

## ANEJO 14. ELECTRIFICACIÓN



## ÍNDICE

<b>1. ELECTRIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1 TECNOLOGÍA A IMPLANTAR EN LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO .....	2
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ANALIZADAS EN FASE 2 .....	4
1.2.1 <i>Alternativa Base</i> .....	4
1.2.2 <i>Alternativa A</i> .....	4
1.2.3 <i>Alternativa C</i> .....	5
1.3 TIPOLOGÍAS DE CATENARIA.....	6
1.3.1 <i>Características del circuito de tracción: línea aérea de contacto polivalente</i> .....	6
1.3.2 <i>Características del circuito de tracción: línea aérea de contacto CA-160</i> .....	6
1.3.3 <i>Características del circuito de tracción: línea aérea de contacto C-350</i> .....	7
1.3.4 <i>Características del circuito de tracción: Catenaria Rígida con aislamiento apto para 25 kV</i> .....	8
1.4 SOLUCIÓN PROPUESTA .....	8
1.4.1 <i>Sistema de suministro de energía propuesto</i> .....	8
1.4.2 <i>Potencia a contratar y potencia máxima</i> .....	8
1.4.3 <i>Configuración Propuesta para la alternativa base</i> .....	8
1.4.4 <i>Configuración Propuesta para la alternativa A</i> .....	9
1.4.5 <i>Configuración Propuesta para la alternativa C</i> .....	10
1.5 VALORACIÓN.....	10

## 1. ELECTRIFICACIÓN

El objeto del presente anejo es la definición, desde el punto de vista de su desarrollo técnico y su funcionalidad, del sistema de suministro de energía eléctrica a aplicar en el presente Estudio Informativo.

Dicho sistema, constituido por tres subsistemas interrelacionados entre sí: línea aérea de contacto, subestaciones de tracción eléctrica y red de suministro de energía para su alimentación (líneas de alta tensión para la acometida), tendrá que satisfacer las condiciones siguientes:

- La tensión en el pantógrafo de los trenes, en todos los puntos a lo largo del recorrido de la línea aérea de contacto, deberá ser del orden de magnitud del valor de la tensión nominal del motor o los motores de tracción, con objeto de conseguir una marcha regular de cada tren en circulación y obtener la máxima eficiencia en la tracción.
- Dicha tensión no podrá descender por debajo de un valor mínimo a partir del cual no pueden funcionar correctamente el motor o los motores eléctricos de tracción y otros aparatos componentes del material de tracción
- La potencia instalada y su distribución espacial será tal que pueda absorber las demandas del conjunto de trenes que circulen simultáneamente.
- Los conductores componentes de la línea aérea de contacto serán tales que la intensidad eléctrica que circule por ellos no podrá ser superior a los valores máximos permitidos.

La factibilidad de suministro de energía al sistema de electrificación deberá ser total.

Por ello, el desarrollo del Anejo permite proponer la tecnología a implantar en la línea aérea de contacto y el sistema de acometida de energía para su alimentación, desde el punto de vista técnico, para el suministro de energía eléctrica a la tracción para la circulación a las velocidades previstas con el alcance y contenidos siguientes:

- Estudio de la tecnología a implantar en la línea aérea de contacto, que comprende:
  - Tecnologías de línea aérea de contacto existentes y susceptibles de ser implantadas. Electrificación en corriente continua y en alterna monofásica.

- Propuesta de la más adecuada para su implantación. Características más singulares.
- Diseño del sistema de acometida de energía, que, a su vez, comprende el siguiente desarrollo:
  - Planteamiento de alternativas de ubicación de las subestaciones. Estimación de la dimensión de la potencia eléctrica a instalar en ellas.

### 1.1 TECNOLOGÍA A IMPLANTAR EN LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

Los sistemas de electrificación de tracción se pueden dividir en dos grupos, según que la energía que se suministra a la línea aérea de contacto se tome o no de la red general de transporte de energía eléctrica del país.

Entre los que toman la energía de la red general de transporte del país se encuentran los siguientes:

- Sistema en corriente continua a 3.000 V de tensión nominal. Se transforma la corriente eléctrica trifásica a 50 Hz mediante grupos rectificadores estáticos formados por puentes de elementos semiconductores.
- Sistema en corriente alterna monofásica a 25 kV y frecuencia industrial de 50 Hz. Se reduce la tensión eléctrica de la red general a la tensión eléctrica de alimentación de la tracción mediante transformadores estáticos.

En la actualidad se implanta el sistema de electrificación en continua o el de alterna monofásica a frecuencia industrial de 50 Hz, tanto para el caso de tomar la energía de la red general, con el desarrollo de subestaciones equipadas con grupos convertidores.

La elección de uno u otro se suele establecer, entre otros criterios, en función de:

- La velocidad de circulación de los trenes.

