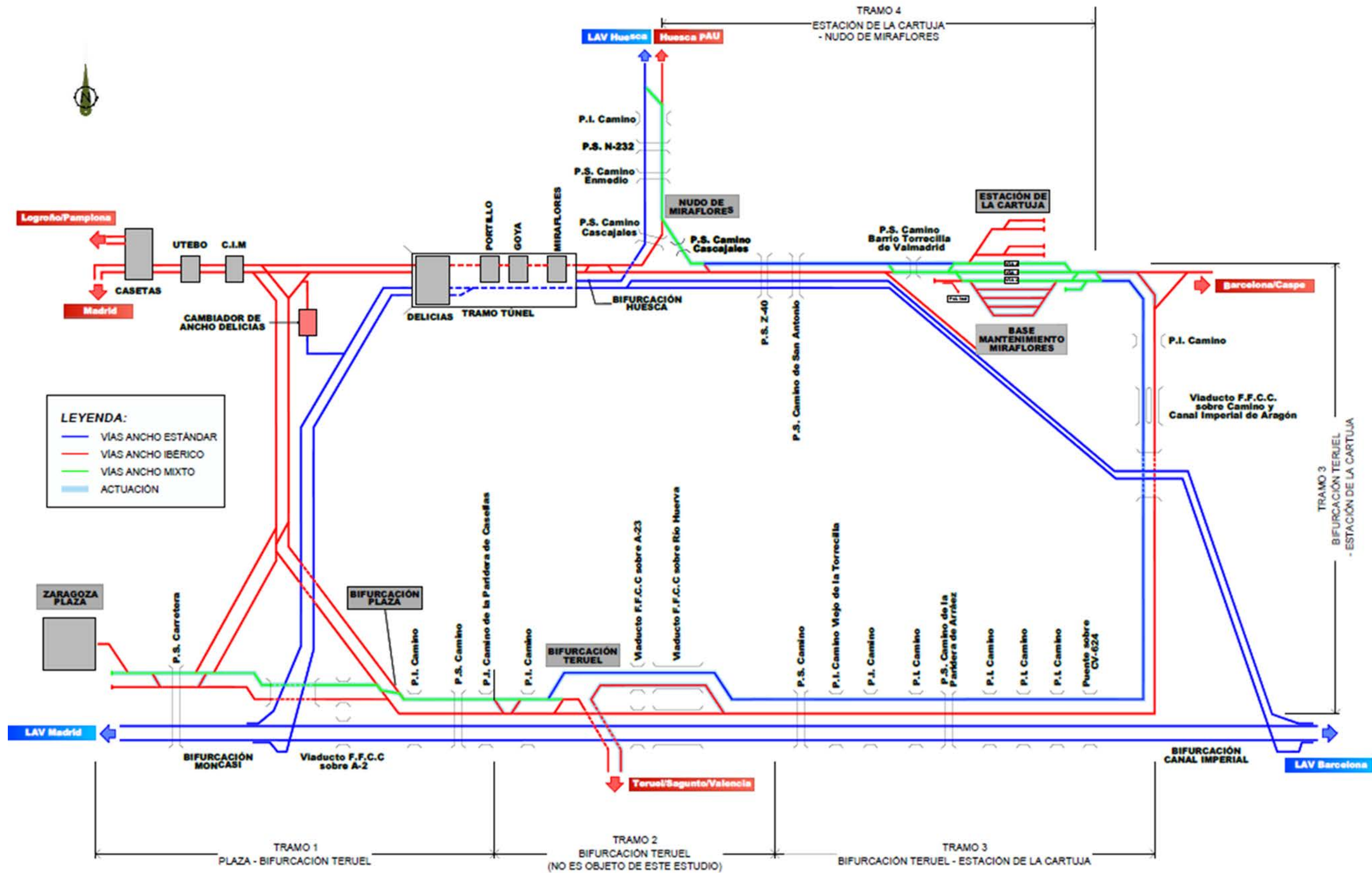
En los tramos en los que se duplica la vía, será necesaria la construcción de la infraestructura necesaria para disponer la nueva vía en ancho estándar, con la correspondiente ampliación de plataforma. Esto supone en algunas ocasiones ampliar pasos superiores, inferiores o duplicar alguna de las estructuras existentes como en el caso del viaducto sobre el Canal Imperial de Aragón.

En las duplicaciones será necesario incorporar una nueva electrificación a lo largo de la nueva vía.

En el tramo 4 será necesario, además de incorporar la nueva electrificación, trasladar la electrificación de la vía existente al Sur de la misma, para permitir el espacio necesario para la duplicación. En el tramo 3 no será necesario este traslado puesto que la duplicación se realiza al Norte de la vía existente y la electrificación se sitúa al Sur de la vía existente.

En la siguiente figura, se refleja el esquema funcional de vías para esta alternativa.

Figura 2-2. Esquema de vías Alternativa A.



2.2. Alternativa B

Consiste en la disposición de una nueva vía de ancho mixto de manera continua entre Zaragoza-Plaza y el Nudo de Miraflores.

Para ello y a lo largo de los diferentes tramos, se combinan una serie de actuaciones como cambiar la vía de ancho ibérico a ancho mixto en aquellos trayectos en los que ya se dispone de vía doble de ancho ibérico o de duplicaciones de plataforma con vía en ancho mixto en los tramos en donde existe actualmente vía única.

Esta alternativa permite que los tráficos de mercancías en ancho estándar o en ancho ibérico puedan circular de manera continua a lo largo de todos los tramos entre Plaza y el nudo de Miraflores. La longitud total de la actuación es de unos 21,3 kilómetros.

La actuación a desarrollar en cada uno de los tramos objeto del Estudio para esta Alternativa B se describen a continuación:

- Tramo 1 Zaragoza Plaza-Bifurcación Teruel: al ya existir vía doble en ancho ibérico en este tramo, se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho en vía mixta de la vía situada más al Norte.

La longitud total de esta renovación de vía es de 6,8 km.

- Tramo 2 Bifurcación Teruel: no se desarrolla ninguna actuación en el presente Estudio Informativo y las mismas se llevarán a cabo en otros estudios.
- Tramo 3 Bifurcación Teruel-Estación La Cartuja: en este tramo existe únicamente una vía en ancho ibérico, por lo que se duplica la misma con vía en ancho mixto a lo largo de todo el tramo.

La duplicación se realiza de manera paralela por su lado Norte y tiene una longitud total de 8,8 km.

En la parte final previa a la Cartuja, además de la duplicación, también será necesario realizar una modificación del trazado existente a lo largo de 0,7 km para permitir incorporar los aparatos de cambio necesarios en la estación de La Cartuja.

- Tramo 4 Estación La Cartuja: en la estación de La Cartuja se mantienen todas las vías existentes, pero mejorando su configuración para favorecer la explotación y versatilidad entre trenes que usan diversos anchos de vía.

Para ello, se plantean las renovaciones de las vías de apartado situadas al Sur, la sustitución y aparición de nuevos aparatos de cambio y la renovación de las 3 vías principales, pasando a ser de ancho mixto en lugar de ibérico como actualmente.

La longitud total aproximada de la estación es de 0,8 km.

- Tramo 4 Estación La Cartuja-Nudo Miraflores: en este tramo existe sólo una vía en ancho ibérico y por tanto se plantea la duplicación de la misma en ancho mixto de manera paralela por su lado Norte.

En la parte final del Nudo de Miraflores se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho a vía mixta de la vía existente.

La longitud total de la duplicación es de 3,5 km y la de la renovación de vía en la parte final es de 1,4 km.

En los tramos donde se implementa cambio de ancho ibérico a ancho mixto no es necesario realizar obras de infraestructura nueva, se implanta la superestructura para ancho mixto, se adaptan la electrificación y las instalaciones de señalización, seguridad y comunicaciones.

