

# **LÍNEA FERROVIARIA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS**

## **ANTEPROYECTO**

### **ANEJO N° 10 ELECTRIFICACIÓN**



TÍTULO DEL DOCUMENTO: ANEJO Nº 10 ELECTRIFICACION

DOCUMENTO Nº: TGC-SRTC-AN-0010

Referencia: P210412

Fichero : TGC-SRTC-AN-0010 Rev. 3.doc

Fecha: Junio 2011

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>5</b>	6.7. Criterios generales .....	20
<b>2. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN.....</b>	<b>6</b>	6.8. Ámbito de las instalaciones .....	20
2.1. Configuración general de los sistemas de tracción eléctrica .....	6	6.9. Normativa de aplicación .....	20
2.1.1. <i>Sistemas de electrificación ferroviaria.....</i>	<i>6</i>	<b>7. LÍNEA AÉREA DE CONTACTO.....</b>	<b>22</b>
<b>3. ESTUDIO DE POTENCIA .....</b>	<b>8</b>	7.1. Electrificación de la línea.....	22
<b>4. ALIMENTACIÓN DE LA LÍNEA.....</b>	<b>9</b>	7.1.1. <i>Seccionamientos de lámina de aire.....</i>	<i>22</i>
<b>5. SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN.....</b>	<b>10</b>	7.1.2. <i>Seccionadores de catenaria .....</i>	<i>22</i>
5.1. Introducción.....	10	7.2. Elección de catenaria .....	22
5.2. Criterios generales .....	10	7.3. Catenaria tipo CA-160 .....	23
5.3. Ámbito de las instalaciones .....	10	7.3.1. <i>Características funcionales .....</i>	<i>23</i>
5.4. Instalaciones auxiliares.....	10	7.4. Catenaria tipo PAC-110.....	23
5.5. Normativa de aplicación.....	11	7.4.1. <i>Características funcionales .....</i>	<i>23</i>
<b>6. INSTALACIONES EN TÚNEL.....</b>	<b>12</b>	7.5. Sala de seccionadores .....	24
6.1. Introducción.....	12	7.5.1. <i>Características funcionales .....</i>	<i>24</i>
6.2. Instalaciones mecánicas.....	12		
6.2.1. <i>Sistema de protección contra incendios .....</i>	<i>12</i>		
6.2.2. <i>Sistemas de Ventilación.....</i>	<i>14</i>		
6.2.3. <i>Bombes drenaje .....</i>	<i>16</i>		
6.2.4. <i>Sistema de detección de gases .....</i>	<i>16</i>		
6.3. Instalaciones eléctricas .....	17		
6.3.1. <i>Suministro de Energía .....</i>	<i>17</i>		
6.3.2. <i>Centros de Transformación.....</i>	<i>18</i>		
6.3.3. <i>Red de Baja Tensión.....</i>	<i>18</i>		
6.3.4. <i>Alumbrado .....</i>	<i>19</i>		
6.4. Normativa aplicada.....	19		
6.5. Subestaciones de tracción 1 x 3.000 Vcc.....	20		
6.6. Introducción.....	20		



## 1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se recogen todos los trabajos que se han realizado para la tensión de alimentación, estudio de potencia, alimentación de la línea, especificaciones técnicas fundamentales de las instalaciones y valoración económica que han llevado a la redacción final del apartado de electrificación.

Como antecedente y base del presente anejo existe un estudio previo realizado por INECO para TGC en mayo de 2011, “Estudio de potencia para la electrificación en corriente continua de la línea Santa Catalina – Meloneras, en la isla de Gran Canaria” cuyo objeto es el dimensionamiento del sistema de suministro de energía a la tracción de la línea ferroviaria. Contempla dos escenarios de explotación, con años horizonte respectivos 2.018 y 2.028. Para electrificación continua a 3 Kv, realiza una simulación de línea deduciendo la potencia y energía demandada para cada uno de los escenarios de explotación planteados.

Para la tensión de alimentación, se ha analizado la configuración general de los sistemas de tracción eléctrica, sistemas de electrificación ferroviaria así como la influencia del sistema de electrificación en las instalaciones de seguridad. Por último se hace una elección de la tensión de alimentación a partir de la capacidad de tráfico de la línea, potencia de las unidades de tracción, posibilidad de implantación de la subestación, perturbaciones electromagnéticas del entorno y condicionantes económicos.

Para el estudio de potencia, tras recopilar los antecedentes, y teniendo en cuenta los condicionantes de diseño y los datos de partida, se alcanza una solución propuesta.

## 2. TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

### 2.1. Configuración general de los sistemas de tracción eléctrica

Los sistemas de tracción eléctrica se pueden considerar compuestos por los elementos fundamentales siguientes:

- **Líneas eléctricas:** Las líneas eléctricas pueden ser de transporte o de distribución (generalmente derivadas de la Compañía Eléctrica), alimenta a las subestaciones de tracción eléctrica.
- **Subestaciones de tracción eléctrica:** Las subestaciones de tracción eléctrica transforman la energía recibida de las líneas eléctricas de alta tensión (reducción de tensión, conservación de corriente). La energía eléctrica procedente de las subestaciones se distribuye a la línea aérea de contacto.
- **Línea aérea de contacto:** La energía de la línea aérea de contacto es captada por los vehículos motores. La tensión y la frecuencia de la corriente distribuida por las subestaciones sobre la línea aérea de contacto son los factores diferenciadores de los distintos sistemas de tracción eléctrica.
- **Vehículos motores:** Los vehículos motores transforman la energía eléctrica en energía mecánica, para permitir la tracción de los trenes. La corriente eléctrica retorna a las subestaciones a través del circuito de retorno.
- **Circuito de retorno:** El circuito de retorno está constituido fundamentalmente por los carriles.

#### 2.1.1. Sistemas de electrificación ferroviaria

De entre los posibles sistemas de electrificación ferroviaria se ha optado por los de corriente continua. A continuación se exponen los motivos de esta elección:

- Las líneas de corriente alterna producen perturbaciones electromagnéticas en su entorno y la traza de la futura línea ferroviaria entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas pasa por diferentes municipios los cuales se verían afectados por estas perturbaciones.
- Para contrarrestar las perturbaciones electromagnéticas producidas por el sistema de electrificación en corriente alterna se deberían de utilizar los cables de coeficiente de reducción

0,2, 0,3 en todas las líneas de telecomunicaciones, señalización ferroviaria, etc. lo que supondría una elevada repercusión económica.