Si bien no existe una clara delimitación de cuál es la velocidad para elegir el sistema de alterna monofásica o el sistema de continua, la experiencia muestra que hoy en día se está llevando a cabo satisfactoriamente la explotación de líneas ferroviarias en corriente continua con velocidades en el entorno de 220 km/h, por lo que parece que dicho valor podría ser el umbral de velocidad para la elección de uno u otro sistema.

- El montante de la inversión y el rendimiento energético.

A igualdad de carga remolcada sobre un mismo perfil ferroviario, la potencia necesaria varía con el cubo de la velocidad. Esto lleva a necesitar equipos motores de gran potencia de modo que si la tensión de alimentación es relativamente pequeña, 3.000 V en el caso de la electrificación en corriente continua, las intensidades que circulan por la línea aérea de contacto son muy altas, lo que conlleva amplia sección de cobre y línea aérea de contacto pesada que supone elevado montante de inversión en ella y elevadas pérdidas por efecto Joule y bajo rendimiento energético, frente a la alimentación en alterna monofásica a 25 kV, con intensidades eléctricas relativamente pequeñas y por lo tanto línea aérea de contacto muy ligera, con menores costes de inversión en ella y menores pérdidas de energía por efecto Joule y mejor rendimiento energético.

También es necesario tener en cuenta que el número de subestaciones a implantar en alterna monofásica, para una misma red a electrificar, es menor que en la electrificación en continua y, además, en aquella son de mayor simplicidad que en esta.

- La red ferroviaria donde va a ser aplicada la electrificación.

Parece evidente que una nueva red ferroviaria cuyos parámetros de diseño son tales que la velocidad máxima de circulación es inferior al umbral a partir del cual se plantea la disyuntiva de un sistema u otro de electrificación, podría inducirnos a elegir el sistema de alimentación de corriente continua a 3000 V.

Dado el ámbito del estudio, la proximidad al corredor mediterráneo, la interacción mediante tercer carril con circulaciones que podrían usar las líneas de ancho internacional y líneas de alta velocidad (electrificadas en corriente alterna 25.000 V), y que, en un futuro próximo, se podría conectar, tanto físicamente como en su explotación comercial, a lo que podría llamarse Red de Alta Velocidad debería de ser electrificada con la misma tecnología que en dichas redes.

- El material tractor a utilizar en la explotación.

En la actualidad existen locomotoras de tracción bitensión, que pueden funcionar con ambas tensiones.

La gran mayoría de las locomotoras en funcionamiento de los distintos operadores ferroviarios, dedicados al transporte de mercancías, opera con locomotoras que funcionan con corriente continua 3.000 V.

Es de suponer que la nueva red ferroviaria, se haga o no su conexión en un futuro inmediato a la Red Europea, estará conectada a la actual red ferroviaria existente. Por lo que por ella circulará un material tractor que deberá ser válido para su explotación en cualquiera de los dos sistemas en caso de aplicación del sistema de electrificación en contraposición.

A la vista de los criterios expuestos, la elección del sistema de electrificación es en corriente continua de 3.000 V de tensión nominal, con línea aérea de contacto polivalente en los tramos de ancho mixto y con línea aérea de contacto tipo ADIF CA-160 en los tramos de ancho ibérico.

Por otra parte, la elección del sistema de electrificación es en corriente alterna de 25.000 V de tensión nominal, con línea aérea de contacto tipo ADIF C-350 en los tramos de ancho UIC.

Por último, la elección del sistema de electrificación en los túneles es en corriente alterna de 25.000 V de tensión nominal, con catenaria rígida con nivel de aislamiento apto para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. en los tramos de ancho UIC y en corriente continua de 3.000 V de tensión nominal, con catenaria rígida con nivel de aislamiento apto para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. en los tramos de ancho ibérico o mixto.

Con este planteamiento se satisfacen las necesidades actuales y posibilitar la alimentación de la línea a 25 kV c.a. en un futuro para las vías de ancho mixto cuando se considere oportuno, sin tener que afectar la plataforma.

En caso de dicha implementación, supondrá nuevas subestaciones de tracción, conservando la línea aérea de contacto.

## 1.2 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS ANALIZADAS EN FASE 2

En concreto en la fase 2 del presente estudio informativo se plantean las siguientes Alternativas:

### 1.2.1 Alternativa Base

Dividida en los siguientes subtramos:

- Eje Valencia – Castellón. Comprende los siguientes subtramos:
  - 5.552 m de vía doble de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 440 m de vía única (eje este) de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
  - 440 m de vía única (eje oeste) de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
  - 155 m de vía doble de ancho UIC en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 25 kV ca. Será necesaria la instalación de un cambio de sistemas para 3 kV cc – 25 kV ca al inicio de este subtramo.
  - 2.574 m de vía doble de ancho UIC a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF C-350 alimentada a 25 kV c.a.
- Conexión Norte Corredor Mediterráneo vía derecha (Este) Salto de Carnero: Comprende los siguientes subtramos:
  - 570 m de vía única de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.