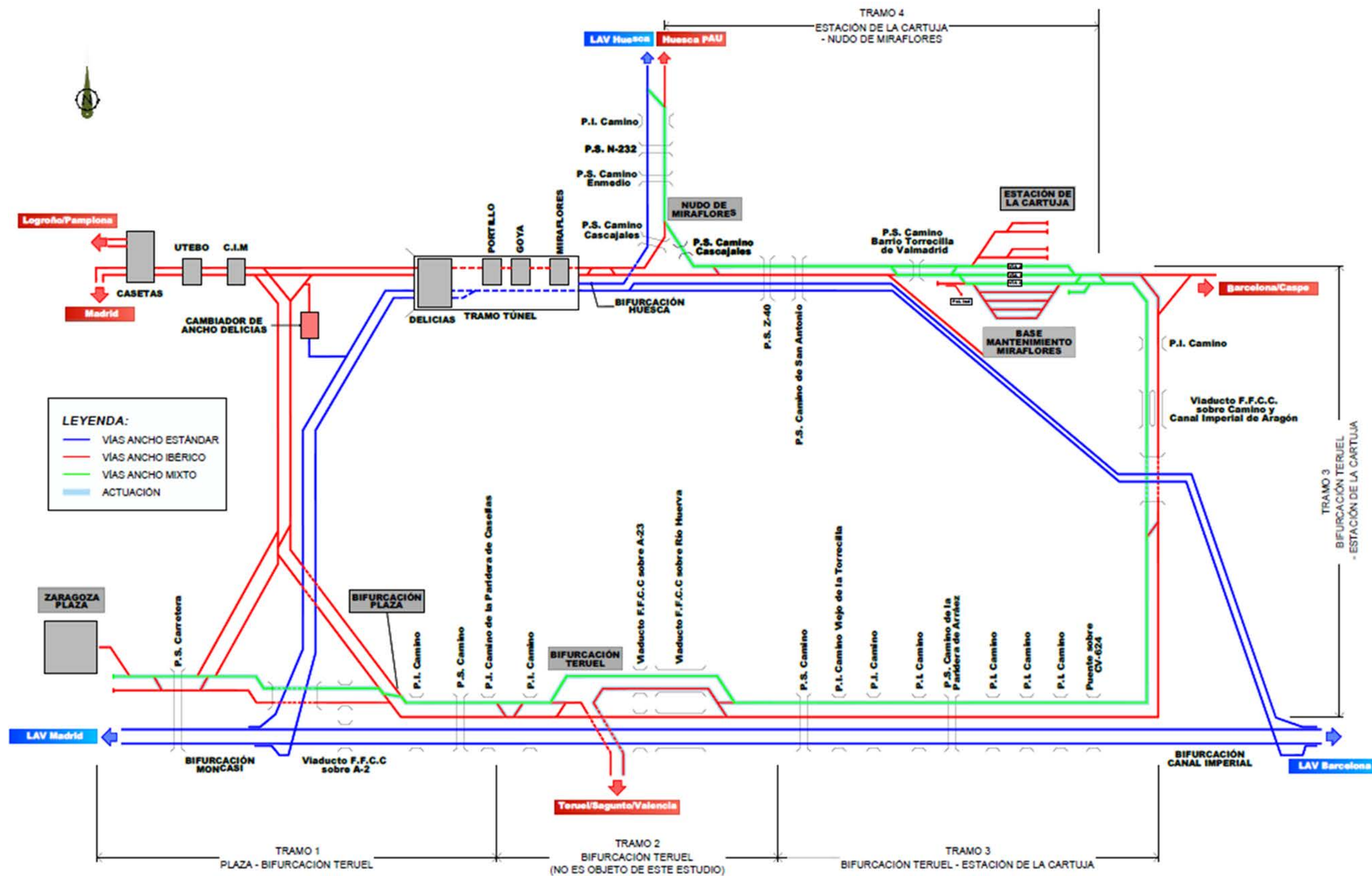
En los tramos en los que se duplica la vía, será necesaria la construcción de la infraestructura necesaria para disponer la nueva vía en ancho mixto, con la correspondiente ampliación de plataforma. Esto supone en algunas ocasiones ampliar pasos superiores, inferiores o duplicar alguna de las estructuras existentes como en el caso del viaducto sobre el Canal Imperial de Aragón.

En las duplicaciones será necesario incorporar una nueva electrificación a lo largo de la nueva vía.

En el tramo 4 será necesario, además de incorporar la nueva electrificación, trasladar la electrificación de la vía existente al Sur de la misma, para permitir el espacio necesario para la duplicación. En el tramo 3 no será necesario este traslado puesto que la duplicación se realiza al Norte de la vía existente y la electrificación se sitúa al Sur de la vía existente.

En la siguiente figura, se refleja el esquema funcional de vías para esta alternativa.

Figura 2-3. Esquema de vías Alternativa B.



3. LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

3.1. Instalaciones actuales

Actualmente existe en la zona de análisis catenaria CA-160 electrificada en 3kV para ancho ibérico. Esta catenaria está compuesta por:

- Sustentador de 150 mm² de Cu ETP.
- Dos hilos de contacto: 107 mm² de Cu ETP.
- Péndolas: 25 mm² de cobre flexible.
- Descentramiento +20cm/-20cm
- Con regulación mecánica mediante poleas y contrapesos independientes.
- Tipos de postes normalizados por Adif.
- Conjuntos de ménsulas, suspensión y atirantado.
- Protecciones.

En las líneas de Alta Velocidad, disponen de catenaria electrificada a 25kV y aptas para estas velocidades. Este tipo de catenaria dispone de las siguientes características:

- Sustentador: Cu 95 mm²
- Hilo de contacto: 1xCu-Mg 150 mm²
- Péndola en Y (falso sustentador): Bz 35 mm²
- Péndolas: Bz 16 mm²
- Cable de retorno: Aluminio-Acero 116 mm²
- Feeder -25kV (negativo): Aluminio-Acero 281 mm²

3.2. Descripción de las actuaciones Línea Aérea de Contacto

3.2.1. Alternativa A

Las actuaciones generales de electrificación en la alternativa A se resumen a continuación:

- Tramo 1 Zaragoza Plaza-Bifurcación Teruel: al ya existir vía doble en ancho ibérico en este tramo, se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho en vía mixta de la vía situada más al Norte. En línea con las actuaciones previstas, se

considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a "NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua"

- Tramo 2 Bifurcación Teruel: no se desarrolla ninguna actuación en el presente Estudio Informativo y las mismas se llevarán a cabo en otros estudios. No se prevén actuaciones de electrificación en este tramo. En caso de ser necesario se considerarán las zonas neutras con la electrificación hacia Teruel.
- Tramo 3 Bifurcación Teruel-Estación La Cartuja: en este tramo existe únicamente una vía en ancho ibérico, por lo que se duplica la misma con vía en ancho estándar a lo largo de todo el tramo. En un escenario posterior esta vía se electrificará con catenaria apta para un sistema de electrificación 2x25kV, por lo que en este estudio no prevé instalación de catenaria ya que en el futuro próximo tan solo circularán trenes diesel en este ancho de vía.

En la parte final previa a la Cartuja, además de la duplicación, también será necesario realizar una modificación del trazado existente a lo largo de 0,7 km para permitir incorporar los aparatos de cambio necesarios en la estación de La Cartuja. En esta zona se realizarán las adaptaciones de la catenaria necesarias para hacer posible las conexiones en la vía de ancho estándar.

En caso de ser necesario se considerarán las zonas neutras con la electrificación hacia Caspe.

- Tramo 4 Estación La Cartuja: en la estación de La Cartuja se mantienen todas las vías existentes, pero mejorando su configuración para favorecer la explotación y versatilidad entre trenes que usan diversos anchos de vía.

Para ello, se plantean las renovaciones de las vías de apartado situadas al Sur, la sustitución y aparición de nuevos aparatos de cambio y la renovación de las 3 vías principales, pasando a ser de ancho mixto en lugar de ibérico como actualmente.

En línea con las actuaciones previstas, se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a "NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua".

- Tramo 4 Estación La Cartuja-Nudo Miraflores: en este tramo existe sólo una vía en ancho ibérico y por tanto se plantea la duplicación de la misma en ancho estándar de manera paralela por su lado Norte. En un escenario posterior esta vía se electrificará con catenaria apta para un sistema de electrificación 2x25kV, por lo que en este estudio no prevé instalación de catenaria ya que en el futuro próximo tan solo circularán trenes diesel en este ancho de vía.

En esta parte de vía actual entre La Cartuja y previa al nudo de Miraflores en la que no se dispondrá de ancho de vía mixto, se conserva el tipo de electrificación existente actualmente.

En la parte final del Nudo de Miraflores se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho a vía mixta de la vía existente. En esta zona se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”.

3.2.2. Alternativa B

Las actuaciones generales de electrificación en la alternativa B se resumen a continuación:

- Tramo 1 Zaragoza Plaza-Bifurcación Teruel: al ya existir vía doble en ancho ibérico en este tramo, se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho en vía mixta de la vía situada más al Norte. En línea con las actuaciones previstas, se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”.
- Tramo 2 Bifurcación Teruel: no se desarrolla ninguna actuación en el presente Estudio Informativo y las mismas se llevarán a cabo en otros estudios. No se prevén actuaciones de electrificación en este tramo.

- Tramo 3 Bifurcación Teruel-Estación La Cartuja: en este tramo existe únicamente una vía en ancho ibérico, por lo que se duplica la misma con vía en ancho mixto a lo largo de todo el tramo. Se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”.

En la parte final previa a la Cartuja, además de la duplicación, también será necesario realizar una modificación del trazado existente a lo largo de 0,7 km para permitir incorporar los aparatos de cambio necesarios en la estación de La Cartuja. En esta zona también se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”.

- Tramo 4 Estación La Cartuja: en la estación de La Cartuja se mantienen todas las vías existentes, pero mejorando su configuración para favorecer la explotación y versatilidad entre trenes que usan diversos anchos de vía.

Para ello, se plantean las renovaciones de las vías de apartado situadas al Sur, la sustitución y aparición de nuevos aparatos de cambio y la renovación de las 3 vías principales, pasando a ser de ancho mixto en lugar de ibérico como actualmente.

Se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”.

- Tramo 4 Estación La Cartuja-Nudo Miraflores: en este tramo existe sólo una vía en ancho ibérico y por tanto se plantea la duplicación de la misma en ancho mixto de manera paralela por su lado Norte.

En la parte final del Nudo de Miraflores se plantea únicamente la renovación y cambio de ancho a vía mixta de la vía existente.

Se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117 2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”.

3.3. Descripción de los sistemas de Línea Aérea de Contacto

En línea con las actuaciones previstas en el presente Estudio Informativo se considera la instalación de Catenaria apta para ancho mixto de ADIF, conforme a “NAE 117_2.- Línea aérea de contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua”

A continuación, se incluye descripción del tipo de este tipo de catenaria.