- El sistema de electrificación en corriente alterna produce desequilibrios en la de Red Eléctrica.
- Para poder emplear el sistema de electrificación de corriente alterna la alimentación debería hacerse desde líneas eléctricas de más de 132 kV o bien desde otras de menor tensión pero con una gran potencia de cortocircuito en la red. En la isla sólo existe una línea eléctrica de más de 132 kV, que es la línea de 220 kV que discurre desde el centro de transformación de Jinamar hasta el centro de transformación de Bco. De Tirajana I y II. Esta línea está mas alejada de la traza de la futura línea ferroviaria y su recorrido es mucho menor que el del tren, por lo que las líneas de alimentación debería ser muy largas, con la consiguiente repercusión económica y de impacto ambiental.

Existe una línea eléctrica de 66 kV que transcurre prácticamente paralela a la futura traza del tren, por lo que la mejor solución sería alimentar al tren desde esta línea, puesto que las líneas de alimentación serían más cortas, con el consiguiente ahorro económico y reducción de impacto ambiental. Al ser la línea de 66 kV el sistema de electrificación a emplear sería el de corriente continua.

- El sistema de electrificación en corriente alterna precisa de un sistema de señalización con circuitos de vía de audiofrecuencia, debido a la incompatibilidad con los circuitos de vía convencionales de c.a. 50 Hz, al ser de la misma frecuencia la corriente de retorno y la de los circuitos de vía, con la consiguiente repercusión económica.
- El sistema de electrificación en corriente continua independientemente de la tensión de alimentación puede utilizar instalaciones de seguridad con circuitos de Vd. convencionales de c.a. 50 Hz con menor repercusión económica que los circuitos de vía de audiofrecuencia necesarios para corriente alterna.

Una vez elegido como sistema de electrificación el de corriente continua, se debe elegir el nivel de tensión de alimentación.

Las tensiones de alimentación empleadas en corriente continua son las siguientes:

- Alta tensión 3.000 V
- Media tensión 1.500 V
- Baja tensión 630 / 750 / 1.200 V

Los parámetros condicionantes de la tensión de alimentación a emplear son los siguientes:

- **Capacidad de tráfico de la línea:** La capacidad de tráfico de la línea, expresada en viajeros por hora y sentido de la marcha, es un factor determinante de la potencia consumida en tracción.

Por tanto para poder conseguir una potencia mayor sin incrementar los costes de la línea aérea de contacto se debería adoptar una tensión de alimentación mayor.

- **Potencia de las unidades de tracción:** Puede suceder que unidades de tracción muy potentes pero muy poco numerosas consuman puntas de corriente elevadas en determinados instantes, necesitándose sobredimensionar las subestaciones, de forma que la potencia a instalar en ellas sea muy superior a la potencia media de tracción.
- **Posibilidad de implantación de las subestaciones:** La implantación de las subestaciones puede estar limitada por problemas de disponibilidad de terrenos o situación muy alejada de las líneas de distribución de energías de alta o media tensión.
- **Perturbaciones en el entrono:** Minimización de las corrientes vagabundas.
- **Condicionantes económicos:** Cuanto más elevada sea la tensión de alimentación más rentable resulta económicamente la electrificación.

### 3. ESTUDIO DE POTENCIA

Se ha realizado un primer estudio del dimensionamiento eléctrico de la línea ferroviaria Las Palmas de Gran Canaria -Maspalomas, para poder determinar de forma aproximada el número de subestaciones nuevas a construir, así como su ubicación y la potencia eléctrica a instalar en ellas.

Como conclusión y con tal de conseguir el correcto suministro de energía eléctrica de la línea férrea se propone la siguiente solución:

- Subestación 1           pk. 1,600
- Subestación 2           pk. 8,250
- Subestación 3           pk. 20,150
- Subestación 4           pk. 31,500
- Subestación 5           pk. 47,500
- Subestación 6           pk. 54,300

#### 4. ALIMENTACIÓN DE LA LÍNEA

Teniendo en cuenta que cada una de las subestaciones de tracción dispondrán de un mínimo de dos fuentes de alimentación independientes de tal forma que si se produce un cero de tensión en la fuente principal podamos recurrir a una fuente auxiliar, se propone la alimentación a partir de tres acometidas a 66 kV desde la compañía eléctrica hasta las subestaciones 2, 4 y 5, y la unión entre todas ellas mediante un anillo abierto propio, proporcionando una doble acometida.

## 5. SUBESTACIÓN DE TRACCIÓN

### 5.1. Introducción

Las Subestaciones de tracción transformarán la energía eléctrica trifásica de 66 kV alterna a 3.300 V de corriente continua. La potencia instalada en cada subestación será en total de dos 2 x 6.000 kW.

En el interior de cada subestación, también se preverá la transformación a baja tensión para suministro a servicios auxiliares de la S/E de tracción, y la alimentación a 3.000 Vca del sistema de tráfico.

La alimentación a 66 kV provendrá de la Compañía Eléctrica ENDESA, que proporcionará acometidas dobles de 66 kV en cada subestación.

La rectificación será del tipo dodecafásica.

### 5.2. Criterios generales

Para el dimensionamiento y criterios particulares de diseño para una subestación de tracción, se tendrán que tener en cuenta los siguientes criterios:

- Criterio de Avería única.
- Criterio de dimensionamiento y ampliación.
- Criterio de operación y explotación.
- Criterio de seguridad.
- Criterio de mantenimiento.

### 5.3. Ámbito de las instalaciones

- Suministro de energía eléctrica trifásica a 66 kV desde la Compañía Eléctrica ENDESA.
- Dos grupos transformadores-rectificadores hexafásicos para dar suministro eléctrico a la catenaria a 3.300 Vcc, cuyo funcionamiento en paralelo proporcionará la rectificación dodecafásica.

- Tres grupos transformadores-rectificadores hexafásicos para dar suministro eléctrico a la catenaria a 3.300 Vcc, cuyo funcionamiento en paralelo proporcionará la rectificación dodecafásica, dos para vía general y el tercero para talleres y cocheras.
- Cada grupo transformador-rectificador, de 6.000 kW de potencia unitaria.
- Bobina de amortiguamiento y equipo de filtrado.
- Un transformador para los servicios auxiliares.
- Celdas a 3.000 Vca, para el sistema de tráfico, con su transformador elevador.
- Grupos de Feeders y seccionadores de tracción.
- Sistema de control distribuido (SICD), sistema de arrastres y Telemando de Subestación.

### 5.4. Instalaciones auxiliares

Se instalará el siguiente equipamiento para los sistemas auxiliares de las subestaciones de tracción:

- Sistema de ventilación. Sistema de ventilación para la sala principal de equipos, donde se encuentran las cabinas rectificadoras, y para las celdas donde se encuentran los transformadores de tracción, de distribución de potencia y servicios auxiliares.
- Alumbrado y tomas de corriente. Las luminarias a instalar en la Subestación de tracción incluirán los siguientes tipos:
  - Luminarias de alumbrado normal.
  - Luminarias de alumbrado de emergencia.
  - Luminarias de señalización.
  - Luminarias de alumbrado exterior.