- 404 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
- Conexión Norte Corredor Mediterráneo vía izquierda (Oeste) Salto de Carnero: Comprende los siguientes subtramos:
  - 615 m de vía única de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 402 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
- Eje conexión sur Corredor Mediterráneo túnel Cabañal: Comprende los siguientes subtramos:
  - 1.584 m de vía doble de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.

### 1.2.2 Alternativa A

Dividida en los siguientes subtramos:

- Eje Valencia – Castellón. Comprende los siguientes subtramos:
  - 2.180 m de vía doble de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 3 kV cc y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 200 m de vía única de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
  - 7.380 m y 7.560 m para túneles oeste y este respectivamente, de vía única de ancho UIC en túnel que será electrificada con Catenaria tipo ADIF C-

- 350 alimentada a 25 kV c.a. Será necesaria la instalación de un cambio de sistemas para 3 kV cc – 25 kV ca al inicio de este subtramo.
- 380 m y 410 m de vía única para vías oeste y este respectivamente, de ancho UIC a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF C-350 alimentada a 25 kV c.a.
  - 186 m de vía doble de ancho UIC a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF C-350 alimentada a 25 kV c.a.
- Eje conexión Norte: Comprende los siguientes subtramos:
- 3.372 m de vía doble de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 3 kV cc y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
- Eje conexión Norte Cabañal vía Oeste: Comprende los siguientes subtramos:
- 160 m de vía única de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 3 kV cc y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 382 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 3 kV cc.
- Eje conexión Norte Cabañal vía Este: Comprende los siguientes subtramos:
- 570 m de vía única de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 3 kV cc y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 404 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kVcc y 25 kV ca alimentada a 3 kV cc.

- Eje conexión sur túnel Cabañal: Comprende los siguientes subtramos:

- 1.584 m de vía doble de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.

### 1.2.3 Alternativa C

Dividida en los siguientes subtramos:

- Eje Valencia – Castellón. Comprende los siguientes subtramos:
  - 3.400 m de vía doble de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 1.880 m de vía doble de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
  - 2.008 m de vía doble de ancho UIC a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF C-350 alimentada a 25 kV c.a. Será necesaria la instalación de un cambio de sistemas para 3 kV c.c. – 25 kV c.a. al inicio de este subtramo.
- Conexión Norte Corredor Mediterráneo vía derecha (este). Comprende los siguientes subtramos:
  - 490 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 105 m de vía única de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 493 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV



- c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
- Conexión Norte Corredor Mediterráneo vía izquierda (oeste). Comprende los siguientes subtramos:
  - 395 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 180 m de vía única de ancho mixto en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
  - 316 m de vía única de ancho mixto a cielo abierto que será electrificada con Catenaria Polivalente con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c. y con descentramientos compatibles con ambos anchos de vía.
- Conexión Sur Corredor Mediterráneo vía derecha (este). Comprende los siguientes subtramos:
  - 420 m de vía única de ancho ibérico a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF CA-160 alimentada a 3 kV c.c.
  - 127 m de vía única de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.
  - 424 m de vía doble de ancho ibérico a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF CA-160 alimentada a 3 kV c.c.
- Conexión Sur Corredor Mediterráneo vía izquierda (oeste). Comprende los siguientes subtramos:
  - 380 m de vía única de ancho ibérico a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF CA-160 alimentada a 3 kV c.c.
  - 220 m de vía única de ancho ibérico en túnel que será electrificada con Catenaria Rígida con aislamiento valido para 3 kV c.c. y 25 kV c.a. alimentada a 3 kV c.c.

- 439 m de vía doble de ancho ibérico a cielo abierto que será electrificada con Catenaria tipo ADIF CA-160 alimentada a 3 kV c.c.

### 1.3 TIPOLOGÍAS DE CATENARIA

A continuación, se describen las principales características de cada una de las tipologías de catenaria anteriormente indicadas.

#### 1.3.1 Características del circuito de tracción: línea aérea de contacto polivalente

Las características generales de este sistema son:

La estructura de sustentación de la catenaria consistirá en una poligonal atirantada.

La tensión de alimentación admisible es de 3 kV c.c. / 25 kV c.a.

Velocidad máxima de diseño: 160 km/h

Altura de los hilos de contacto con respecto al Plano Medio de Rodadura será de 5.30 m.

Los vanos de separación entre postes a cielo abierto serán como máximo de 60 metros. En las zonas de túnel, dicho vano será como máximo de 50 metros.

La distancia máxima en los cantones de compensación será inferior a 1.200 metros.

El número mínimo de vanos de los seccionamientos será de 3.

Los aisladores serán capaces de soportar los esfuerzos mecánicos de la línea aérea de contacto en el sistema de electrificación en corriente continua y en corriente alterna.