3.3.1. Línea aérea de contacto

En este tipo de vías con ancho mixto, para garantizar que el desplazamiento del hilo de contacto se mantiene dentro de los parámetros prescritos, las tipologías de catenaria aptas para vías en tres carriles son las siguientes:

Compatibles con pantógrafo de 1950 mm:

- ◆ CA-160 Tipo A
- ◆ CA-160 Tipo B
- ◆ CA-160 H
- ◆ CA-200 H
- ◆ CA-220

Compatibles con pantógrafo de 1950 mm y con pantógrafo de 1600 mm:

- ◆ CA-160 Tipo B
- ◆ CA-160 H
- ◆ CA-200 H
- ◆ CA-220

En el presente proyecto se propone la catenaria CA-160 H diseñada para una tensión nominal de 3 kV en corriente continua, con la previsión de cambiar la alimentación a 25 kV en corriente alterna. Este tipo de catenaria se puede instalar en líneas de ancho mixto y de ancho convencional, aplicando las geometrías respecto a la vía correspondiente.

En el presente documento se describen las características asociadas a ancho mixto, no obstante, será de aplicación lo indicado en “NAE 302.- DISEÑO FUNCIONAL DE LÍNEA AÉREA DE CONTACTO TIPO CA160H”.

Para esta catenaria se consideran los siguientes elementos:

- Sustentador: 150 mm² - Cu ETP
- Hilos de contacto: 2 x BC - 120 - Cu Ag0.1
- Péndolas: Cu 25 mm² flexible

La Línea Aérea de Contacto, en condiciones normales de operación, respetará los siguientes parámetros geométricos y mecánicos:

3.3.1.1. Altura de los hilos de contacto

Se tomará como referencia la norma UNE-EN 50119 para determinar las alturas máximas y mínimas que podrá tener el hilo de contacto respecto al plano de rodadura.

Tabla 3–1. Altura de los hilos de contacto

Altura Mínima de Diseño	Variable (según EN 50119)
Altura Nominal	5.300 mm
Altura Máxima de Diseño	6.000 mm

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.2. Variación de la altura de los hilos de contacto

El trazado se diseñará para que la altura del hilo de contacto sea lo más constante posible, con el fin de mantener una buena captación de corriente a través del pantógrafo. En caso de la existencia de túneles, pasos superiores o a nivel, la transición de altura en los hilos de contacto se realizará de la forma más suave posible, respetando los siguientes valores:

Tabla 3–2. Variación de la altura de los hilos de contacto

Velocidad hasta (km/h)	Máximo gradiente		Máximo cambio de gradiente	
50	1/40	25 ‰	1/40	25 ‰
60	1/50	20 ‰	1/100	10 ‰
100	1/167	6 ‰	1/333	3 ‰
120	1/250	4 ‰	1/500	2 ‰
160	1/500	2 ‰	1/1.000	1 ‰
200	1/1.000	1 ‰	1/2.000	0,5 ‰
250	1/1.000	1 ‰	1/2.000	0,5 ‰

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.3. Altura del sistema

La altura del sistema de catenaria se define como la diferencia de cotas entre el sustentador y del hilo de contacto en la ménsula o suspensión. Tendrá los valores:

Tabla 3–3. Altura del sistema de catenaria

Altura Nominal (trayectos y estaciones)	1.400 mm
Altura en zonas de gálibo reducido (túneles, pasos superiores, etc.)	Variable
Altura máxima en seccionamientos	Variable

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.4. Vano máximo

Se considerará vano a la distancia entre dos soportes o perfiles consecutivos de la Línea Aérea de Contacto. Se tomará para cualquier caso como vano máximo 60 m. No obstante, para un tramo concreto el vano máximo admisible podrá ser menor y dependerá de varios factores:

- Radio y peralte de la vía
- Gálibo del pantógrafo según UNE 15273 o Instrucción Ferroviaria de Gálibos
- Desplazamiento lateral de los conductores debido al viento calculado según las normas UNE EN 50119 y UNE-EN 50367.

3.3.1.5. Diferencia de longitud entre vanos

Se respetará una longitud máxima entre dos vanos consecutivos para limitar el desequilibrio entre las tensiones mecánicas de sustentador e hilos de contacto a ambos lados del apoyo. Estos valores máximos serán los siguientes:

Tabla 3–4. Diferencia de longitud en vanos consecutivos

Diferencia máx. en trayecto	10 m
Diferencia máx. en agujas	5 m
Diferencia máx. en seccionamientos	1 m

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.6. Cantón de compensación mecánica

Se trata del tramo independiente, desde el punto de vista mecánico, en que se divide la longitud de una catenaria, con el fin de mantener una tensión mecánica constante independientemente de las variaciones térmicas.

En general, se proyectará un punto fijo en la mitad del cantón de compensación, si bien los semicantones podrán ser asimétricos en el caso de trazados en curva con vanos heterogéneos.

Se montarán latiguillos de punto fijo entre sustentador e hilo de contacto solo en los siguientes casos:

Cuando por motivos de replanteo la diferencia de longitud entre los semicantones sea superior al 20%: en este caso se montarán latiguillos a ambos lados del punto fijo.

Cuando la pendiente de la rasante de vía sea superior a 5 milésimas: en este caso se montará solamente un latiguillo en el lado más bajo de la vía

Los equipos de compensación serán de tipo poleas con compensación independiente para el sustentador y los hilos de contacto.

El tipo de anclaje y la ubicación de los puntos fijos a utilizar, en función de la longitud del cantón de compensación mecánica, son los siguientes:

Tabla 3–5. Compensación mecánica

Longitud del cantón (m)	Tipo de compensación
$600 < C \leq 1.300$	Independiente a ambos lados
$C \leq 600$	1 Compensación independiente + 1 No Compensado

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

La longitud máxima del cantón de compensación según la NAE 117_2 es de 1.300 mm, sin embargo, al existir contradicción con la NAE 302, que indica que la longitud máxima del cantón de compensación es de 1.200 mm, es ésta última la que prevalecerá.

3.3.1.7. Flecha máxima de los hilos de contacto

Se considerará la flecha de los hilos de contacto la diferencia de alturas de los hilos de contacto en el extremo y en el centro del vano.

Siendo L la longitud del vano expresada en metros, la flecha que deberán adoptar los hilos en el centro del vano, expresado en milímetros, se obtendrá como:

Tabla 3–6. Flecha máxima de los hilos de contacto

Velocidad hasta (km/h)	Flecha máxima de los hilos de contacto (para hilos nuevos)
160	$0,6 \times L / 1000 \text{ mm}$
250	$0,5 \times L / 1000 \text{ mm}$

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.8. Gálibo de postes

El gálibo de postes que deberá aplicar es el definido en las normas correspondientes de cada una de las catenarias. En este caso el indicado en NAE 302, apartado 4.2.2 Características geométricas y mecánicas/Gálibo de postes.

3.3.1.9. Seccionamientos

La distancia entre catenarias paralelas en seccionamientos será la siguiente:

Tabla 3–7. Distancia entre catenarias en seccionamientos

Tipo de seccionamiento	Calle	Tolerancia
Compensación	200 mm	-0 / +20 mm
Lámina de aire	300 mm	-0 / +20 mm

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.10. Distancias de aislamiento

Para evitar la formación de arco eléctrico, entre un elemento en tensión y otro elemento con conexión a tierra o partes del material rodante, se deberán mantener las siguientes distancias de aislamiento en el aire:

Tabla 3–8. Distancia de aislamiento eléctrico

Tensión	Distancias de aislamiento (mm)	
	Estáticas	Dinámicas
Corriente continua 3 kV	150	50

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.11. Desviación lateral máxima del hilo de contacto

La desviación lateral máxima que podrán adoptar los hilos de contacto es la suma del descentramiento del hilo de contacto sin tener en cuenta la acción del viento en cualquier punto de la longitud del vano, más el desplazamiento máximo resultante por efecto del viento en el hilo de contacto, más la desviación de los soportes por efecto del viento y tiene los siguientes valores:

Tabla 3–9. Desviación lateral máxima corregida en recta

	Desviación lateral máxima (mm)	
	Pantógrafo 1600 mm	Pantógrafo 1950 mm
Recta	400	550

Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

3.3.1.12. Tensiones de regulación mecánica

Si se desea mantener el perfil de la catenaria dentro de parámetros aceptables, ante dilataciones y contracciones por cambios de temperatura, es imperativo una buena sensibilidad de reacción del equipo de regulación de la tensión mecánica. Por ello, y teniendo en cuenta las tensiones diferenciales en sustentador e hilos de contacto, se adopta:

- Regulación de la tensión mecánica mediante poleas y contrapesos independientes.
- Las poleas de compensación se montarán en alineación vertical.