Las tomas de corriente serán de dos tipos:

- Cofre de tomas corrientes mixtas formado por una toma trifásica y dos tomas monofásicas
  - Tomas de corrientes monofásicas.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI). Suministrará tensión estabilizada y segura a los sistemas de alumbrado de emergencia, telemando, fibra óptica, sistema automático de detección y extinción de incendios de la Subestación. El conjunto de baterías del SAI tendrá una capacidad mínima de 1 hora.
- Rectificador y cargador de baterías. Se instalará dos equipos cargador de baterías de 110 Vcc.
- Protección contra descargas eléctricas. Dicha protección consistirá en:
- Dispositivos de captación.
  - Conductor de bajada.
  - Toma de tierra.

- Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema energía del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad (mayo 2002).

### 5.5. Normativa de aplicación

- EN- 50119. Railway applications – Fixed Installations – Electric traction overhead contact Lines.
- UIC CODE. Electric traction with aerial contact Line.
- UNE – EN 50163. Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de Alimentación de redes de tracción.
- UNE – EN 50122 – 1. Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas parte 1: Medidas de Protección relacionadas con la seguridad eléctrica y la p.a.t.
- UNE – EN 50122 – 2. Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas parte 2: Corrientes vagabundas.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (MIE-RAT).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. REAL DECRETO 842/2002.
- Directiva Comunitaria 89/336/CEE de 3 de mayo de 1989, sobre Compatibilidad Electromagnética.

## 6. INSTALACIONES EN TÚNEL

### 6.1. Introducción

Las instalaciones de seguridad en túnel objeto de este estudio están englobadas en dos grandes bloques:

- Instalaciones mecánicas.
- Instalaciones eléctricas.

El alcance de cada uno de estos sistemas se acogerá en lo especificado en la especificación Técnica de Interoperabilidad (ETI) sobre seguridad en los túneles ferroviarios Transeuropeos convencional y de Alta Velocidad (Directivas 2001/16/CE Interoperabilidad del Sistema Ferroviario Transeuropeo convencional y 96/48 – Interoperabilidad del Sistema Ferroviario Transeuropeo de Alta Velocidad).

### 6.2. Instalaciones mecánicas

El equipamiento e instalaciones a proyectar se englobarán en tres grupos:

- Sistema de protección contra incendios.
- Sistema de Ventilación.
- Bombeos de drenaje.

#### 6.2.1. Sistema de protección contra incendios

Se definen en este punto las instalaciones que, en virtud de la normativa y recomendaciones existentes y de la experiencia acumulada en túneles de similares características, cumplirán con el objetivo principal de salvaguardar las vidas de los usuarios y de todo el personal con posibilidad de acceso al túnel.

Por otra parte la protección de todas las instalaciones y equipos asociados a la explotación del túnel son también objetivo de este sistema de protección. Los sistemas de protección que se proyectan son los destinados a extinción y detección de incendios.

#### 6.2.1.1. Sistema de detección de incendios

Los sistemas de protección contra incendios deben poder conjugar su eficacia y correcta adecuación al tipo de riesgo con la versatilidad a la hora de derivar, en caso de emergencia, acciones protocolarias hacia los sistemas de ventilación.

Para ello se deben disponer sistemas inteligentes de detección, capaces de prevenir y adelantarse al incendio así como de transmitir informaciones fiables de las que puedan derivarse los protocolos de evacuación en caso de emergencia y la gestión de los sistemas dispuestos para estas actuaciones.

Se contará con sistemas de detección tanto en túnel como en cuartos técnicos para centros de transformación, cuadros eléctricos o equipos electrónicos.

En el túnel debe ser razonablemente rápida la detección de un fuego, ya que las actuaciones derivadas del mismo conllevan, entre otros, los arranques de los ventiladores situados en los pozos de ventilación que deben vencer el par resistente hasta ponerse a régimen nominal, empleando en ello un tiempo valioso durante la evacuación de las personas hacia las galerías de emergencia.

Por ello, queda justificada la implantación de una tecnología analógica que determine el foco del fuego con gran precisión, rapidez y fiabilidad, y que además permita testear de manera continua la situación en explotación normal para así poder llevar a cabo las acciones preventivas.

Actualmente existe una tecnología que presenta estos requisitos mínimos y es implantado masivamente en túneles de tipo ferroviario y carreteros. Esta tecnología consiste en ubicar en la clave del túnel, fuera de toda influencia electromagnética producida por la catenaria, un cable sensor lineal de fibra óptica por la que se emitirá un rayo láser desde una caja emisora-receptora ubicada a pie de túnel dentro de un cuarto técnico o salida de emergencia que producirá una difusión en el punto en que la fibra se deforme debido a un incremento de temperatura. Esta difusión será analizada e interpretada de acuerdo a patrones pre-establecidos y configurados en la unidad evaluadora del sistema.

Se dispondrán de las unidades evaluadoras necesarias dentro del túnel, también dependiendo de la máxima longitud del cable.

Gracias a la alta calidad y precisión de los componentes de este detector, la falsa alarma es prácticamente inexistente. Así mismo, el número de zonas de incendio posibles en la configuración del detector es muy elevado pudiendo programar umbrales de temperatura directa, así como variaciones o gradientes térmicos en el cable distintos para cada una de estas zonas.

Se dispondrá detección puntual analógica mediante detectores ópticos de humo y elementos de campo necesarios para prevenir y transmitir alarmas. Este tipo de detección se instalará en los cuartos técnicos, salas de grupos de bombeo, locales en los que se ubiquen los centros de transformación y locales en los que se instalen los equipos de comunicaciones.

Todas las centrales serán analógicas y transmitirán al puesto de control central, las señales preventivas y las señales de actuaciones automáticas protocolarias desde la centralita de incendios.

#### **6.2.1.2. Sistema de extinción de incendios**

##### Extintores

En puestos SOS y cuartos técnicos se dispondrán extintores de incendio homologados para el tipo de fuego esperado.

##### Red de Bocas de Incendio Equipadas (BIEs) e hidrantes

Se ha previsto implantar una red de hidrantes. El uso de esta red queda reservado a las brigadas de la lucha contra incendios.

Se implantará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios exclusivo para el túnel que suministre las necesidades de caudal y presión necesarias mediante reserva de agua y grupos de presión.

Básicamente el sistema consistirá en una red de tubería dispuesta longitudinalmente bajo ambas aceras. Los hidrantes tendrán dos bocas de Ø70 mm y se instalarán al tresbolillo, separados como máximo 250 m en la misma acera. Se instalarán válvulas reductoras de presión en cada uno de ellos. Los hidrantes se instalarán en arquetas registrables que permitan el uso de los mismos y las tareas de mantenimiento para la valvulería, dichas arquetas se drenarán convenientemente.