Se utilizarán dos hilos de contacto de cobre de 107 mm<sup>2</sup> de sección según la norma EN50149. La tensión mínima de montaje de la catenaria será como mínimo de 350 kg.

La compensación de la línea aérea de contacto se realizará con equipos independientes de poleas y contrapesos, uno para el sustentador y otro para los dos hilos de contacto, situados verticalmente en el mismo poste de anclaje que el seccionamiento.

#### 1.3.2 Características del circuito de tracción: línea aérea de contacto CA-160

Las características generales de este sistema son:

- Sencilla: compuesta por un sustentador y dos hilos de contacto.



- Recta y poligonal: sustentador, péndolas e hilos de contacto están en el mismo plano vertical respecto a la vía. Para evitar el desgaste puntual del pantógrafo en su punto central, la catenaria se va desplazando a uno y otro lado del eje de la vía, formando una línea poligonal, lo que se conoce como descentramiento.
- Con compensación independiente de la tensión mecánica de sustentador e hilos de contacto: para contrarrestar el efecto de los cambios de temperatura en la longitud de los conductores y conseguir mantener la tensión mecánica de los conductores constante, se divide la catenaria en cantones y en ambos extremos de los mismos se montan equipos de regulación de la tensión mecánica de forma independiente para el sustentador y para los hilos de contacto.
- Alimentada a 3.000 V de corriente continua.
- Velocidad máxima de diseño: 160 km/h
- Composición: Sustentador: Cu 150 mm<sup>2</sup>, Hilos de contacto: 2 x Cu 107 mm<sup>2</sup>
- Tensiones mecánicas de montaje: Sustentador: 14.250 N, Hilos de contacto: 10.500 N
- Alturas nominales: Hilos de contacto: 5,30 m, Sistema: 1,4 m
- Pendiente máxima de los hilos de contacto: Pendiente máxima: 2 ‰, Variación de pendiente máxima: 1 ‰
- Descentramiento: + 20 cm
- Longitud máxima de cantón: 1.200 m
- Vano máximo: 60 m
- Flecha máxima de los hilos de contacto (mm):  $0,6 \times \text{Vano} / 1000$
- Ménsulas: tipo celosía.

### 1.3.3 Características del circuito de tracción: línea aérea de contacto C-350

Las características generales de este sistema son:

- Sistema de catenaria simple poligonal atirantada en todos los perfiles, vertical, con péndola en Y, sin flecha en el hilo de contacto y formada por un sustentador,

un hilo de contacto y péndolas equipotenciales, compensada mecánicamente y apta para circular a 350 km/h, que satisfagan los requerimientos de normativa para este tipo de líneas y en particular la E.T.I. del subsistema energía y la norma Europea EN 50119 para la velocidad de circulación de 350 km/h.

- La línea de contacto estará compensada mecánicamente de forma independiente para el sustentador y el hilo de contacto
- Sistema de alimentación a la catenaria: c.a. 2 x 25 kV 50 Hz. Tensión nominal del sistema: 25 kV, según EN 50163, por coherencia con los tramos colaterales de la línea.
- Sistema de retorno de tracción con cable de retorno y carril principal de retorno.
- La velocidad de diseño de la catenaria es de 350 km/h
- Se adopta como gálibo, el gálibo de Infraestructura tipo ADIF.
- Condiciones medioambientales
- Todos los materiales cumplirán con los Standard y Normas relativos a espesores de recubrimiento.
- Los conductores que se instalarán son los siguientes:
- Sustentador: Cable de Cobre de 95 mm<sup>2</sup> (C95 UNE 207015)
- Hilo de contacto: Cu Mg 0,5 BC-150mm<sup>2</sup> EN 50149
- Cable de retorno: Cable Aluminio – Acero LA 110 mm<sup>2</sup> 94AL1/22ST1A EN 50182
- Péndolas de cable de bronce 16 mm<sup>2</sup> DIN 43138

En lo que respecta al feeder negativo (-25 kV), se adopta en el presente estudio el especificado en el estudio de dimensionamiento eléctrico de la instalación remitido por ADIF, que es del tipo:

- Feeder negativo: Cable Aluminio-Acero LA 280 (242AL1/39ST1A) EN 50182
- Por motivos de fiabilidad del sistema la catenaria que se va estudiar es la formada por:
- Catenaria (Sust 95+HC RIM 150)
- Feeder negativo de cable LA-280
- Cable de retorno de cable LA-110

### 1.3.4 Características del circuito de tracción: Catenaria Rígida con aislamiento apto para 25 kV

Las características generales de este sistema son:

- Tensión de alimentación: 3000 V c.c. o 25000 V c.a.
- Sección del hilo de contacto: 1x150 mm<sup>2</sup>.
- Sección equivalente de cobre conjunto aluminio-cobre: 1.558 mm<sup>2</sup>.
- Altura mínima del hilo de contacto sobre el plano medio de rodadura: 4,6 m.
- Pendiente máxima del hilo de contacto: 1 ‰. Variación máxima de la pendiente del hilo de contacto: 0.5 ‰.
- Se evitará al máximo el número de cambios en la altura del hilo de contacto.
- Descentramiento del hilo de contacto respecto al eje de la vía: En recta y curva, alternativamente: ± 20 cm. El descentramiento será progresivo.
- Separación mínima del eje de los perfiles en los seccionamientos:
  - De lámina de aire: 170 mm
  - De compensación: 100 mm
- La separación nominal, será de 200 mm

## 1.4 SOLUCIÓN PROPUESTA

### 1.4.1 Sistema de suministro de energía propuesto

Según todo lo indicado en los apartados anteriores y a la vista de las soluciones de trazado presentadas, se ha optado por el sistema de suministro de energía eléctrica a la tracción en 3.000 V c.c. para las vías de ancho mixto o ibérico y en 25.000 V c.a. para las vías de ancho UIC con un sistema de 2 x 25 kV.

El sistema de suministro de energía eléctrica a la tracción deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- La tensión en pantógrafo no debe ser inferior a valores que disminuyan la capacidad de tracción del material motor.

- La intensidad de suministro no debe sobrepasar los valores máximos admisibles para la catenaria.

### 1.4.2 Potencia a contratar y potencia máxima

De acuerdo con lo indicado en el punto 1.2 Potencia a contratar y potencia máxima del Apendice1 Calculo sistemas eléctricos de potencia del Anejo 25 Reposiciones ferroviarias del “Proyecto constructivo Red Arterial Ferroviaria de Valencia. Nuevo Eje Pasante. Fase 1: Infraestructura del Túnel y de la Estación de Aragón”:

La potencia eléctrica instalada en la subestación corresponde a la potencia instalada en los centros de transformación, y son:

- Transformador de grupos rectificadores 2 x 6.600 kVA = 13.200 kVA
- Transformador de servicios auxiliares 1 x 160 kVA= 160 kVA

Se debe tener en cuenta que los grupos transformadores-rectificadores pueden soportar 1,5 veces la carga nominal durante 2 horas cada seis horas, y tres veces la corriente nominal durante cinco minutos cada 24 h.

En lo que se refiere a la potencia máxima puntual pedida para la subestación de Malvarrosa, se considerará que, en situaciones degradadas, el régimen de trabajo más crítico de la subestación implicará tener dos rectificadores trabajando al 100% de su capacidad. Esta situación supone que una de las subestaciones colaterales está fuera de servicio.

En el caso que las demandas energéticas de la línea se amplíen en el futuro, se ha dejado el espacio necesario para la instalación de dos transformadores de grupos rectificadores de 6.600 kVA cada uno. En este supuesto caso se deberán realizar las acciones oportunas con compañía eléctrica para ampliar la contratación de potencia y volver a calcular las secciones del cableado de la acometida.

### 1.4.3 Configuración Propuesta para la alternativa base

Para las soluciones planteadas se ha estudiado una única combinación del sistema de suministro de energía eléctrica, compatible con los requerimientos de la tracción indicados anteriormente.

Para el sistema de suministro de energía eléctrica a la tracción en 3.000 V c.c. de las vías de ancho mixto o ibérico se incluye una nueva subestación en sustitución de la

actual subestación de ADIF de La Malvarrosa y su correspondiente acometida, debido a la afección del trazado.

La subestación estará compuesta por dos grupos transformadores de 6.000 kW y 8 Feeders de salida.

La subestación estará conectada a la red de MT disponible y serán necesarias:

- Cabina de unión de barras.
- Cabina de protección de transformador de tracción con interruptor automático.
- Cabina de protección de transformador de servicios auxiliares con interruptor automático.
- Cabina de protección de línea.

Los servicios auxiliares se alimentarán mediante transformadores para obtener tensión de 400-230V. Los servicios auxiliares se utilizarán para la alimentación de las celdas, PLC's de telemando y el resto de elementos de control, así como alumbrado, climatización/ventilación y sistemas contra incendios de la propia SE.

Los grupos de tracción estarán compuestos además de por la protección de principal, por:

- Transformador del grupo rectificador
- Rectificadores 3300V 3.000kW
- Cambiadores de tomas automáticos bajo carga
- Bobina de alisamiento
- Filtro de armónicos
- Enclavamiento mecánico

La subestación tendrá doble barra con bypass para la alimentación de los diferentes feeders, cada uno de los feeders deberá tener:

- Un interruptor extrarápido
- Equipos de medida y ensayo
- Detectores de tensión
- Pararrayos

- Interruptores de By-pass

Para el sistema de suministro de energía eléctrica a la tracción en 25.000 V c.a. de las vías de ancho UIC se incluye un ATF con objeto de prolongar el sistema de 2 x 25 kV. Se opta por este sistema en este tramo de línea al entenderse el más adecuado por ser el mismo sistema de los tramos adyacentes Madrid – Valencia y Valencia Castellón.