A continuación, se representan las tensiones de regulación mecánica:

Tabla 3–10. Combinaciones de conductores y tenses compatibles

Tipología de catenaria	Sustentador		Hilo de contacto	
	Sección	Tense	Sección	Tense
CA-160H	150 mm ²	1.425 kgf / 1.397 daN	2 x 120 mm ²	1.200 kgf / 1.177 daN

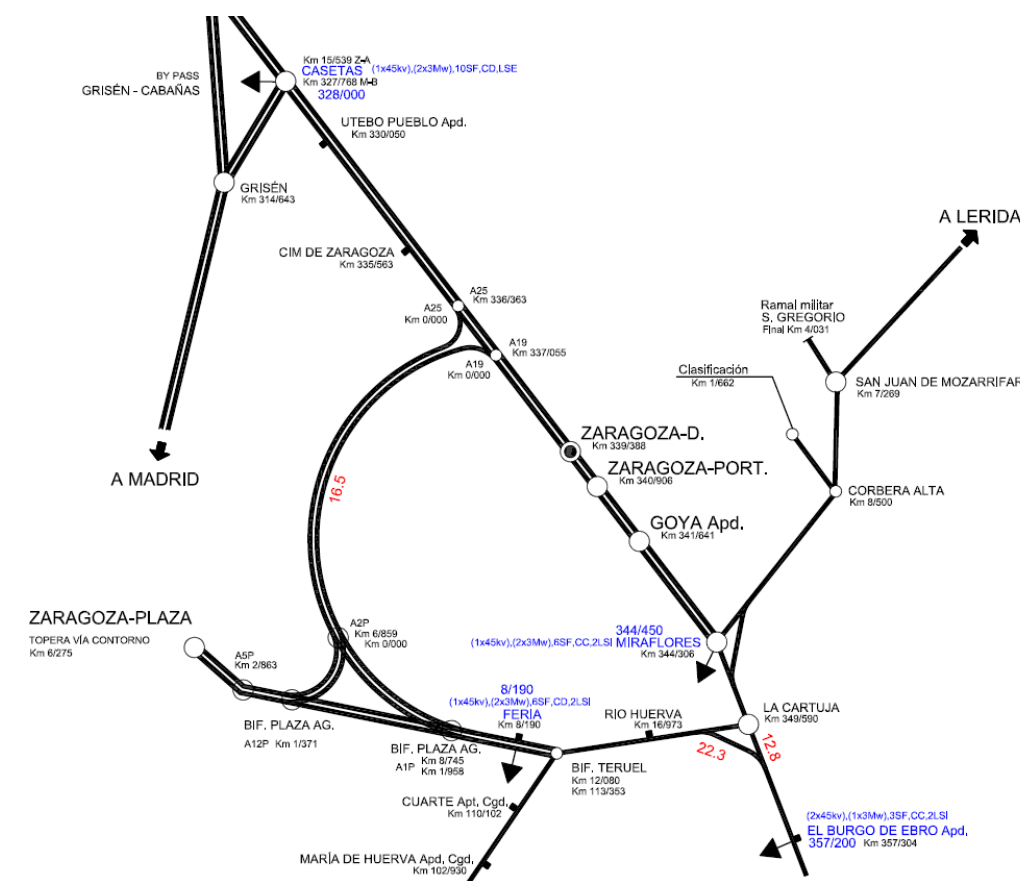
Fuente: NAE 117_2. Línea Aérea de Contacto para vías con tres carriles electrificadas en corriente continua

4. ELECTRIFICACIÓN

4.1. Instalaciones actuales de Electrificación

Las instalaciones de electrificación existentes en la zona de actuación son subestaciones de corriente continua de ADIF. Estas subestaciones están distribuidas de la forma que se indica en el esquemático siguiente:

Figura 4–1. Distribución de Subestaciones de Tracción actuales

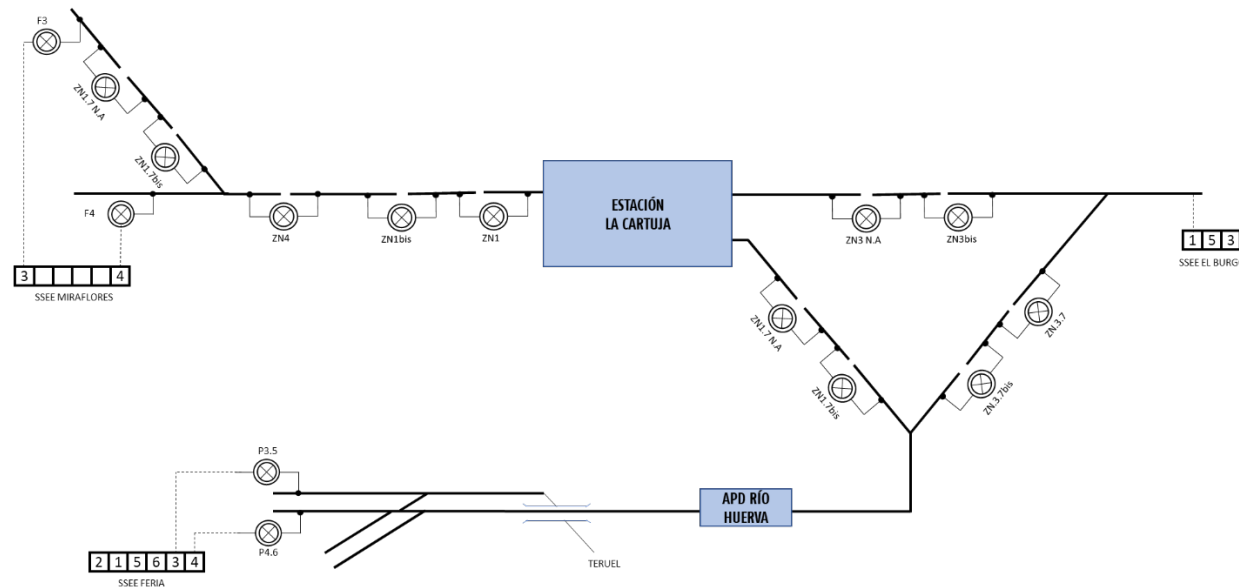


Las subestaciones de tracción próximas son las de Feria, El Burgo, Miraflores y Casetas, disponiendo de las siguientes potencias de tracción instaladas.

- SSEE Feria: Dos grupos de tracción de 3MW
- SSEE Casetas: Dos grupos de tracción de 3MW
- SSEE El Burgo: Un grupo de tracción de 3MW
- SSEE Miraflores: Dos grupos de tracción de 3MW

Tras analizar los esquemas eléctricos de catenaria existentes actualmente en la zona, y facilitados para el presente estudio, se ha elaborado el siguiente esquemático resumen de la zona de la actuación. En este esquemático se ha sintetizado la información más relevante para este estudio, omitiendo información de menor relevancia.

Figura 4-2. Esquema eléctrico de la zona



En el esquemático resumen puede apreciarse que el tramo comprendido entre El Burgo y Bifurcación Teruel está alimentado por las subestaciones de Feria y El Burgo, con sus feederes N°4 y N°1.

La Cartuja, está alimentada por la subestación existente en Miraflores a través de su feeder N°4. En La Cartuja se establece la frontera, a través de seccionadores de ZN normalmente abierto, con la subestación de El Burgo.

4.2. Descripción de las obras a realizar

En este apartado se describen las actuaciones consideradas en cada una de las alternativas del presente Estudio Informativo.

Para la alternativa 1 se considera que el esquema eléctrico de la línea no se ve alterado, ya que por las nuevas vías de ancho estándar solamente circularán trenes diesel.

En base a esto, la distribución actual de subestaciones tendrá que suministrar la misma potencia que está suministrando actualmente.

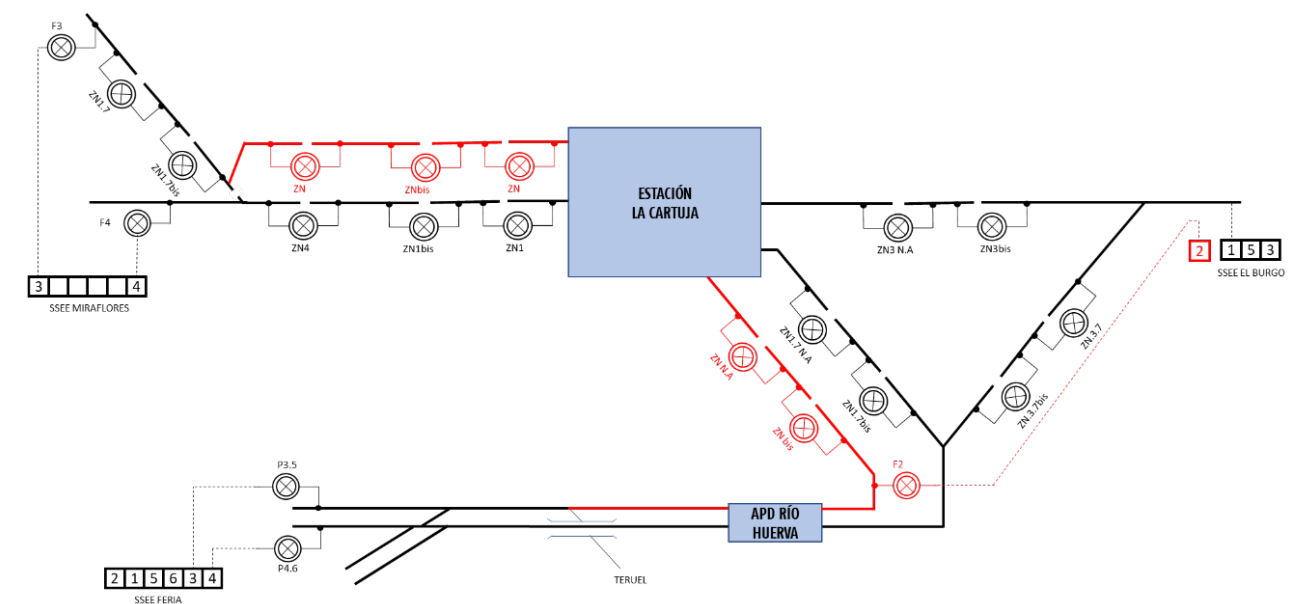
En el escenario de alternativa 2 se modifica la distribución de vías con vías de ancho mixto, discurriendo por ellas trenes de tracción eléctrica en corriente continua.

Tras el análisis de la información de partida indicada en el apartado anterior. Se considera la propuesta de solución más razonable, la de alimentación de la nueva vía de ancho mixto hasta La Cartuja a través del feeder N°3 de la subestación de Feria y desde la subestación de El Burgo.

En la subestación de El Burgo será necesario aumentar la potencia de tracción con la instalación de un grupo adicional de 3MW, así como el tendido de feeder de alimentación desde la nueva salida de feeder N°2 de El Burgo hasta la nueva vía de ancho mixto en las proximidades de La Cartuja.