De la red de tubería para hidrantes partirán a su vez las acometidas a bocas de Incendio, equipadas que pueden ser accionadas para apagar incendios de pequeña cuantía. El uso de estos dispositivos no estará restringido únicamente a las brigadas contra-incendios. Las BIE's serán de 25 mm e irán equipadas con manguera de 20 metros de longitud. Se colocarán al tresbolillo distanciadas como máximo 90 m en la misma acera, consiguiendo abarcar toda la superficie del túnel, haciéndolas coincidir con los postes SOS. Se instalarán válvulas reductoras de presión en cada una de ellas.

Cada hidrante suministrará un caudal mínimo de 1.000 l/min (500 l/min/boca) durante 1 h con una presión dinámica de 6 bares, incluso en el caso de apertura simultánea de dos hidrantes contiguos.

Cada BIE suministrará un caudal mínimo de 100 l/min con una presión dinámica de 4 bares.

La tubería se alimentará por ambos extremos del túnel mediante acometidas externas que garanticen el caudal, presión y volumen necesarios. En redes malladas es suficiente con una acometida única.

Se instalará en cada uno de los puntos en los que se van ubicar los grupos de presión, una reserva de agua mínima de 120 m<sup>3</sup> para dar abastecimiento a la red de hidrantes y BIE's.

Cuando una acometida no pueda suministrar el caudal necesario durante el tiempo requerido, se proyectará un depósito con capacidad mínima útil de 120 m<sup>3</sup>, dotado de control permanente de nivel y conectado con el sistema informático de gestión centralizada de operaciones.

Esta reserva de agua deberá estar disponible mientras el túnel esté en servicio.

Preferentemente, el llenado de estos depósitos será automático.

Para el control, marcha y paro de los grupos de presión se ha previsto la instalación de variadores de frecuencia para los motores eléctricos. El motor diesel dispondrá de un sistema de arranque por baterías y de un depósito de combustible para un tiempo mínimo de 6 horas.

Con el fin de evitar en lo posible el efecto de golpe de ariete debido tanto al arranque/parada del grupo de presión, cierre/apertura de válvulas o parada incontrolada del grupo de presión por falta de alimentación eléctrica, se ha previsto la instalación de los siguientes elementos:

Para cada grupo de presión de un depósito hidroneumático con sus correspondientes válvulas de seguridad.

- Ventosas y válvulas de aducción de aire a lo largo del túnel en los puntos altos y en los cambios bruscos de dirección en alzado de cada anillo.
- Válvulas anticipadoras de onda en los puntos bajos y en las inmediaciones de los grupos de presión.

En cada boca del túnel la tubería de distribución dispondrá de un hidrante con dos bocas de salida de 70 mm de diámetro, para eventual suministro de agua mediante vehículo autobomba.

Los equipos deberán cumplir el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RD 1942/93 de 5 de Noviembre).

Los componentes de la instalación, incluyendo las tuberías de los túneles, deberán pintarse de rojo y señalizarse debidamente, según UNE 1-115, referente a colores y señales de seguridad.

#### 6.2.1.3. Columna seca

Esta red se reservará para uso exclusivo de las brigadas contra incendios y consistirá en una tubería de acero galvanizado de diámetro que se determine, que discurrirá a lo largo del túnel anclada a ambos hastiales y con válvulas de bola para sectorización manual de acuerdo a requerimientos de las brigadas contra incendios. Se instalarán bocas tipo IPF-39 a lo largo del túnel, estarán provistas de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo Barcelona de 45 mm de diámetro con tapas.

A esta red acometerán tomas con bifurcaciones siamesas, colocadas al tresbolillo en ambas aceras y distanciadas 120 m en la misma acera a lo largo del túnel.

Así mismo se dispondrán tomas para alimentación de la red desde la superficie en la proximidad de hidrantes de agua alimentados por la empresa pública correspondiente de la gestión del agua en la isla.

Desde estas tomas, se comunicará con la red de columna seca del túnel a través de los pozos para salidas de emergencia. Este tipo de tomas serán IPF-41. Las tomas de alimentación del sistema de columna seca en superficie estarán claramente identificadas y dispondrán de válvula de expansión de aire. Constarán de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo Barcelona de 70 mm de diámetro, con tapas.

La conexión entre hastiales del túnel se realizará por la bóveda del túnel, aproximadamente en los Pk's de las salidas de emergencia, disponiendo de llaves de seccionamiento.

### 6.2.2. Sistemas de Ventilación

#### 6.2.2.1. Introducción

En este tipo de infraestructuras se considera la eventualidad de incendio de una unidad ferroviaria o de otro tipo, ya sea en un tramo de galería entre estaciones o en ellas (escenario más probable, dado la consigna de acercar el tren a la estación en caso de emergencia). Para hacer frente a esta contingencia se dispone de vías de evacuación y entrada de servicios de rescate y extinción de incendios, a los que se suman sistemas de ventilación para extracción de humo, cuya función es mejorar las condiciones ambientales en dichas vías, y cuya disposición, dimensionamiento y forma de operación condicionan su emplazamiento.

Estos sistemas de ventilación también cumplen una función de renovación de aire para el mantenimiento de unas condiciones higiénicas en condiciones de servicio ordinario, lo cual implica un diseño integral de los sistemas. En referencia a su función de seguridad, deben tenerse presentes algunas consideraciones:

- En caso de incendio en una estación, la extracción del humo se efectúa mediante pozos situados en una o ambas cabeceras de la misma, o en las galerías de uno o ambos tramos adyacentes. Su emplazamiento específico no es determinante a efectos conceptuales, aunque sí cuantitativos, siendo en cualquier caso preferible disponer de pozos a ambos lados.

- El efecto de flotación de los humos calientes se manifiesta en la generación de una corriente ascensional longitudinal en las galerías en escenarios con el foco emplazado en ellas, a velocidades de desplazamiento superiores a los 2 m/s para pendientes superiores al 2 %.
- La activación de los ventiladores de los pozos de extracción a su máxima capacidad requiere de una serie de acciones previas posteriores al inicio del incendio (detección, validación de alarma, identificación de posición, rémoras eléctricas y mecánicas), de forma que existe un período inicial, evaluado en unos cinco minutos, en el que la propagación del humo es libre o únicamente condicionada por la ventilación de renovación.
- Si el incendio se produce en una galería con pendiente, el humo se propagará en sentido ascendente hacia la estación superior, y llegando a ella en el período inicial, poniendo en peligro no sólo a los ocupantes del tren siniestrado que se encuentren en posición superior al foco, sino también a los ocupantes de dicha estación. Esta circunstancia es insuperable por cualquier sistema de ventilación, con cualquier dimensionamiento del mismo, por lo que debe procurarse reducir al mínimo el tiempo de activación.
- La reversión del sentido de flujo de humo mediante pozos situados en posición inferior al foco en una galería, requiere de una mayor capacidad de extracción que en un emplazamiento en posición superior, tanto más importante cuanto mayor sea la pendiente, y además requiere de un tiempo establecido en unos minutos, adicionales a la duración del período inicial.

