

Proyecto de electrificación del  
tramo Altza --Galtzaraborda.

**ANEJO N°5. CRITERIOS DE  
DISEÑO**



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAMO ALTZA – GALTZARABORDA .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Estudio del trazado .....</b>	<b>2</b>
2.1.1 Parámetros de diseño .....	2
<b>2.2 Revestimiento .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Obras singulares .....</b>	<b>4</b>
<b>2.4 Superestructura de vía .....</b>	<b>4</b>
<b>2.5 Estudio de las secciones tipo .....</b>	<b>5</b>
<b>2.6 Cuartos Técnicos .....</b>	<b>6</b>
2.6.1 Estación de Altza .....	6
2.6.1.1 Cuarto de seccionamiento de catenaria .....	6
2.6.1.2 Cuarto de técnico de red .....	6
2.6.2 Estación de Pasaia .....	6
2.6.2.1 Cuarto de seccionamiento de catenaria .....	6
2.6.2.2 Cuarto de Técnico de Red .....	7
<b>2.7 Red de tierras en la Estación de Pasaia .....</b>	<b>7</b>
<b>2.8 Canalizaciones tramo Altza - Galtzaraborda .....</b>	<b>8</b>
2.8.1 Estación de Altza .....	8
2.8.2 Túnel .....	9
2.8.3 Estación de Pasaia .....	9
<b>3. CRITERIOS DE DISEÑO .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Justificación de la solución adoptada .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Esquema de electrificación .....</b>	<b>10</b>
3.2.1 Situación actual .....	10
3.2.2 Situación proyectada .....	11
<b>3.3 Catenaria Rígida .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Catenaria Convencional .....</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Transición catenaria convencional – catenaria rígida .....</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Ruptores de catenaria .....</b>	<b>14</b>
3.6.1 Ruptores de catenaria .....	14
3.6.2 Tendido de feeders de alimentación .....	14
3.6.3 Telemando de seccionadores de catenaria .....	14
<b>3.7 Varios .....</b>	<b>15</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Catenaria Rígida .....</b>	<b>16</b>
4.1.1 Carril Conductor .....	16
4.1.2 Hilo de contacto .....	16
4.1.3 Conjuntos de suspensión .....	16

4.1.4	Conjuntos de fijación.....	17
4.1.4.1	Punto fijo débil.....	18
4.1.5	Conjuntos de conexión .....	18
4.1.6	Vigas soporte .....	19
4.1.7	Protecciones.....	20
4.1.7.1	Estribos de Puesta a Tierra .....	20
4.1.7.2	Cable de guarda.....	20
4.1.7.3	Señales de protección .....	20
4.1.7.4	Viseras.....	20
4.1.7.5	Descargadores de intervalos .....	20
4.1.7.6	Otros .....	21
<b>4.2</b>	<b>Catenaria Convencional .....</b>	<b>21</b>
4.2.1	Estructura de la catenaria .....	21
4.2.2	Características generales del sistema .....	21
4.2.3	Protecciones.....	26
4.2.3.1	Cable de guarda.....	26
4.2.3.2	Pararrayos.....	26
4.2.3.3	Toma de tierra .....	26
4.2.3.4	Viseras.....	26
4.2.3.5	Descargador de intervalo.....	26
4.2.4	Características de los materiales, equipos y montajes .....	27
4.2.4.1	Macizos.....	27
4.2.4.2	Postes.....	27
4.2.4.3	Pórticos.....	27
4.2.4.4	Ménsulas.....	27
4.2.4.5	Atirantados.....	28
4.2.4.6	Suspensiones.....	28
4.2.4.7	Aisladores .....	28
4.2.4.8	Pórticos.....	28
4.2.4.9	Conductores .....	28
4.2.4.10	Pendolado .....	29
4.2.4.11	Equipos de compensación.....	29
4.2.4.12	Herrajes.....	29
4.2.4.13	Circuito de retorno .....	29
4.2.4.14	Grifas .....	29
4.2.4.15	Accesorios preformados .....	29
4.2.4.16	Pequeño material .....	30
<b>4.3</b>	<b>Transición de catenaria rígida – Convencional .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>Ruptores de Catenaria .....</b>	<b>30</b>
4.4.1	Seccionadores de apertura en carga.....	30
<b>4.5</b>	<b>Telemando de Seccionadores de catenaria .....</b>	<b>31</b>
4.5.1.1	Funcionalidad del sistema.....	32