Con estas actuaciones se consigue aprovechar la infraestructura de subestaciones existente actualmente, minimizando el impacto en el entorno y reducir las conexiones a redes de alimentación de alta tensión.

Figura 4-3. Esquema eléctrico previsto



5. SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA

5.1. Instalaciones actuales de Señalización Ferroviaria

En el ámbito del proyecto existen enclavamientos electrónicos de forma generalizada. Las cabinas de enclavamiento existentes, a la fecha de la redacción del presente documento, son:

- Enclavamiento Electrónico Bifurcación Plaza.
- Enclavamiento Electrónico Bifurcación Teruel.
- Enclavamiento Electrónico Río Huerva.
- Enclavamiento Electrónico La Cartuja.
- Enclavamiento Electrónico Miraflores.
- Enclavamiento Electrónico Cogolluda.
- Enclavamiento Electrónico Tardienta.

Los bloqueos asociados los enclavamientos de Bifurcación Plaza y Bifurcación Teruel, en la zona de vía doble, son del tipo BAB con CTC y ML.

Los bloqueos asociados a vía única y asociados a Río Huerva, La Cartuja, Miraflores y Cogolluda son del tipo BA con CTC y ML.

En Tardienta, en la vía de ancho estándar, existe bloqueos del tipo BLA con CTC y ML.

Como sistema de protección de tren existe instalado el sistema ASFA, en todas las zonas afectadas por el proyecto.

Las características de los sistemas instalados actualmente son:

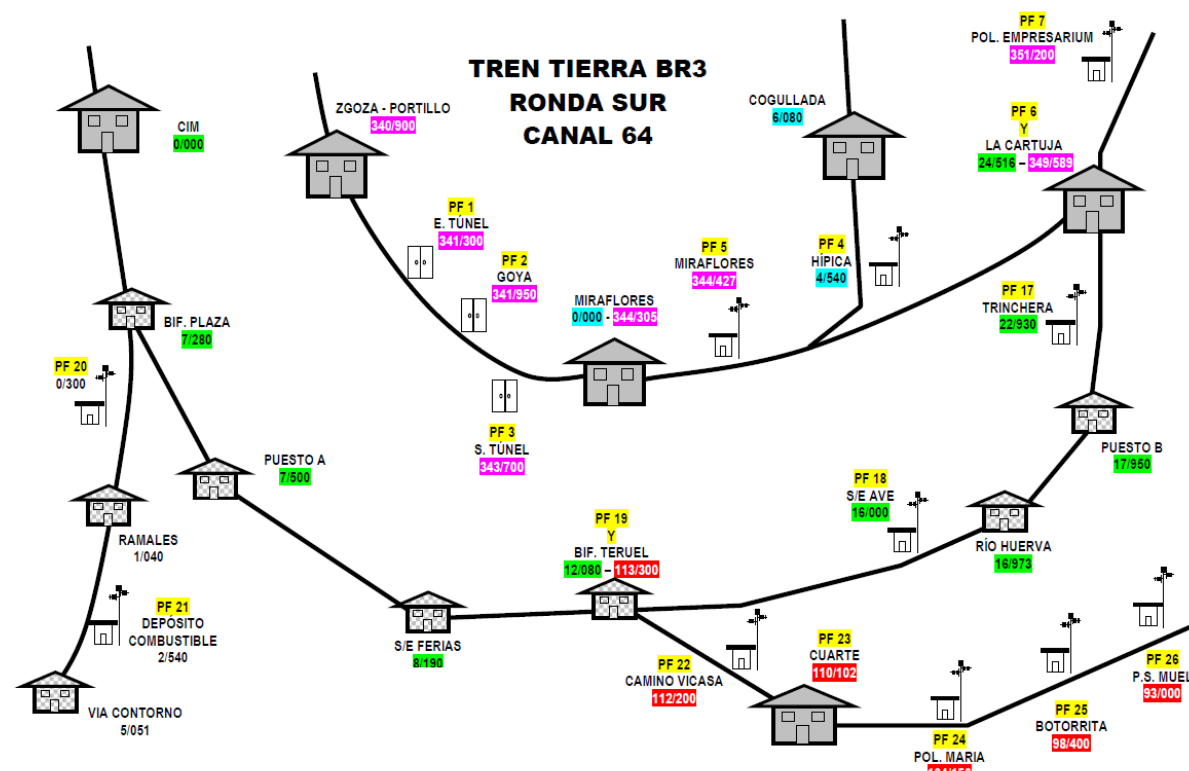
- Enclavamientos electrónicos: Siemens MKI.
- Sistemas de detección CV audiofrecuencia: Siemens FS25000 y FS3000.
- Señalización: Lateral luminosa, de tecnología de lámpara normalizada incandescente.
- Accionamientos eléctricos: Siemens MD2000.
- ASFA: Analógico tipo antiperturbaciones en paralelismos con línea AVE Madrid-Barcelona.
- Energía: Alimentación principal línea señales 2.200 v. con SAI's en todos los enclavamientos

El sistema Tren-Tierra da cobertura a todas las vías que discurren actualmente en la zona. Este sistema es el analógico (Convencional.), utilizando concretamente el CANAL 64 y englobado en la Banda de Regulación 3 del P.M. de Zaragoza. A continuación, se indican los puestos fijos identificados en la zona.

- P.Fijo 5 en estación Miraflores PK 344/427
- P.Fijo 6 en La Cartuja PK 249/589 ó 24/516 se trata de un puesto "Y"
- P.Fijo 17 en P.K 22/930
- P.Fijo 18 en S/E AVE en P.K 16/000
- P.Fijo 19 en Bifurcación Teruel PK 12/080 (PK 113/300 línea Teruel)
- P.Fijo 20 en Bifurcación Plaza PK 0/300 y
- P.Fijo 21 en Depósito combustible P.K 2/540

El esquema de distribución de puestos fijos de este sistema, facilitado para este estudio, se incluye a en la siguiente figura:

Figura 5-1. Distribución de puestos de tren tierra



5.2. Descripción de las obras a realizar

En este apartado se describen las actuaciones consideradas en cada una de las alternativas del presente Estudio Informativo. No obstante, desde la perspectiva de las instalaciones de señalización ferroviaria y comunicaciones asociadas, las actuaciones previstas son muy similares. A continuación, se describen las actuaciones previstas y se matizan las diferencias entre cada una de las alternativas propuestas.

Para las actuaciones previstas se considera la instalación de los siguientes elementos de señalización:

- Enclavamientos de tecnología electrónica
- Contadores de Ejes para vías de ancho mixto y vías de ancho UIC.
- Sistema ASFA Digital y ERTMS Nivel 1.
- Accionamientos eléctricos de aguja
- Señalización luminosa lateral.
- Sistema de comunicaciones Tren-Tierra.
- Redes de cableado con factor de reducción por la proximidad a líneas actualmente electrificadas en corriente alterna, o en previsión de conversión a corriente alterna de las actuales que se encuentran electrificadas en corriente continua.
- Obra civil auxiliar para tendido de cableados en vía.
- Edificaciones de nueva construcción para nuevo equipamiento de señalización y comunicaciones, incluidas las comunicaciones asociadas.
- Telemando de las nuevas instalaciones de señalización desde el telemando actual de Zaragoza.

A continuación, se describen las actuaciones comunes que se consideran en las dos alternativas propuestas.

Se considera necesaria la Ampliación de la edificación existente actualmente de la cabina técnica ubicada en Bifurcación Plaza, así como la construcción de nuevas edificaciones para cabinas técnicas de señalización en Río Huerva, La Cartuja y Miraflores, siendo esta última independiente a la que existe actualmente.

Estas cabinas técnicas serán adecuadas conforme a las necesidades de espacios, accesos, servicios e instalaciones.

En estas cabinas se instalarán las nuevas cabinas de enclavamientos o ampliaciones que sean necesarias. De estas edificaciones también partirán las redes de canalizaciones y cables necesarias para los sistemas considerados en el presente Estudio Informativo.

Para la supervisión y control de todos los sistemas instalados en campo se ampliarán y/o instalarán nuevos enclavamientos electrónicos. Se han considerado estas actuaciones:

- Nuevos enclavamientos electrónicos en Río Huerva, La Cartuja y en la nueva cabina prevista en el Nudo de Miraflores.
- Ampliación de los enclavamientos actuales de Bifurcación Plaza y Zaragoza Plaza.
- Modificación de los enclavamientos de Tardienta y Cogolluda.

El sistema de señalización propuesto es el basado en señalización luminosa lateral y enclavamientos electrónicos.

Todas las cabinas de enclavamiento, tanto nuevas o modificadas, estarán telemandas. El telemando será actualizado para poder controlar las cabinas de enclavamiento y sus elementos asociados. Los bloqueos serán adaptados en consonancia a las modificaciones realizadas en los elementos de campo y enclavamientos.

Para las comunicaciones Tren-Tierra se considerará el aprovechamiento del sistema actual de comunicación, ya que las actuaciones previstas en vía discurren próximas a las vías en servicio. Mantener el sistema de tren tierra existente es conveniente debido al poco tráfico previsto y, sobre todo, porque presenta un menor impacto ambiental al no ser necesarias antenas de altura tan elevada.

Los sistemas de protección de tren propuestos en este Estudio Informativo son el ASFA Digital y el sistema ERTMS Nivel 1.

Para el control y supervisión de los elementos de campo se utilizarán redes de cables con factor de reducción por la proximidad a líneas actualmente electrificadas en corriente alterna, o en previsión de conversión a corriente alterna de las actuales que se encuentran electrificadas en corriente continua.