Estas consideraciones conducen a considerar especialmente favorable un diseño con un esquema de pozos de extracción situados a la entrada de las estaciones con galería ascendente, de forma que por ellos se pueda extraer el humo de incendio con el foco en la misma estación o en dicho tramo. En el lado de salida ascendente es deseable emplazar un segundo pozo (aunque puede tener una capacidad menor), a fin de mejorar las condiciones de extracción en caso de incendio en la misma, aunque no se requiere una localización inmediata a la estación. Si se aleja de la misma, puede realizar funciones de extracción en caso de incendio en el tramo de galería procedente de la estación.

En tramos sin horizontales o con pequeña pendiente, desaparece la exigencia de pozo en posición anterior a las estaciones, aunque puede mantenerse el esquema si se considera conveniente a efectos globales (particularmente para ventilación para renovación).

No obstante, un adecuado análisis de riesgos también determinará la posibilidad de que ocurran una serie de imprevistos dentro de un marco de escenarios reales que conviene tener en cuenta a la hora de dimensionar el sistema de ventilación del túnel.

Por ejemplo, un posible accidente podría ser el descarrilamiento de un tren a consecuencia de un incendio que tuviera lugar en un momento y en un lugar determinados dentro del túnel. Esta posibilidad obligará analizar una serie de escenarios de incendio establecidos en función del lugar del túnel en el que ocurra el accidente con el objeto de fijar el peor escenario que sirva para dimensionar la ventilación del túnel.

El objetivo que se pretende alcanzar mediante el sistema de ventilación del túnel es librar de humos el camino de evacuación de los usuarios hasta una salida de emergencia cuando ocurre un incendio como los descritos anteriormente.

En el afán de conseguir este objetivo y teniendo en cuenta el número de escenarios posibles se tendrán que modelizar éstos de acuerdo a ecuaciones y condiciones de contorno que recojan todas las variables que los describen.

#### **6.2.2.2. Ventilación de salidas de emergencia**

De acuerdo con la ETI, las rutas de evacuación en caso de incendio, desde del origen el incidente hasta una zona segura como es el exterior, deben tener una atmósfera respirable y con cierta visibilidad durante el tiempo que dura la evacuación.

Los gases tóxicos considerados tanto en situación normal como en caso de emergencia son el CO y el NO<sub>2</sub>. La opacidad del aire viene caracterizada por el contenido en partículas negras. Los límites máximos a todas estas sustancias que no deberán ser sobrepasados, debiendo implantarse para ello un sistema de ventilación forzada en las salidas de emergencia.

La evacuación dentro del túnel y hasta las salidas de emergencia tendrá al sistema de ventilación del túnel como el encargado de alejar estas sustancias y el humo del incendio, mientras que una vez dentro de la salida de evacuación, primero un sistema de presión diferencial del vestíbulo que la aísla del túnel, y en segundo lugar un sistema de ventilación exclusivo para la propia salida de evacuación, conseguirán el objetivo de limitar el contenido de estas sustancias tóxicas y de los humos provenientes del incendio.

El sistema de ventilación estará compuesto por un ventilador axial que inyectará aire exterior hasta el nivel de la galería de conexión con el túnel. El conducto de impulsión transcurrirá por el espacio existente entre el hueco del ascensor y las escaleras, disponiéndose rejillas de ventilación intermedias. El aire retornará por convección natural hasta la parte superior de la salida de emergencia, donde se instalará un ventilador axial de 400 °C / 2 h que extraerá el aire.

En caso de incendio, la impulsión de aire se detendrá, manteniéndose en funcionamiento el equipo de extracción de aire.

#### **6.2.2.3. Sistemas de diferencial de presión para protección de las vías de evacuación**

Se dispondrá un pequeño vestíbulo de aproximadamente 3 metros de longitud entre el túnel y los pozos de las salidas de emergencia. Este vestíbulo estará delimitado por dos dobles puertas a su entrada y salida.

Para mantener unas condiciones soportables en las escaleras de evacuación del túnel y evitar la propagación del humo desde el túnel hasta la salida de emergencia, se instalarán sistemas de presión diferencial en los vestíbulos. El gradiente de presión entre el túnel y el vestíbulo estará en torno a los 50 Pa.

Esto se conseguirá mediante la implantación de un sistema de ventilación forzada exclusivo para este fin, compuesto por dos ventiladores axiales de 400 °C / 2 h (1 activo+1 de reserva) que inyectaran aire al vestíbulo y compuertas de sobrepresión para mantener el nivel de presurización y garantizar las limitaciones de la fuerza a ejercer para la apertura de las puertas.

#### **6.2.2.4. Ventilación de cuartos técnicos**

Los cuartos técnicos para centros de transformación, equipos eléctricos y rack's de comunicaciones o similares, dispondrán de un sistema exclusivo de ventilación que limitará la temperatura máxima del local a un valor de consigna adecuado para el correcto funcionamiento de los equipos.

Así mismo, en locales donde existan baterías o materiales con desprendimiento de gases peligrosos, el caudal de ventilación será el máximo entre el anteriormente calculado y 12 ren/h.

#### **6.2.3. Bombeos drenaje**

Se ha previsto un sistema de drenaje del túnel para recoger las aguas procedentes de infiltraciones.

Los bombeos estarán formados por dos bombas más una de reserva funcionando en régimen de alternancia, para los cuatro bombeos previstos se instalarán bombas que permitan trasegar el caudal necesario.

En cada pozo de bombeo se dispondrá de dos o más bombas (según los volúmenes máximos a achicar), instalando siempre una bomba de reserva, mientras que la restante o restantes serán de capacidad suficiente para evacuar el caudal de diseño en condiciones normales de operación. Las bombas serán del tipo sumergible de eje vertical y con boca de impulsión para acoplamiento automático con el tubo de salida para la evacuación del agua, mediante un sistema de guías sin perno de unión para facilitar al máximo su puesta en funcionamiento y su maniobrabilidad durante las revisiones o reparaciones, ya que la colocación o extracción de las bombas queda simplificada al estar guiadas por los tubos guía, los cuales proporcionan el perfecto acoplamiento con el tubo de descarga.

#### **6.2.4. Sistema de detección de gases**

Se ha previsto instalar un sistema de detección de gases explosivos, tóxicos y O<sub>2</sub>, debido a que en caso de evacuación, las personas saldrán al túnel y deberán llegar hasta una salida de emergencia, lo que supone la necesidad de contar con unos niveles de aire mínimos que garanticen la salubridad ambiente durante el camino de evacuación.

Para introducir aire en el túnel se utilizarán los pozos de ventilación, mientras que para introducirlo en las salidas de emergencia se utilizará su propio sistema de ventilación.