Esta configuración es la que se ha valorado y reflejado en los presupuestos. La longitud de las líneas de alimentación se ha estimado a partir de la configuración adoptada.

El número de subestaciones y la posición estimada es la que se recoge en la tabla siguiente:

SUBESTACIÓN Nº	UBICACIÓN (Término Municipal)	P.K. (aprox)	Distancia Subestación Anterior	Distancia Subestación Posterior	Long Línea Acometida (m)	OBSERVACIONES
1	La Malvarrosa	7+300	3+650	7+800	250	
2	ATF	<i>“Posición Indeterminada, proyecto de electrificación de las futuras vías de ancho UIC para Alta Velocidad con los datos de la distribución de centros no disponible”</i>				

#### 1.4.4 Configuración Propuesta para la alternativa A

Para el sistema de suministro de energía eléctrica a la tracción en 3.000 V c.c. de las vías de ancho mixto o ibérico, igual que sucede para la Alternativa Base, se incluye una nueva subestación en sustitución de la actual subestación de ADIF de La Malvarrosa y su correspondiente acometida, debido a la afección del trazado.

Las características de la subestación son las descritas para la alternativa base en el apartado anterior.

Para la zona de ancho UIC se incluirá un ATF como se ha descrito para la Alternativa Base en el apartado anterior.

Así, el número de subestaciones y la posición estimada es la que se recoge en la tabla siguiente:

SUBESTACIÓN Nº	UBICACIÓN (Término Municipal)	P.K. (aprox)	Distancia Subestación Anterior	Distancia Subestación Posterior	Long Línea Acometida (m)	OBSERVACIONES
1	La Malvarrosa	7+300	3+650	7+800	250	
2	ATF	"Posición Indeterminada, proyecto de electrificación de las futuras vías de ancho UIC para Alta Velocidad con los datos de la distribución de centros no disponible"				

### 1.4.5 Configuración Propuesta para la alternativa C

Para esta alternativa se ha tenido en cuenta la conservación de la subestación de la Malvarrosa, ampliando los 6 feeders de salida a 8 feeders de salida con objeto de dedicar los dos feeders adicionales a la alimentación del ramal del eje pasante. La configuración de los feeders será equivalente a la existente con:

- Interruptor extrarápido.
- Equipos de ensayo y medida.
- Pararayos.
- Equipos de presencia de tensión.
- Interruptores para el by-pass.

Estos dos feeders alimentaran a las vías de ancho mixto e ibérico del nuevo ramal para la interconexión objeto del estudio.

Para la zona de ancho UIC se incluirá un ATF como se ha descrito para la Alternativa Base.

NOTA: En todas las alternativas el ATF se incluye con objeto de poder en un futuro separar los sectores eléctricos de los trenes de Alta Velocidad de la Línea Madrid - Valencia de los trenes de Alta Velocidad de la futura Línea Valencia - Castellón una vez el ramal del eje pasante sea electrificado a 25 kV c.a., la catenaria en dicho ramal se ha diseñado compatible con este sistema de electrificación con objeto de poder realizar esta conversión sin necesidad de ser reemplazada.

Una vez el ramal del eje pasante sea electrificado a 25 kV c.a. deberá ser también eliminado el cambio de sistemas para 3 kV c.c. – 25 kV c.a. instalado al inicio del subtramo de ancho UIC.

### 1.5 VALORACIÓN

A continuación, se indica la valoración de cada una de las alternativas contempladas en el presente estudio junto con el desglose de cada uno de los macroprecios utilizados para realizar dicha valoración:

ALTERNATIVA BASE							
EJE VALENCIA - CASTELLÓN							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
-0+027	5+525	5.552	Vía Doble	Mixto	Catenaria Rígida	420.000 €	2.331.706 €
5+525	5+680	155	Vía Doble	UIC	Catenaria Rígida	420.000 €	65.100 €
5+680	8+254	2.574	Vía Doble	UIC	Catenaria 25 kV ca	220.000 €	566.280 €
ESTACIÓN ARAGÓN							
0+000	0+440	440	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rígida	210.000 €	92.400 €
0+000	0+440	440	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rígida	210.000 €	92.400 €
CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO VÍA DERECHA (ESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+570	570	Vía Única	Mixto	Catenaria Rígida	210.000 €	119.700 €
0+570	0+974	404	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	52.520 €
CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO VÍA IZQUIERDA (OESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+615	615	Vía Única	Mixto	Catenaria Rígida	210.000 €	129.150 €
0+615	1+017	402	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	52.260 €
EJE CONEXIÓN TÚNEL CABAÑAL							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	1+575 (der) 1+593 (izq)	1.584	Vía Doble	Ibérico	Catenaria Rígida	420.000 €	665.280 €
Suministro de energía							
Subestación de 3 kVcc							2.500.000 €
Acometida Subestación de 3 kVcc							500.000 €
ATF Sistema 2 x 25 kV							1.500.000 €
<b>TOTAL ALTERNATIVA BASE</b>							<b>8.666.796 €</b>