Como sistema de detección de tren se proponen contadores de ejes, ya que es un sistema que puede utilizarse tanto para vías de ancho mixto, ancho ibérico o ancho UIC. En este estudio, se opta por este sistema para evitar intercalar tramos en vía contiguos con distintos sistemas y facilitar el mantenimiento futuro de las instalaciones.

5.3. Descripción de los sistemas de Señalización Ferroviaria

5.3.1. Enclavamiento electrónico

El enclavamiento realiza el control y el mando de los elementos y aparatos de campo, estableciendo las rutas y las maniobras de los trenes. Está basado en tecnología electrónica.

Cualquier elemento instalado debe cumplir las siguientes características:

- A nivel de seguridad, responden a un diseño “fail safe” con un nivel de integridad de seguridad SIL 4, según se determina en las normas CENELEC UNE-EN 50129, asegurando que cualquier fallo en su funcionamiento sea detectado y actúe de modo que se garantice en todo momento estados seguros de operación.
- Esto se consigue mediante la aplicación de las técnicas aceptadas a tal fin para los sistemas electrónicos: redundancia en el hardware de proceso, técnicas basadas en la diversidad con redundancia de software, información redundante mediante la duplicación del modo de representación de datos, o como es más común, con una combinación de varias de ellas.
- A nivel de fiabilidad o disponibilidad el enclavamiento debe disponer de un índice MTBF alto. Esta disponibilidad se consigue con todos los sistemas con autorización de suministro y uso en el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, ya sea mediante redundancia de sistemas en el módulo principal del enclavamiento, mediante un sistema de 2 procesadores en configuración dual, estando uno de ellos en funcionamiento y el otro como reserva activa o “hot-stand by”, o bien mediante 3 procesadores funcionando simultáneamente “on-time” en el que la caída o fallo de uno de ellos queda soportado por los otros 2 que continúan funcionando (sistema 2 de 3).
- En todos sus aspectos el enclavamiento después de sus modificaciones cumplirá toda la normativa CENELEC vigente, muy especialmente las siguientes normas:
 - ◆ UNE-EN 50126-1 “Especificación y Demostración de Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad (RAMS) para Aplicaciones Ferroviarias”

- ◆ UNE-EN 50128 “Aplicaciones Ferroviarias. Software para Sistemas de Control y Protección del Ferrocarril”
- ◆ UNE-EN 50129 “Aplicaciones Ferroviarias. Sistemas Electrónicos de Control y Protección del Ferrocarril relacionados con la Seguridad”

- La comunicación entre los diferentes elementos que forman el enclavamiento electrónico (módulo de proceso y controladores de objetos) se realiza a través de un protocolo de seguridad acorde con los requisitos de UNE-EN 50159-2.
- Sistema de ayuda al mantenimiento (SAM) que facilite la diagnosis y localización de averías y el mantenimiento, tanto a nivel local donde esté situado el ENCE, como a nivel central.
- Fácil adaptabilidad a los futuros avances tecnológicos que favorezcan la rentabilidad del sistema.
- Para el intercambio de información no vital, se utilizarán interfaces adaptadas a estándares internacionales que permitan la conexión con equipos comerciales, es decir, sistemas que empleen conexiones estandarizadas y homologadas, tanto en hardware como en software. La homologación estándar se aceptará conforme CEI, CCITT, IEEE siempre que no exista una aplicación de uso europeo estandarizada.
- Comunicación serie o en LAN (red de acceso local) con otros ENCE de diferentes fabricantes, y con otros sistemas, como son: equipos de detección en vía, etc.

La versatilidad de los enclavamientos es tal que permite cambiar las condiciones de explotación después de su instalación con la sola modificación del software específico de aplicación que describa el funcionamiento lógico de los enclavamientos, y la adición de los interfaces de elementos de campo necesarios.

Los enclavamientos incorporan la capacidad de ser telemandados desde varios puestos remotos, a los que transmitirán la información necesaria para la representación de elementos y aparatos.

5.3.1.1. Especificaciones de requisitos del sistema

Los enclavamientos deben cumplir las funciones requeridas para la Explotación de la línea. Estas funciones corresponden a los niveles de:

- Aplicación.
- Lógica de seguridad.
- Mando, control y supervisión de los elementos de campo.
- Comunicaciones con otros sistemas y equipos externos.

a) Aplicación

Según la configuración de las vías para cada uno de los casos y de acuerdo con las normativas de la operación definidas, este nivel corresponde al nivel de explotación de los enclavamientos, e incluirá las funciones específicas requeridas para su cumplimiento.

Las funciones específicas típicas de este nivel para cada enclavamiento son, entre otras:

- Mando del enclavamiento en modo local, mediante ratón, y adicionalmente mediante teclado alfanumérico. El equipo de mando incorpora una llave que permite habilitar y deshabilitar la entrada de mandos al enclavamiento.
- Representación sinóptica e indicaciones de la zona bajo control en uno o varios monitores videográficos en color en tiempo real.
- Establecimiento y anulación de las rutas simples y compuestas.
- Mando y supervisión de los elementos de campo y aparatos de vía: señales, accionamientos de desvíos, contadores de ejes, etc.
- Registro de mandos, eventos, estados, alarmas, etc. Los registros correspondientes a mandos y alarmas son impresos en la impresora local de papel continuo en el momento de su ejecución y serán almacenados en un medio no volátil del ENCE.
- Avisos acústicos al producirse determinados eventos como proximidades, averías, caídas del ENCE, etc. Estos avisos sólo estarán activos cuando el enclavamiento esté en mando local.

b) Lógica de seguridad

A este nivel corresponden las funciones de seguridad relacionadas con los movimientos de los trenes en las Estaciones y en los bloqueos en los trayectos entre los mismos.

Las funciones de seguridad típicas del ENCE son, entre otras:

- Condiciones para el establecimiento y enclavamiento de las rutas.
- Anulación de las rutas por paso del tren, artificialmente o por emergencia.
- Condiciones para la apertura de las señales, protección de las rutas y autorización de los movimientos.
- Incompatibilidades entre los movimientos.
- Condiciones de establecimiento de los bloqueos.
- Anulación de los bloqueos.

Para un mayor detalle se deben consultar los documentos de ADIF "MOE: Instrucción sobre especificaciones de requisitos funcionales y técnicos del enclavamiento (ENCE." y "MOE: Especificaciones de requisitos técnicos y funcionales del puesto local de operación (PLO) y su relación con los sistemas de control y supervisión del enclavamiento".

Por otra parte, esta lógica certifica y prueba que los datos obtenidos por las anteriores funciones se realizan mediante un proceso sin fallos que afecten a la seguridad, tanto de hardware como de software, y que es capaz de detectar acciones indebidas sobre salidas vitales. Esta lógica debe asegurar que:

- Los estados de las entradas son leídos periódicamente para garantizar su actualización.
- El software que procesa los datos no se altera.
- Los datos sólo se alteran por la acción del software que los procesa.
- El software comprueba que las salidas responden a los mandos que se ejecutan sobre ellas.
- Las salidas no se alteran por fallos en los elementos de campo.

c) Mando, control y supervisión de los elementos de campo

Este nivel corresponde al interfaz constituido por módulos específicos de entradas y salidas, entre la lógica de seguridad del ENCE y los equipos para el mando, control y supervisión de los elementos de campo y aparatos de vía.

Los elementos de campo y aparatos de vía son controlados por el ENCE mediante entradas y salidas de seguridad.

El tiempo de proceso de las entradas no supera los dos (2) segundos. La orden de cierre de una señal se efectúa en un tiempo no superior a un (1) segundo.

Las entradas y salidas del ENCE incluyen los elementos de protección necesarios que eviten daños a las mismas debidos a las perturbaciones electromagnéticas recibidas a través de los cables de conexión con el campo, tales como: (inducciones producidas por la corriente de tracción, cortocircuitos de la catenaria), sobretensiones producidas por descargas atmosféricas u otras incidencias.

El enclavamiento realizará el mando (cuando sea necesario), control y supervisión de los siguientes elementos de campo y aparatos de vía:

- Pasos a nivel.
- Circuitos de vía.
- Señales laterales luminosas.
- Accionamientos y comprobadores de aguja

5.3.2. Sistema de ayuda al mantenimiento (SAM)

El SAM sirve para dar soporte a las actividades de mantenimiento. Toma y procesa, en tiempo real, toda la información de diagnóstico generada por el sistema.

El subsistema está diseñado para hacer la localización de fallos lo más simple y fácil posible. El operador es guiado por las operaciones requeridas paso a paso con un interfaz gráfico basado en Windows.

El SAM también está diseñado para facilitar el mantenimiento preventivo, a través de funciones de diagnóstico dirigidas, que facilitan la aplicación de una estrategia de mantenimiento óptima, con funciones de ayuda de las actividades de organización.

El sistema de SAM está dividido en dos niveles:

- SAM Local, el cual monitoriza localmente las incidencias y eventos acaecidos en el enclavamiento al cual está conectado.
- SAM Central, el cual centraliza toda la información proveniente de los SAM locales de todos los enclavamientos de la línea.

El SAM está especializado en los diagnósticos y operaciones de mantenimiento. El subsistema tiene las siguientes funciones globales:

1. Diagnósticos de equipo: el SAM apoya al operador con una guía de averías, con un interfaz gráfico con vistas geográficas de los detalles del sistema y la cabina, pudiéndose utilizar para identificar el componente averiado (tarjeta, rack, etc.). El subsistema también proporciona toda la información requerida para cambio de tarjetas; representando el estado de los equipos: el SAM informa al operador de mantenimiento sobre el estado de los equipos de una forma gráfica simplificada.