El sistema de detección de atmósferas explosivas y calidad del aire se compondrá de detectores con dos niveles de alarma. Una primera para activación de la ventilación y otra de continuación de la ventilación, activación de sirenas y enclavamiento de alarma, en caso de no retorno a niveles aceptables.

Los detectores de O<sub>2</sub>, gases tóxicos y explosivos se ubicarán en los accesos verticales de comunicación del túnel con la superficie: pozos de ventilación y galerías de evacuación.

Estos detectores gestionarán el arranque/parada de la ventilación en las salidas de emergencia.

En cada salida se situará una centralita de detección de gases que controlará sondas de CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> y CO. Estas centralitas de gases se comunicarán con el control central mediante módulos de integración situados en su proximidad y que conectarán con la troncal de fibra óptica enviando señales al Centro de Control.

### **6.3.Instalaciones eléctricas**

#### **6.3.1. Suministro de Energía**

##### **6.3.1.1. Suministro desde el anillo de 30 kV**

Para cumplir con las prescripciones de la ETI y dar a las instalaciones eléctricas las condiciones de fiabilidad de suministro establecidas, se tendrá que prever una alimentación redundante, se proponen dos acometidas procedentes de subestaciones transformadoras distintas.

A partir de las subestaciones de tracción se alimentará un anillo de 30 kV que a su vez alimentará los diferentes centros de transformación.

Las instalaciones eléctricas incluidas en el documento serán los siguientes:

##### Centros de Maniobra:

Comprenderá los dos centros de maniobra, de los cuales saldrán acometidas de alimentación normal y de emergencia, desde los cuales se alimenta a los centros de transformación de la estación y del túnel.

##### Centros de Transformación de abonado:

Comprenderá el número de centros de transformación pertenecientes al túnel y a las estaciones, dispuestos en anillo, con acometidas normales y de emergencia.

##### Líneas de Media Tensión 30 kV:

Comprenderá las líneas eléctricas de acometida normal y de emergencia que alimentan a los centros de maniobra y a las que alimentan a los centros de transformación.

En condiciones normales, cada acometida alimentará a una parte de la red de media tensión.

De este modo en caso de fallo de una de las acometidas, la otra alimentaría el resto de centros de transformación y a la vuelta de la acometida fallida, el sistema volvería a la situación normal de funcionamiento.

Se preverá una potencia en cada una de las acometidas, suficiente para cubrir las necesidades funcionales del túnel, en el caso más crítico (fallo de una de las acometidas y caso de incendio).

##### **6.3.1.2. Suministro ininterrumpido (SAI)**

Como complemento de los anteriores sistemas de suministro, en cada CT se instalará un Sistema de Suministro Ininterrumpido (SAI) de 20 minutos de autonomía, para asegurar el funcionamiento sin interrupción de los sistemas críticos de la instalación, tales como: equipos de mando y control, sistemas de seguridad, etc. Por otra parte, los ascensores de emergencia contarán, con fuente propia de energía, compuesta por SAI y baterías de plomo-ácido con una autonomía de 1 h.

### 6.3.2. Centros de Transformación

La tipología de implantación de centros de transformación sigue criterios de fiabilidad y optimización energética y económica. Alimentándose de los centros de seccionamiento y medida antes descritos, se establecerán centros de transformación que se ubicarán en diferentes zonas del tramo.

Cada Centro de Transformación contará con dos transformadores trifásicos de potencia, de tipo seco encapsulado y relación de transformación 30.000/400-230 V. Habrán distintas potencias nominales de los transformadores que serán de 1.250 kVA algunos CT's y otros de 630 kVA. Cada transformador tendrá una capacidad del 100 % de las cargas, siendo uno activo y el otro de reserva (1+1), no trabajando nunca en paralelo.

Cada CT estará dotado de todas las medidas de seguridad acordes a su emplazamiento, con sistema de ventilación acorde con los datos de disipación de los equipos y con los elementos de maniobra y primeros auxilios de acuerdo a las normativas vigentes.

Para cada transformador se contará con dos celdas de Media Tensión de Línea y una de Protección.

Cada centro de transformación dispondrá de una red de puesta a tierra en coordinación con la red general del túnel, disponiendo de una red para cada sistema: de protección (masas) y de servicio (neutros) de acuerdo a los reglamentos de Media Tensión y Baja Tensión y Recomendaciones UNESA.

#### 6.3.2.1. Red de Media Tensión

A partir de las subestaciones de tracción se establecerán dos redes de Media Tensión, que cada una de ellas en funcionamiento normal alimentará aproximadamente el 50 % de las cargas.

Las redes de media tensión estarán constituidas por conductores unipolares con aislamiento seco de etileno-propileno de alto módulo, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

### 6.3.3. Red de Baja Tensión

A partir de los secundarios de los transformadores de potencia de MT/BT de los centros de transformación, se alimentará, por cada centro, un cuadro general de Baja Tensión (C.G.B.T.), desde el cual arrancará la red de distribución para alimentar los motores y los distintos equipos de alumbrado, fuerza y control, seguridad y comunicaciones.

Para obtener un  $\cos \Phi$  adecuado cada C.G.B.T. llevará acoplado a las barras generales, una batería de condensadores con regulador automático y con varios niveles o escalones de regulación.

Para garantizar el funcionamiento de todos los sistemas críticos de control, seguridad y comunicaciones, en cada centro de transformación se instalará un Sistema de Suministro Ininterrumpido con sus correspondientes baterías y cuadro de distribución (CS-SAI).

Desde dicho sistema también se preverá alimentación a los cuadros secundarios de galerías y salidas de emergencia para que, desde éstos, se dé alimentación a los servicios críticos de dichas zonas.

Se ha previsto una red de cuadros secundarios que, alimentados desde el C.G.B.T. más próximo faciliten la alimentación local de las galerías y salidas de emergencia.

En cada galería y salida de emergencia irá instalado el correspondiente cuadro. Desde éste se alimentarán: los alumbrados, tomas de corriente de usos varios y ventiladores de dichas zonas y los correspondientes elementos de control, seguridad y comunicaciones.

La misma filosofía se aplicará a los cuadros de los centro de transformación y pozos de ventilación.

Los sistemas de bombeos de drenaje y sistema de protección contra incendios, se realizarán con cuadros e interconexiones a cargo del suministrador de cada sistema, dado que deben funcionar de forma independiente y autónoma en función de las necesidades de explotación. Desde la instalación eléctrica solo se dará alimentación a dichos cuadros.

En general, y dentro del túnel, salvo las redes que discurran canalizadas bajo las aceras, las canalizaciones serán con bandejas y tubos metálicos fijados a las paredes del túnel y galerías.