4.5.1.2	Cuadros de control .....	32
4.5.1.3	Puesto Local de Operación (PLO) .....	32
4.5.1.4	Funcionalidad del sistema .....	33
<b>4.6</b>	<b>Varios .....</b>	<b>34</b>
4.6.1	Pértiga de puesta a tierra detectora de tensión .....	34
4.6.2	Soportes de conducción: bandejas y perchas .....	34
4.6.3	Cableado eléctrico .....	35
4.6.3.1	Cableado de Media Tensión (conexiones a catenaria) .....	35
4.6.3.2	Cableado de alimentación en BT y control (alimentación y control de seccionadores y armarios de control) .....	35
4.6.4	Protección pasiva .....	36

**APÉNDICE 1. FUNCIONAMIENTO DE RUPTORES DE CATENARIA**



## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente anejo tiene por objeto justificar la solución adoptada así como recopilar los criterios de diseño establecidos para el proyecto de electrificación del tramo Altza - Galtzaraborda.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TRAMO ALTZA – GALTZARABORDA

### 2.1 Estudio del trazado

El Pr. de Construcción incluye la ejecución de un nuevo tramo soterrado desde el fin de línea actual tras la estación de Altza (soterrada) hasta la entrada de la estación de Galtzaraborda (superficie), en vía doble.

El tramo incluye una nueva estación en Pasaia de tipo soterrado con un escape en el lado Galtzaraborda. Adicionalmente se incluye la conexión con el tramo de vía actual a la entrada de la estación de Galtzaraborda.

La velocidad de diseño es de 80 Km/h.

#### 2.1.1 Parámetros de diseño

Los parámetros considerados en el proyecto de construcción para el diseño del trazado son:

- Velocidad de circulación: 80 km/h.
- Pendiente máxima:

La inclinación máxima de las rampas/pendientes será de 40 milésimas para viajeros y de 15 milésimas para tráfico mixto, pudiendo excepcionalmente adoptarse valores superiores, que no superarán en ningún caso las 45‰ para viajeros y 18 ‰ para tráfico mixto.

La inclinación mínima será de 5 ‰.

Las estaciones se dispondrán en rasante horizontal, que excepcionalmente podría inclinarse hasta un valor máximo de 3 milésimas.

- Radio mínimo en planta:
  - Normal: 280 m.
  - Extraordinario: según los casos.

Dentro del trazado se distinguen cuatro subtramos:

TRAMO	LONGITUD	PK INICIO	PK FIN	OBSERVACIONES
Tramo Altza – Pasaia	934 m	1+000,00	1+934,20	Excavación en mina Incluye 2 pozos de VE (Sasuategi y C/Lorete)
Estación de Pasaia	222 m	1+934,20	2+156,00	Cut&cover
Tramo Pasaia – Galtzaraborda	724 m	2+156,00	2+880,00 (fin túnel)	Excavación en mina Incluye 1 pozo de VE (C/Parke)
Estación de Galtzaraborda	236 m	2+880,00	3+115,66	Cielo abierto Conexión con vía actual sentido Pasaia hasta boca de túnel existente

**Tabla 1. Subtramos en el tramo Altza - Galtzaraborda**



El trazado del eje de la infraestructura se compone de varias alineaciones rectas y curvas, siendo sus radios:

SECCIÓN TIPO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD	RADIO DE CURVATURA
TÚNEL EN MINA. CURVA	1+000,00	1+429,85		375 m , a izquierdas 280 m , a izquierdas
TÚNEL EN MINA. RECTA	1+429,85	1+525,93		---
TÚNEL EN MINA. CURVA	1+525,93	1+934,00		280 m , a derechas
FALSO TÚNEL EN PANTALLA (ESTACIÓN DE PASAIA, H=9,70 m)	1+934,20	1+953,83		
FALSO TÚNEL EN PANTALLA (ESTACIÓN DE PASAIA, H=4,83 m)	1+953,83	1+976,47		---
ESTACIÓN DE PASAIA (ZONA ANDENES)	1+976,47	2+049,18		---
FALSO TÚNEL EN PANTALLA (ESTACIÓN DE PASAIA, H=5,03 m)	2+049,18	2+071,91		280 m , a derechas
FALSO TÚNEL EN PANTALLA (ESTACIÓN DE PASAIA, H=9,70 m)	2+071,91	2+096,23		
FALSO TÚNEL EN PANTALLA (ESTACIÓN DE PASAIA, H=7,19 m)	2+096,23	2+123,63		
FALSO TÚNEL EN PANTALLA (ESTACIÓN DE PASAIA, H=10,83 m)	2+123,63	2+156,00		
TÚNEL EN MINA. RECTA	2+156,00	2+493,57		---
TÚNEL EN MINA. CURVA	2+493,57	2+605,16		700 m , a derechas
TÚNEL EN MINA. RECTA	2+605,16	2+692,79		---
TÚNEL EN MINA. CURVA	2+692,79	2+880,00		300 m , a izquierdas
CIELO ABIERTO. RECTA	2+880,00	2+932,36		---
CIELO ABIERTO. CURVA	2+932,36	3+046,62		340 m , a derechas
CIELO ABIERTO. RECTA	3+046,62	3+115,66		---
CIELO ABIERTO. VÍA MERCANCÍAS				Curva. No se indica

**Tabla 2. Alineaciones trazado tramo Altza-Galtzaraborda**

Nota: En los tramos en curva se incluye la longitud de las curvas de transición.

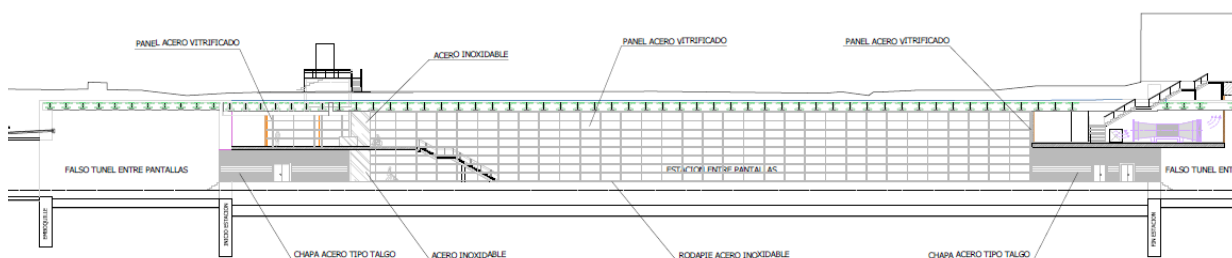
En el tramo se pueden encontrar dos zonas de maniobras, un escape a la salida de la Estación de Pasaia y una conexión con la vía actual (futura vía de mercancías) a la entrada de la Estación de Galtzaraborda.

## 2.2 Revestimiento

En todas las obras subterráneas proyectadas se llevará a cabo por delante del sostenimiento un revestimiento o anillo continuo de hormigón en masa o armado (HM-30, HA-30) según el tramo considerado, encofrado y puesto en obra mediante bombeo.

La impermeabilización prevista para el túnel de línea será no visible y se ejecutará de manera sistemática quedando dispuesta en "Sándwich" entre el sostenimiento y el revestimiento definitivo. Mediante unas conducciones, el agua colectada es llevada a la canalización central, que conduce el agua al exterior del túnel y constituye el sistema de drenaje.

Los paneles de acero vitrificado serán el revestimiento de los hastiales de la estación.



**Figura 1. Distribución de paneles de acero vitrificado en estación de Pasaia**

## 2.3 Obras singulares

En el tramo Altza-Galtzaraborda se localizan las siguientes Obras Singulares que afectan al diseño del sistema de electrificación (por lo tanto, no se incluyen en la tabla los cañones de acceso a estación, ascensores, etc.):

OBRA SINGULAR	TIPO	UBICACIÓN (APROX.)
SE C/SASUATEGI	SALIDA DE EMERGENCIA POZO VENTILACIÓN DE EMERGENCIA	P.K. 1+440
VE TESTERO ALTZA	POZO VENTILACIÓN DE EMERGENCIA	P.K. 1+900
ESTACIÓN DE PASAIA	ESTACIÓN	P.K. 2+000
VE TESTERO GALTZARABORDA	POZO VENTILACIÓN DE EMERGENCIA	P.K. 2+130
VE C/PARKE	POZO VENTILACIÓN DE EMERGENCIA	P.K. 2+820

**Tabla 3. Obras Singulares**

## 2.4 Superestructura de vía

Se han diseñado dos tipos de plataformas ferroviarias diferentes con ancho métrico una vía en placa para la zona de túnel en mina y estaciones y otra sobre balasto para la zona a cielo abierto. Así mismo se ha considerado una sección de tratamiento especial, la zona de transición entre las dos secciones ferroviarias diseñadas.