2. Información de Reparación: Cuando se ha identificado el componente defectuoso, el SAM indica la acción a tomar para volver a ponerlo en operación, mostrando en pantalla la correspondiente documentación técnica informatizada.

3. Sincronización de tiempo: el SAM adquiere y distribuye, al ENCE y a los Terminales de Mantenimiento, el reloj maestro del sistema, este reloj está sincronizado con las señales del horario oficial de forma que se pueda comparar con los datos en otras estaciones.

4. Grabado cronológico de eventos: el SAM puede grabar, también durante largos periodos, una configuración predefinida de variables del sistema. Esta información puede ser útil para la reconstrucción de un contexto de operación anterior. Para cada grabación simple, el SAM asocia el valor del reloj del sistema (Servidor NTP) y puede grabar en disco la información de diagnóstico durante varias semanas o meses (dependiendo de la capacidad del disco).

□ Generación de estadísticas de ayuda al mantenimiento (horas de funcionamiento de los focos, movimiento de los accionamientos, etc.). Se permite, también especificar los valores iniciales de los contadores de eventos y tiempos para las estadísticas.

- Reconstrucción de estados anteriores de cualquiera de los enclavamientos monitorizados (Moviola). Visualización gráfica de la instalación en el SAM local y central.
- Representación en tiempo real de los cambios producidos en el enclavamiento a medida que se produzcan. Estos cambios pueden ser ocupaciones de circuitos de vía, creación de itinerarios, cierres de señales, datos de diagnóstico, etc.
- El SAM central tiene la posibilidad de visualizar simultáneamente la información de dos enclavamientos diferentes (un enclavamiento en cada monitor)
- Permite al usuario extraer información de la base de datos con una antigüedad mayor a 3 meses.

- Posibilidad de generar, guardar e imprimir información de fallos, cambios, contadores y averías a partir de la información contenidas en las bases de datos.
 - Gestión de acceso al sistema: se definen varios tipos de usuarios para gestionar el sistema. Desde el más bajo en términos de permisos, que solo puede visualizar hasta el más alto el cual tiene acceso total.
 - Se definen diferentes permisos de manera que solo los usuarios que previamente se hayan configurado tienen acceso.
 - Se visualiza que usuario está en el sistema.
 - Se almacena información de acceso del sistema por parte de diferentes usuarios.
5. Consulta on-line de documentación técnica: se puede utilizar el subsistema para consultar la documentación en formato de hipertexto; el sistema de consulta de documentación es sensible también al contexto de operación para así proporcionar la información de mantenimiento actual de forma inmediata.
6. Movimiento de los desvíos controlados por el enclavamiento correspondiente por parte del personal de mantenimiento. Esta operación solo se podrá efectuar con permiso previo desde el sistema de mando activo (PLO o CTC).

El SAM tiene interface con los subsistemas externos de la forma siguiente:

- El SAM recibe, cíclicamente del ENCE, el estado de los equipos y el estado de todas las variables seleccionadas para la función de grabación cronológica, incluyendo, cuando se prevea, el login/logout de los operadores de estación.
- El SAM recibe del ENCE y Servidor de Mantenimiento, información sobre el estado de estos subsistemas.

5.3.3. Puesto local de operador

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

La arquitectura del sistema se complementa con el ordenador residente, ubicado en la cabina del enclavamiento y conectado de forma permanente al mismo. Contiene la aplicación de control del enclavamiento y el software de comunicaciones necesario para comunicarse con el puesto de operador.

Este sistema permite la visualización del estado de los elementos de campo, establecimiento de movimientos, averías, alarmas, y demás información relevante.

5.3.4. Señalización luminosa

El sistema de señalización lateral luminosa basado en señales de focos incandescentes y pantallas alfanuméricas indica a los maquinistas la información referente a las condiciones de circulación que tienen que tener en consideración. El número y tipo de indicaciones de las señales en el proyecto se corresponden con las siguientes indicaciones:

- Parada
- Anuncio de parada
- Anuncio de precaución
- Vía libre
- Rebase autorizado
- Indicadora de entrada
- Indicadora de posición de agujas

Las identificaciones de las señales laterales luminosas son las siguientes:

- Señales de salida (S) de las estaciones.
- Señales de entrada (E) a las estaciones.
- Señales avanzadas (E') de dichas señales de entrada.
- Señales de bloqueo situadas en trayecto, con denominación según el hectómetro de su situación
- Señales de los mangos y de maniobra (M) en estaciones.
- Señales de retroceso (R) para maniobras sobre vía general.

Los criterios para su denominación están descritos en el documento de ADIF "Norma para la designación de vías y componentes de la superestructura de red".

5.3.5. Contadores de Ejes

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

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

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

Todos los elementos del sistema electrónico de contadores de ejes a instalar serán homologados por ADIF, de acuerdo con la especificación técnica nº 03.365.310.6_3 sobre "Sistemas electrónicos de detección de tren basados en contadores de eje". 3ª Edición. Julio 2015.

La utilización de estos dispositivos implica una serie de ventajas que se enumeran a continuación:

- Longitud del cantón de bloqueo prácticamente ilimitada.
- Disminución de averías y costes de mantenimiento, al no poseer juntas mecánicas de separación, que es un punto débil que provoca un alto índice de incidencias, así como el aumento de la solidez de los carriles al no tener que realizar cortes en ellos.
- Funcionamiento independiente de la resistencia del balasto. Esta característica hace indicada su instalación en líneas donde el balasto sea de baja calidad, o en vías con traviesas de acero, que discurran en puentes metálicos o zonas mineras. También es indicada su instalación en túneles o líneas donde haya mucha humedad o inundaciones.
- Prácticamente libre de mantenimiento, dadas las características de los elementos de campo y el menor número necesario en comparación con los circuitos de vía para secciones largas de vía.
- Fácil adaptación a vías existentes o antiguas.

- Evaluación segura de vía libre u ocupada por detección y cuenta de número de ejes que entran y salen de la sección de vía o cantón supervisado.

El sistema electrónico de contadores electrónicos de ejes se compone de:

- Un equipo interior o evaluador de contadores de ejes (unidad de proceso central).
- Equipos exteriores o puntos de detección de ejes.

Las secciones de vía controladas por contadores de ejes se podrán hallar en los siguientes estados:

- Libre. En ninguno de los dos extremos de la sección de vía se han contado ejes o en uno de los dos extremos se han descontado correctamente.
- Ocupado. En uno de los extremos de la sección de vía se ha contado un número de ejes distinto de cero.
- En avería o alterado: Si en un extremo de la sección de vía se ha contado un número de ejes y posteriormente en el otro extremo se ha contado un número distinto de ejes.
- En prenormalización: Una sección de vía en avería se pone en prenormalización para que pase un tren por dicha sección y si las cabezas lectoras de cada extremo cuentan correctamente los ejes, la sección de vía quede normalizada. Si hay una sección de vía en prenormalización, las señales que protegen dicha sección deberán estar cerradas y el tren que acceda a esta sección deberá ir en marcha a la vista, por si realmente se hubiera quedado algún vehículo en la sección.

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

El equipo interior o evaluador de contadores de ejes se encargará de supervisar un tramo de vía o cantón.

Este equipo se encargará de procesar las señales procedentes de la unidad electrónica de vía de los puntos de detección y determinará la ocupación o liberación segura del tramo de vía o cantón supervisado, proporcionando en sus salidas vitales la información correspondiente que intercambiará con el enclavamiento.

El equipo exterior o punto de detección de ejes consta de dos cabezas detectoras inductivas o detector doble de ejes que proporcionan un interfaz seguro con el equipo interior o evaluador de contadores de ejes.

Dichas cabezas detectoras se montan en el carril, en el punto kilométrico que corresponda, y sirven para detectar la presencia del eje o rueda del tren y para determinar el sentido de circulación del tren.

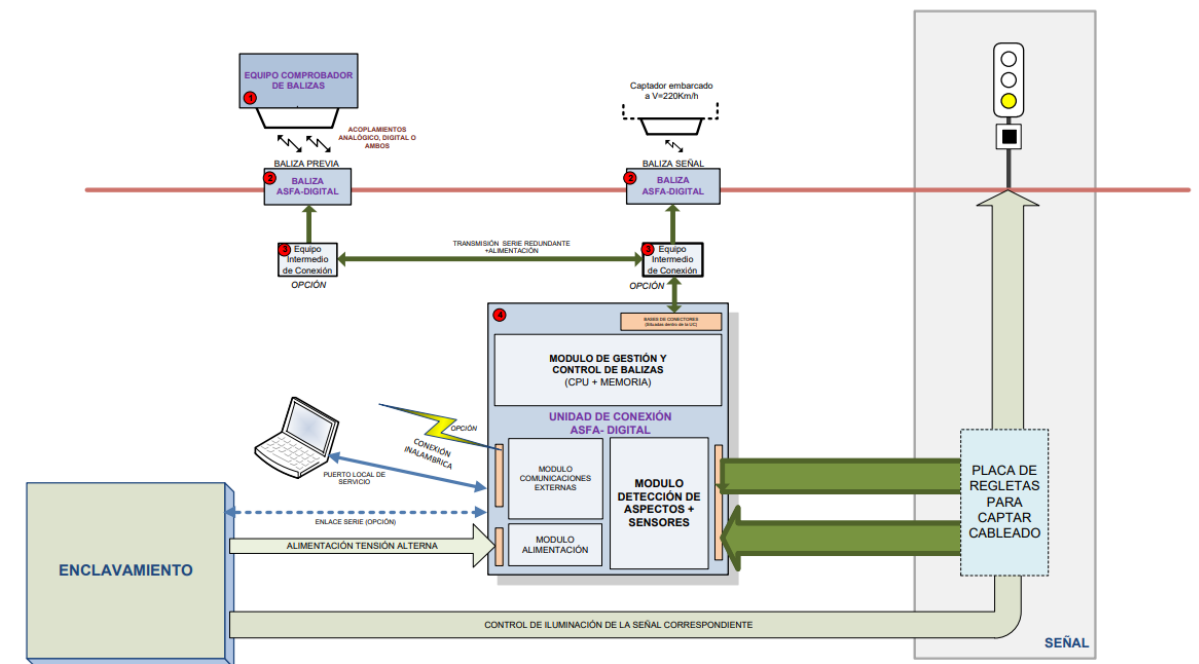
5.3.6. ASFA Digital

El sistema de Anuncio de Señales y Frenado Automático (ASFA) Digital es un sistema de transmisión puntual y de supervisión continua. Está constituido por dos sistemas principales, uno instalado en vía y el otro embarcado a bordo del material rodante. Es, por tanto, un sistema de ayuda a la conducción que anuncia en cabina del material rodante las condiciones más relevantes de la señalización lateral, y la conducción del tren deberá realizarse en conformidad con las informaciones procedentes de la señalización lateral.