Los cableados se realizarán con cables de características según necesidades y usos de los equipos, siendo en general del tipo RZ1-K (AS) 0.6/1 kV para los cableados normales.

Los cables expuestos de los equipos que tengan que seguir dando servicio incluso en caso de incendio, serán resistentes al fuego, tipo RZ1-K (AS+) 0.6/1 kV.

### 6.3.4. Alumbrado

#### 6.3.4.1. Alumbrado de túnel

De acuerdo a la ETI, la iluminación del túnel deberá comprender los siguientes sistemas de alumbrado:

- Alumbrado de emergencia principal, compuesto con proyectores estancos IP-65, con lámpara de Vapor de Sodio de Alta Presión (VSAP) de 70 W., colocados al tresbolillo por ambas aceras o hastiales cada 25 m (distancia entre dos proyectores de una misma acera) y a una altura aproximada de 3,9 m. Se establecerán dos niveles de alumbrado, un nivel de iluminación mínima del túnel para vigilancia y otros usos, consistente en la alimentación de una de cada tres luminarias y un segundo nivel de iluminación general del túnel, consistente en la alimentación de todas las luminarias. Se instalarán pulsadores en las bocas del túnel y hastiales, como máximo cada 200 m. También será posible accionarlo desde el centro de control.
- Alumbrado de emergencia autónomo, compuesto por luminarias fluorescentes estancas IP-65 e IK-10 de 1x36 W y 90 minutos de autonomía, colocadas por ambos hastiales (distribución pareada) cada 12,5 m. y a una altura aproximada de 1 m. La iluminancia mínima será de 3 lux al nivel de la acera de evacuación.

#### 6.3.4.2. Alumbrado de dependencias

La iluminación de dependencias en general se realizará con luminarias fluorescentes y con los siguientes niveles de iluminación media:

- Galerías, pasillos y escaleras: 150 lux
- Cuartos técnicos y servicios: 200 lux

- Viales y accesos exteriores: 24 lux

#### 6.3.4.3. Red de Tomas de Corriente

Se instalará una red de tomas de corriente en el túnel, compuesta por tomas de corriente estancas múltiples (1 toma trifásica de 25A, 400V y 3 tomas monofásicas de 16A, 230V), colocadas al tresbolillo por ambos hastiales, a una altura aproximada de 0.6 m. La distancia entre dos tomas del mismo hastial será de 250 m.

Además se hará coincidir una toma de corriente estanca doble (2P+T y 3P+T) en las inmediaciones de cada poste SOS.

### 6.4. Normativa aplicada

- Especificación Técnica de Interoperabilidad sobre seguridad en los túneles en los sistemas ferroviarios transeuropeos convencional y de alta velocidad (diciembre 2007).
- Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema energía del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad (mayo 2002).
- UNE – EN 50122 – 1. Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas parte 1: Medidas de Protección relacionadas con la seguridad eléctrica y la p.a.t.
- UNE – EN 50122 – 2. Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas parte 2: Corrientes vagabundas.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (MIE-RAT).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. REAL DECRETO 842/2002.

- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios ( R.D. 2267/2004, del 3 de Diciembre). (B.O.E. del 27-12-2004).
- Directiva Comunitaria 89/336/CEE de 3 de mayo de 1989, sobre Compatibilidad Electromagnética.
- Directiva Comunitaria 73/23/CE, de 19 de Febrero, sobre material eléctrico, destinados a utilizarse con determinados límites de tensión.

### 6.5.Subestaciones de tracción 1 x 3.000 Vcc

### 6.6.Introducción

La Subestaciones de tracción transformarán la energía eléctrica trifásica de 66 kV en 3.300 Vcc de corriente continua. La potencia instalada en cada subestación será en total de 2 x 6.000 kW excepto en la de talleres y cocheras en la que se colocarán tres (3) grupos de 6.000 kW uno de ellos exclusivo para talleres y cocheras.

En el interior de cada subestación, también se preverá la transformación a baja tensión para suministro a servicios auxiliares de la S/E de tracción, y la alimentación a 3.000 Vca del sistema de tráfico.

La alimentación a 66 kV provendrá de la Compañía Eléctrica ENDESA, que proporcionará acometidas dobles de 66 Kv en cada subestación.

La rectificación será del tipo dodecafásica.

### 6.7.Criterios generales

Para el dimensionamiento y criterios particulares de diseño para una subestación de tracción, se tendrán que tener en cuenta los siguientes criterios:

- Criterio de Avería única.

- Criterio de dimensionamiento y ampliación.
- Criterio de operación y explotación.
- Criterio de seguridad.
- Criterio de mantenimiento.

### 6.8.Ámbito de las instalaciones

- Suministro de energía eléctrica trifásica a 66 kV desde la Compañía Eléctrica.
- Dos grupos transformadores-rectificadores hexafásicos para dar suministro eléctrico a la catenaria a 3.300 Vcc, cuyo funcionamiento en paralelo proporcionará la rectificación dodecafásica.
- Cada grupo transformador-rectificador, de 6.000 kW de potencia unitaria.
- Bobina de amortiguamiento y equipo de filtrado.
- Un transformador para los servicios auxiliares.
- Celdas a 3.000 Vca, para el sistema de tráfico, con su transformador elevador.
- Grupos de Feeders y seccionadores de tracción.
- Control automatizado según E.T. 03.359.109.0 de ADIF y telemando de Subestación.

### 6.9.Normativa de aplicación

- EN- 50119. Railway applications – Fixed Installations – Electric traction overhead contact Lines.
- UIC CODE. Electric traction with aerial contact Line.
- UNE – EN 50163. Aplicaciones ferroviarias. Tensiones de Alimentación de redes de tracción.

- UNE – EN 50122 – 1. Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas parte 1: Medidas de Protección relacionadas con la seguridad eléctrica y la p.a.t.
- UNE – EN 50122 – 2. Aplicaciones ferroviarias – Instalaciones fijas parte 2: Corrientes vagabundas.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. (MIE-RAT).
- Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. REAL DECRETO 842/2002.
- Directiva Comunitaria 89/336/CEE de 3 de mayo de 1989, sobre Compatibilidad Electromagnética.
- Especificación Técnica de Interoperabilidad relativa al subsistema energía del sistema ferroviario transeuropeo de alta velocidad (mayo 2002).

## 7. LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

La tensión de alimentación de la línea aérea de contacto será a una tensión nominal de 3.000 Vcc, siendo su tensión máxima 3.600 Vcc, y la tensión mínima de 2.000 Vcc. Los valores de tensión son los definidos en la norma UNE-EN 50163.