ALTERNATIVA A							
EJE VALENCIA - CASTELLÓN							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
-0+027	2+153	2.180	Vía Doble	Mixto	Catenaria Rigida	420.000 €	915.466 €
0+320 (eje 57)	2+590 (eje 1)	100	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	21.000 €
0+320 (eje 58)	2+590 (eje 1)	100	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	21.000 €
0+000	0+361	361	Vía Única	Mixto	Catenaria Rigida	210.000 €	75.810 €
0+000	0+361	361	Vía Única	Mixto	Catenaria Rigida	210.000 €	75.810 €
0+361	7+380	7.019	Vía Única	UIC	Catenaria 25 kV ca	110.000 €	772.090 €
0+361	7+560	7.199	Vía Única	UIC	Catenaria 25 kV ca	110.000 €	791.890 €
7+380	7+760	380	Vía Única	UIC	Catenaria 25 kV ca	110.000 €	41.800 €
7+560	7+970	410	Vía Única	UIC	Catenaria 25 kV ca	110.000 €	45.137 €
7+970	8+157	186	Vía Doble	UIC	Catenaria 25 kV ca	220.000 €	41.008 €
EJE TUNEL CERCANÍAS							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
2+153	5+525	3.372	Vía Doble	Mixto	Catenaria Rigida	420.000 €	1.416.240 €
CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO VÍA IZQUIERDA (OESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+160	160	Vía Única	Mixto	Catenaria Rigida	210.000 €	33.600 €
0+160	0+542	382	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	49.596 €
CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO VÍA DERECHA (ESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+570	570	Vía Única	Mixto	Catenaria Rigida	210.000 €	119.700 €
0+570	0+974	404	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	52.542 €
EJE CONEXIÓN SUR TÚNEL CABAÑAL							
0+000	1+575 (der) 1+593 (izq)	1.584	Vía Doble	Ibérico	Catenaria Rigida	420.000 €	665.280 €
Suministro de energía							
Subestación de 3 kVcc							2.500.000 €
Acometida Subestación de 3 kVcc							500.000 €
ATF Sistema 2 x 25 kV							1.500.000 €
<b>TOTAL ALTERNATIVA A</b>							<b>9.637.970 €</b>

ALTERNATIVA C							
EJE VALENCIA - CASTELLÓN							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	3+400	3.400	Vía Doble	Mixto	Catenaria Rigida	420.000 €	1.428.000 €
3+400	5+280	1.880	Vía Doble	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	260.000 €	488.800 €
5+280	7+288	2.008	Vía Doble	UIC	Catenaria 25 kV ca	220.000 €	441.760 €
ESTACIÓN ARAGÓN							
0+000	0+440	440	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	92.400 €
0+000	0+440	440	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	92.400 €
ESTACIÓN UNIVERSIDAD							
0+000	0+440	440	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	92.400 €
0+000	0+440	440	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	92.400 €
CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO VÍA DERECHA (ESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+490	490	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	63.700 €
0+490	0+595	105	Vía Única	Mixto	Catenaria Rigida	210.000 €	22.050 €
0+595	1+088	493	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	64.142 €
CONEXIÓN NORTE CORREDOR MEDITERRANEO VÍA IZQUIERDA (OESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+395	395	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	51.350 €
0+395	0+575	180	Vía Única	Mixto	Catenaria Rigida	210.000 €	37.800 €
0+575	0+891	316	Vía Única	Mixto	Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	130.000 €	41.080 €
CONEXIÓN SUR CORREDOR MEDITERRANEO VÍA DERECHA (ESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+465	420	Vía Única	Ibérico	Catenaria 3kV cc	135.000 €	56.700 €
0+465	0+592	127	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	26.670 €
0+592	1+016	424	Vía Única	Ibérico	Catenaria 3kV cc	135.000 €	57.240 €
CONEXIÓN SUR CORREDOR MEDITERRANEO VÍA IZQUIERDA (OESTE)							
PK Inicial	PK Final	Longitud (m)	Tipo	Ancho	Sistema de Catenaria	Precio/Km	Total
0+000	0+380	380	Vía Única	Ibérico	Catenaria 3kV cc	135.000 €	51.300 €
0+380	0+600	220	Vía Única	Ibérico	Catenaria Rigida	210.000 €	46.200 €
0+600	1+039	439	Vía Única	Ibérico	Catenaria 3kV cc	135.000 €	59.265 €
Suministro de energía							
Subestación de 3 kVcc							400.000 €
Acometida Subestación de 3 kVcc							- €
ATF Sistema 2 x 25 kV							1.500.000 €
<b>TOTAL ALTERNATIVA C</b>							<b>5.205.657 €</b>



Los macroprecios utilizados en esta valoración son los siguientes:

Catenaria Rigida	via doble	420.000 €
	via unica	210.000 €
Catenaria 25 kV ca	via doble	220.000 €
	via unica	110.000 €
Catenaria 3kV cc	via doble	270.000 €
	via unica	135.000 €
Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca	via doble	260.000 €
	via unica	130.000 €
Subestación de 3 kVcc		2.500.000 €
Acometida Subestación de 3 kVcc		500.000 €
ATF Sistema 2 x 25 kV		1.500.000 €
Modificación Subestación de 3 kVcc		400.000 €

El desglose por capítulos de estos macroprecios son los siguientes:

	via doble	via unica
<b>Catenaria Rigida</b>	<b>420.000 €</b>	<b>210.000 €</b>
SOPORTES	210.000 €	105.000 €
CATENARIA	121.800 €	60.900 €
PROTECCIONES	46.200 €	23.100 €
SECCIONAMIENTOS Y PUNTOS FIJOS	16.800 €	8.400 €
ALIMENTACION	25.200 €	12.600 €

	via doble	via unica
<b>Catenaria 25 kV ca</b>	<b>220.000 €</b>	<b>110.000 €</b>
CIMENTACIONES	17.600 €	8.800 €
POSTES	33.000 €	16.500 €
MENSULAS	28.600 €	14.300 €
PUNTOS FIJOS - SECCIONAMIENTOS	6.600 €	3.300 €
ANCLAJES	28.600 €	14.300 €
PROTECCIONES	2.200 €	1.100 €
ALIMENTACIÓN	28.600 €	14.300 €
CATENARIA	74.800 €	37.400 €

	via doble	via unica
<b>Catenaria 3kV cc</b>	<b>270.000 €</b>	<b>135.000 €</b>
CIMENTACIONES	48.600 €	24.300 €
POSTES	27.000 €	13.500 €
MENSULAS	40.500 €	20.250 €
PUNTOS FIJOS - SECCIONAMIENTOS	29.700 €	14.850 €
PROTECCIONES	10.800 €	5.400 €
CATENARIA	113.400 €	56.700 €

	via doble	via unica
<b>Catenaria 3 kVcc con aislamiento 25 kV ca</b>	<b>260.000 €</b>	<b>130.000 €</b>
CIMENTACIONES	17.600 €	8.800 €
POSTES	33.000 €	16.500 €
MENSULAS	28.600 €	14.300 €
PUNTOS FIJOS - SECCIONAMIENTOS	6.600 €	3.300 €
ANCLAJES	28.600 €	14.300 €
PROTECCIONES	2.200 €	1.100 €
ALIMENTACIÓN	28.600 €	14.300 €
CATENARIA	113.800 €	57.400 €

<b>Subestación de 3 kVcc</b>	<b>2.500.000 €</b>
Obra Civil	204.159 €
Arquitectura	113.484 €
Instalaciones sanitarias y drenajes	19.965 €
Distribución en media tensión	172.483 €
Grupos transformador-Rectificador	243.944 €
Distribución corriente continua	688.976 €
Distribución servicios auxiliares	69.180 €
Portico seccionadores	123.370 €
Canalizaciones y cableado	297.817 €
Red de tierras	26.052 €
Iluminación y fuerza	9.289 €
Protección contra incendios	5.885 €
Seguridad y comunicaciones	60.151 €
Mando y Control	443.161 €
Integración Pcc Sistema Control y Gestión de energía	8.764 €
Estructuras bancadas equipos	6.513 €
Ventilación	6.808 €



<b>Acometida Subestación de 3 kVcc</b>	<b>500.000,00 €</b>
Cimentaciones	25.161 €
Estructuras metálicas y herrajes	265.965 €
Protecciones, señalización y balizamiento	76.623 €
Cables y conductores	132.252 €

<b>ATF Sistema 2 x 25 kV</b>	<b>1.500.000 €</b>
Equipos de 55kV-36kV	131.655 €
Estructuras metálicas	31.210 €
Cables	94.507 €
Instalaciones complementarias	61.485 €
Servicios auxiliares	107.776 €
Control y protección	220.565 €
Obra Civil	758.474 €
Seguridad y salud	66.284 €
Integración medioambiental	4.589 €
Documentación as built	15.296 €
Premantenimiento, pruebas, hora de piloto homologado	8.158 €

<b>Modificación Subestación de 3 kVcc</b>	<b>400.000 €</b>
Cabina CC con Disyuntor para salida de feeder	118.426 €
Accionamiento eléctrico	15.190 €
Detector de tensión	4.094 €
Cableado	232.106 €
UCM+RTU	11.053 €
Estructura metálica para portico de salida de 2 feeder	3.894 €
Pararrayos autovalvula 3300V	3.935 €
Enclavamiento mecánico salidas feeder	2.829 €
Transmisión para seccionador	3.694 €
Seccionador	4.779 €