Se trata de 1.880 m de vía doble en placa con un entrejeje de 3,10 m a 3,50 m en función del radio de curvatura.

Una vez superada la sección de falso túnel 349,6 m (que engloba la estación de Pasaia y el cruce de la regata Molinao) se prosigue en túnel en mina 724 m con la misma disposición hasta salir a cielo abierto.

Desde este punto hasta la conexión con el trazado existente (235 m a cielo abierto) se diseña una plataforma sobre balasto.

Justo antes de la entrada/salida del túnel en mina y por la diferencia de rigideces que se presentan se diseña una transición Vía en Placa – vía Balasto.

Los aparatos de vía a instalar son los que se indica a continuación:

DESVÍO TIPO	NÚMERO	UBICACIÓN
ESML-B1(PAD)-UIC54-190/127-0,110-CR-I	2 ud	Salida estación de Pasaia.
DSM-B1-UIC54-190/127-0,110-DR-D	1 ud	Conexión vía principal y vía de mercancías existente

**Tabla 4. Aparatos de vía**

## 2.5 Estudio de las secciones tipo

Se incluye a continuación una relación de secciones tipo a tener en cuenta para el diseño de los soportes de catenaria:

SECCIÓN TIPO	PK INICIO	PK FIN	OBSERVACIONES
Túnel en mina. Curva	1+000,00	1+429,85	
Túnel en mina. Recta	1+429,85	1+525,93	
Túnel en mina. Curva	1+525,93	1+934,00	
Falso túnel en pantalla (Estación de Pasaia)	1+934,20	1+953,83	Altura libre desde PMR 9,70 m
Falso túnel en pantalla (Estación de Pasaia)	1+953,83	1+976,47	Sección bajo vestíbulo testero lado Altza Altura libre desde PMR 4,83 m
Estación de Pasaia	1+976,47	2+049,18	Sección en zona central de estación
Falso túnel en pantalla (Estación de Pasaia)	2+049,18	2+071,91	Sección bajo vestíbulo testero lado Galtzaraborda Altura libre desde PMR 5,03 m
Falso túnel en pantalla (Estación de Pasaia)	2+071,91	2+096,23	Altura libre desde PMR 9,70 m
Falso túnel en pantalla (Estación de Pasaia)	2+096,23	2+123,63	Altura libre desde PMR 7,19 m
Falso túnel en pantalla (Estación de Pasaia)	2+123,63	2+156,00	Altura libre desde PMR 10,83 m
Túnel en mina. Curva	2+156,00	2+185,93	
Túnel en mina. Recta	2+185,93	2+493,57	

SECCIÓN TIPO	PK INICIO	PK FIN	OBSERVACIONES
Túnel en mina. Curva	2+493,57	2+605,16	
Túnel en mina. Recta	2+605,16	2+692,79	
Túnel en mina. Curva	2+692,79	2+880,00	
Cielo abierto. Vía doble	2+880,00	---	
Cielo abierto. Vía mercancías	---	---	

**Tabla 5. Secciones tipo tramo Altza-Galtzaraborda**

## 2.6 Cuartos Técnicos

### 2.6.1 Estación de Altza

#### 2.6.1.1 Cuarto de seccionamiento de catenaria

El cuarto técnico de seccionamiento de catenaria se ubica en el testero lado Herrera, nivel andén, junto a los cuartos técnicos de Baja Tensión y Centro de Transformación.

Actualmente dispone de 3 ruptores, SR1, SR2, SR12 y un armario de telemando de seccionadores de catenaria.

La alimentación en BT se realiza desde el cuadro SAI de energía:

#### 2.6.1.2 Cuarto de técnico de red

El cuarto de técnico de red dispone de un cuadro mural con pantalla táctil para el mando local de los ruptores:

### 2.6.2 Estación de Pasaia

#### 2.6.2.1 Cuarto de seccionamiento de catenaria

El cuarto técnico de seccionamiento de catenaria se ubica en el testero lado Altza, nivel andén, junto a los cuartos técnicos de Baja Tensión, Centro de Transformación, Señalización y Comunicaciones, etc.