### 7.1. Electrificación de la línea

#### 7.1.1. Seccionamientos de lámina de aire

Para toda línea de tracción se establecerán diversos seccionamientos de la catenaria para dividir eléctricamente el trayecto en diversas secciones:

- Seccionamientos de salida de la subestación a la catenaria
- Seccionamientos que permitan la continuidad de la línea, puenteando la subestación
- Seccionamientos de puenteo de las zonas neutras
- Seccionamientos de puesta a carril de cantones de catenaria
- Seccionamientos para la maniobra de diagonales
- Seccionamientos para la maniobra de estaciones

#### 7.1.2. Seccionadores de catenaria

Todos los seccionadores de catenaria tienen por objetivo manipular estos seccionamientos, puenteándolos o dejándolos abiertos según las necesidades de la explotación ferroviaria. Se podrán controlar todos los seccionadores desde el puesto de telecontrol de energía y los ubicados en la subestación también podrán ser controlados desde el sistema de control distribuido de la subestación. Se podrán controlar todos los seccionadores de forma manual desde el cuadro de control de cada seccionador a través de pulsadores, y en caso de emergencia se podrán abrir o cerrar los seccionadores con la ayuda de una maneta.

La instalación de todos estos seccionadores se efectuarán dentro de las subestaciones y de las estaciones, en sus respectivas salas de seccionadores.

### Seccionadores de puesta a carril y detector de tensión

Los detectores de tensión evitarán la posibilidad de conectar el seccionador de puesta a carril en el caso de existir tensión para cada seccionador en la línea. El enclavamiento entre los seccionadores evitará cerrar el seccionador de alimentación estando el de puesta a carril conectado.

### Telemando de los seccionadores

Los seccionadores objeto de la presente descripción se tendrán que telecontrolar, y para esto, será necesario hacer la correspondiente integración de los PLC's de estas posiciones dentro del Sistema de Control Distribuido de la S/C.

### Descargador de intervalos

El objeto del intervalo de descarga es establecer un corto circuito a través del seccionador y partes metálicas de las celdas de protección con el carril de retorno, dado el caso que se produzca un fallo del aislamiento de los aparatos.

### Aisladores de sección

En las diagonales y desvíos al aire libre, al no disponer de espacio suficiente para instalar un seccionamiento de lámina de aire, para separar eléctricamente dos cantones de catenaria se deben instalar aisladores de sección.

### 7.2. Elección de catenaria

Dependiendo de las características de cada tramo se empleará catenaria convencional CA-160 o catenaria rígida PAC-110.

Se empleará catenaria del tipo CA-160 normalizada en aquellos tramos en los que la superficie para la nueva línea de cercanías alimentada a 3.000 Vcc, mediante postes independientes por vía y pórticos o semipórticos no exista gálibo para postes independientes. Se ha diseñado esta tipología de catenaria por los siguientes puntos:

- En el tramo a estudiar no se tendrán velocidades superiores a los 160 km/h.
- La catenaria CA-160 está especialmente diseñada para ser alimentada a 3.000 Vcc.

Se empleará catenaria rígida, en aquellos subtramos de túnel y estaciones subterráneas. Se ha diseñado esta tipología de catenaria por los siguientes puntos:

- En el tramo a estudiar no se tendrán velocidades superiores a los 110 km/h
- Debido al gálibo del túnel.
- Menor mantenimiento de este tipo de catenaria respecto a las convencionales.

### 7.3.Catenaria tipo CA-160

El Acrónimo CR-160, correspondía al concepto de “Catenaria RENFE para velocidad máxima de 160 km/h” donde el término “Catenaria” se empleaba en su acepción más general para designar a la Línea Aérea de Contacto, como parte más significativa de ésta. En la actualidad el acrónimo utilizado es CA-160, que corresponde al concepto de “Catenaria ADIF”, manteniendo todas las características técnicas de la anterior.

Tanto la Línea Aérea de Contacto original como las sucesivas modificaciones se diseñaron para la circulación de trenes con pantógrafos de 1.950 mm.

#### 7.3.1. Características funcionales

Tipo de corriente y tensión eléctrica de alimentación

La catenaria está diseñada para ser alimentada en corriente continua donde se admiten las siguientes variaciones:

Tensión	V
Nominal	3.000
Máxima	3.600
Mínima	2.000
No permanente máxima	3.900

Los valores de tensión de esta tabla son los definidos en la norma UNE-EN 50163.

#### Velocidad de diseño

La catenaria está diseñada para un funcionamiento óptimo de los trenes hasta velocidades de 160 km/h.

#### Condiciones ambientales normales

La catenaria se ha proyectado para unas determinadas condiciones ambientales de funcionamiento en base a:

- Temperatura ambiental
- Temperatura máxima de los conductores
- Viento

### 7.4.Catenaria tipo PAC-110

La catenaria rígida es una línea de contacto que puede sustituir a la catenaria CA-160 cuando existen problemas de gálibo en túneles y pasos bajo puentes.

Está compuesta por un perfil de aluminio tratado, en forma de mordaza al que se fija el hilo de contacto de cobre, siendo el conjunto de ambos de gran rigidez y sección de paso de corriente lo que permite con tensiones de 3.000 Vcc. prescindir de cables de alimentación en paralelo.

#### 7.4.1. Características funcionales

Tipo de corriente y tensión eléctrica de alimentación

La catenaria rígida está diseñada para ser alimentada en corriente continua donde se admiten las siguientes variaciones:

Tensión	V
Nominal	3.000
Máxima	3.600
Mínima	2.000
No permanente máxima	3.900

Los valores de tensión de esta tabla son los definidos en la norma UNE-EN 50163.

#### Velocidad de diseño

La catenaria está diseñada para un funcionamiento óptimo de los trenes hasta velocidades de 100 km/h utilizando una barra de 10 m.

#### Condiciones ambientales normales

La catenaria se ha proyectado para unas determinadas condiciones ambientales de funcionamiento en base a:

- Temperatura ambiental
- Temperatura máxima de los conductores
- Viento

### **7.5.Sala de seccionadores**

#### **7.5.1. Características funcionales**

Con objeto de poder explotar la línea ferroviaria se deben instalar seccionadores de catenaria y seccionadores de puesta a carril para poder manipular seccionamientos, puenteándolos o dejándolos abiertos. Estos seccionadores se agrupan en salas de seccionadores ubicadas en las subestaciones y estaciones que las necesiten.

Para la línea se instalarán diversos seccionadores de catenaria y que controlarán el puenteo o apertura del circuito eléctrico en los seccionamientos de lámina de aire de catenaria. Estos seccionamientos realizarán las siguientes funciones:

- Seccionamientos que permitan la salida de la subestación a la catenaria
- Seccionamientos que permitan la continuidad de la línea, puenteando la subestación
- Seccionamientos de puenteo de las zonas neutras
- Seccionamientos de puesta a tierra de cantones de catenaria
- Seccionamientos para la maniobra de diagonales

Todos los seccionadores de catenaria tienen por objetivo manipular estos seccionamientos, puenteándolos o dejándolos abiertos según las necesidades de la explotación ferroviaria.