El sistema ASFA Digital en Vía actúa como interfaz entre el sistema de Señalización y el sistema ASFA embarcado del tren, transmitiendo las indicaciones de las señales mediante balizas instaladas en la vía.

El sistema procesa la información procedente de las señales y la envía a los trenes utilizando, para ello, las balizas como medio de transmisión. El sistema embarcado utiliza esta información para generar las curvas de control correspondientes y actuar sobre el freno cuando detecte que se está excediendo el límite de la velocidad supervisada.

Figura 5–2. Diagrama funcional del sistema ASFA Digital vía.



Las balizas ASFA digital instaladas en la vía proporcionan información previa del aspecto de la señal más próxima al tren en su sentido de marcha (baliza previa) e información al paso de dicha señal (baliza pie de señal). También envían información de las señales de Pasos a Nivel, de Limitaciones de Velocidad y de Cambios de Señalización (Alta Velocidad-Convencional).

El sistema de captación del tren consiste en un circuito resonante que oscila a una determinada frecuencia (Frecuencia Permanente, FP). Cuando el captador embarcado a bordo del material rodante pasa por encima de una baliza, pierde la FP y pasa a oscilar a la frecuencia de resonancia del circuito establecido en la baliza, con la que sintoniza mediante un acoplamiento inductivo, recibiendo la información, a través de la baliza, del aspecto de la señal correspondiente, para su procesamiento y posterior establecimiento de controles. Este conjunto de equipos está formado por dos tipos de dispositivos:

- Las BALIZAS de ASFA digital
- Las Unidades de Conexión Digital (UCDIG).

Los elementos del sistema ASFA Digital en Vía están diseñados de tal forma que sea posible su intercambiabilidad con los elementos equivalentes de otros proveedores, permitiendo conformar sistemas completos con elementos de diferentes proveedores.

El sistema ASFA Digital en Vía debe ser compatible con el sistema de captación de todos los vehículos equipados con ASFA Digital Embarcado.

El sistema ASFA Digital en Vía también debe ser compatible con todos los sistemas de señalización (enclavamientos y señales luminosas) existentes. y dicho sistema no interferirá en ninguno de los sistemas de señalización existentes.

El sistema ASFA Digital en Vía también debe ser compatible, asimismo, con la electrificación de la línea y las perturbaciones generadas por las corrientes del retorno de tracción, frenado y demás interferencias electromagnéticas causadas por las instalaciones fijas y el material rodante.

Los equipos electrónicos deben tener un diseño robusto y compacto. Este diseño será especialmente adecuado para asegurar la resistencia a las condiciones habituales en dispositivos situados en la vía y en sus inmediaciones, así como proporcionar una alta inmunidad contra interferencias electromagnéticas expuestas en la norma UNE-EN 50121-4.

Asimismo, el sistema deberá garantizar un nivel de integridad de SIL4, de acuerdo con lo dispuesto en las normas europeas EN 50126, EN 50128 y EN 50129 de CENELEC.

5.3.7. ERTMS Nivel 1

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

El objetivo de la interoperabilidad es establecer un nivel mínimo de armonización técnica de los distintos sistemas ferroviarios nacionales de la Unión Europea, que permita conseguir un sistema ferroviario abierto e integrado a nivel europeo.

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

Se trata de un estándar europeo que posibilita la interoperabilidad técnica, normalizando las funciones de control y protección del tren y las interfaces de intercambio de información entre la infraestructura de red y los equipos embarcados en el tren.

Las características principales del ERTMS N1 son las siguientes:

- La comunicación entre el equipamiento de vía y el tren es puntual al paso del tren por encima de las balizas. El ERTMS N1 utiliza el sistema de señalización lateral para sus funciones de ATP.
- La detección del tren y supervisión de la integridad de tren quedan fuera del alcance del sistema ERTMS N1. Estas funciones son responsabilidad de equipos de señalización externa al equipamiento ERTMS como circuitos de vía y contadores de ejes.
- La señalización lateral es absolutamente necesaria requiriendo un enclavamiento que realice funciones de bloqueo (establecimiento y liberación de rutas, supervisión de incompatibilidades, etc.).
- El sistema requiere que se instalen balizas:
 - Fijas: para que el tren actualice su posición y para el envío de información al tren. Estas balizas proporcionan información independientemente del estado de los elementos de campo controlados por el enclavamiento.
 - Conmutables: para el envío de información al tren en función del estado de la señalización y del estado de las Limitaciones Temporales de velocidad (LTV).
- El sistema ERTMS N1 puede ser compatible con otros sistemas de señalización convencional. Estos sistemas se pueden utilizar como sistema de respaldo de trenes ERTMS o como sistema primario, soportando de esta manera explotaciones con tráfico mixto (vía equipada y no equipada con sistema ERTMS).

5.3.7.1. Distribución ERTMS Nivel I

Las diferentes distribuciones posibles en función de la instalación de los LEUs son:

- N1 Centralizado: Se basa en la instalación de LEUs centralizados en cabinas técnicas, donde se encuentran instalados los enclavamientos electrónicos (ENCEs). Esta arquitectura es típica de proyectos con cantón único de bloqueo (sin señales de bloqueo). Es la distribución que permite MAs más largas.
- Descentralizado: Se basa en la instalación de LEUs a pie de señal, que toman la información directamente de la señal (y ocasionalmente de la aguja) y por tanto precisan de un interfaz paralelo entre el elemento de vía (típicamente las señales) y el LEU. Esta solución es muy favorable en proyectos de líneas de baja velocidad, con frecuencias poco exigentes y en las que no se requiere establecer LTVs.

La arquitectura basada en LEUs descentralizados no soporta gestión ERTMS centralizada, por lo que es mucho más simple en cuanto a equipos e ingeniería, si bien tiene limitaciones en funcionalidad, ya que no permite el establecimiento de limitaciones temporales de velocidad, ni el envío de MAs largas, puesto que dispone únicamente de la información del aspecto de la señal más próxima.

- N1 Mixto: Se basa en la instalación de LEUs centralizados en estación y distribuidos en trayecto. Esta es la arquitectura más favorable en proyectos donde las señales avanzadas están a gran distancia de la estación y hay señales de bloqueo. En este caso, se instalan armarios de intemperie que alojan LEUs remotos conectados al concentrador de LEUs correspondiente (ubicado en la cabina técnica de la estación) a través de la red de comunicaciones de fibra óptica.

5.3.8. Accionamientos eléctricos

Los accionamientos de aguja son los equipos que permiten a los enclavamientos realizar la maniobra, retención y comprobación de las agujas de forma totalmente segura. Para ello se basan en mecanismos que transforman el movimiento de rotación de un motor eléctrico en un movimiento rectilíneo.

5.3.9. Redes de Cables

La red de cables para las instalaciones de seguridad serán del tipo normalizado multiconductor o cuadretes, de acuerdo con las características de los diferentes equipos a instalar y con factor de reducción 0,3 o 0,1 debido a la proximidad a líneas actualmente electrificadas en corriente alterna y en previsión de conversión a corriente alterna de las actuales que se encuentran electrificadas en corriente continua.

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

5.3.10. Obra civil Auxiliar

Se tendrá que ejecutar la obra civil necesaria para el tendido de cables de instalaciones de señalización, sistemas de protección del tren, telecomunicaciones y suministro de energía consistente en zanjas, canalizaciones, canaletas y cruces de vía, que permiten conectar los elementos de campo (señales, balizas, aparatos de vía, equipos de circuitos de vía y equipos contadores de ejes) con los equipos en cabina.

La propia red de canalizaciones y canaletas se apoyará en arquetas o cámaras de registro que posibilitan acceder a los cables, permitiendo cambios de dirección en los tendidos de los mismos y accesos a dependencias técnicas.

5.3.11. Edificaciones Técnicas

Los edificios se conciben para albergar las instalaciones correspondientes al control del tráfico de la línea, y más concretamente, a instalaciones de señalización, telecomunicaciones, mando de los enclavamientos y abastecimiento y distribución de energía para las instalaciones, así como las instalaciones domésticas de abastecimiento, saneamiento, electricidad, protección contra incendios y climatización.

El edificio tipo consiste fundamentalmente en una construcción de una sola altura con salas contiguas, rectangulares y dispuestas transversalmente separadas entre sí mediante paneles lisos de yeso, laminado, autoportantes con aislamiento interior.