Para la alimentación de los ruptores de catenaria a instalar en el interior del cuarto de seccionamiento de catenaria será necesario el tendido de cableado de alimentación desde el mencionado cuarto de Baja Tensión, y tendido de cableado de comunicaciones desde el cuarto de Señalización y Comunicaciones. Se plantean dos opciones:

- Tendido de cableado por tubo y ejecución de pasamuros (a incluir en Pr. de Electrificación).
- Instalación de bandejas bajo andén para comunicar huecos de paso de cables de los cuartos de BT y Señalización y Comunicaciones con el del cuarto de seccionamiento de catenaria (a incluir en Pr. de Electrificación).

El suelo previsto en los cuartos técnicos son baldosas de granito artificial de 30 x 30 cm.

### 2.6.2.2 Cuarto de Técnico de Red

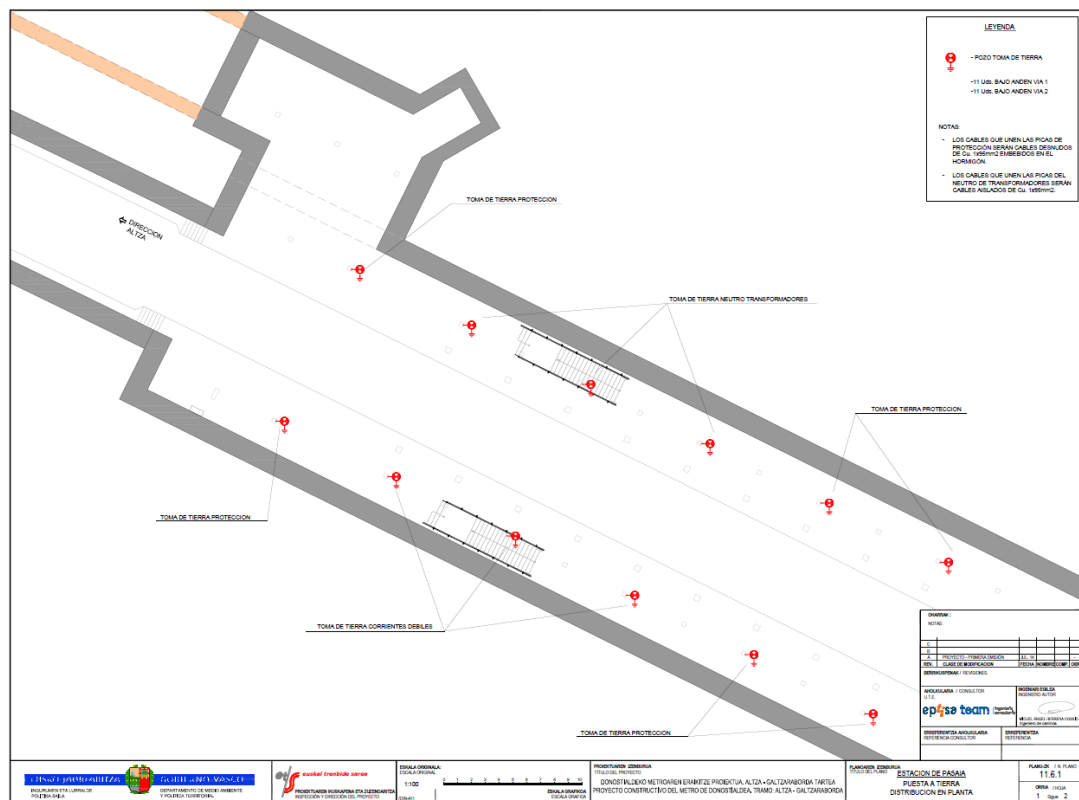
El cuarto de Técnico de Red donde se instalará la pantalla táctil de mando local de seccionadores de catenaria se encuentra a nivel de vestíbulo, lado Altza:

Para el tendido de cableado de alimentación y comunicaciones desde el cuarto de Seccionamiento de catenaria, se empleará el hueco de paso de cables previsto en el Pr. de Obra Civil. Asimismo, el Pr. de Electrificación incluirá la instalación de bandejas en el bajo andén para posibilitar dichos tendidos.

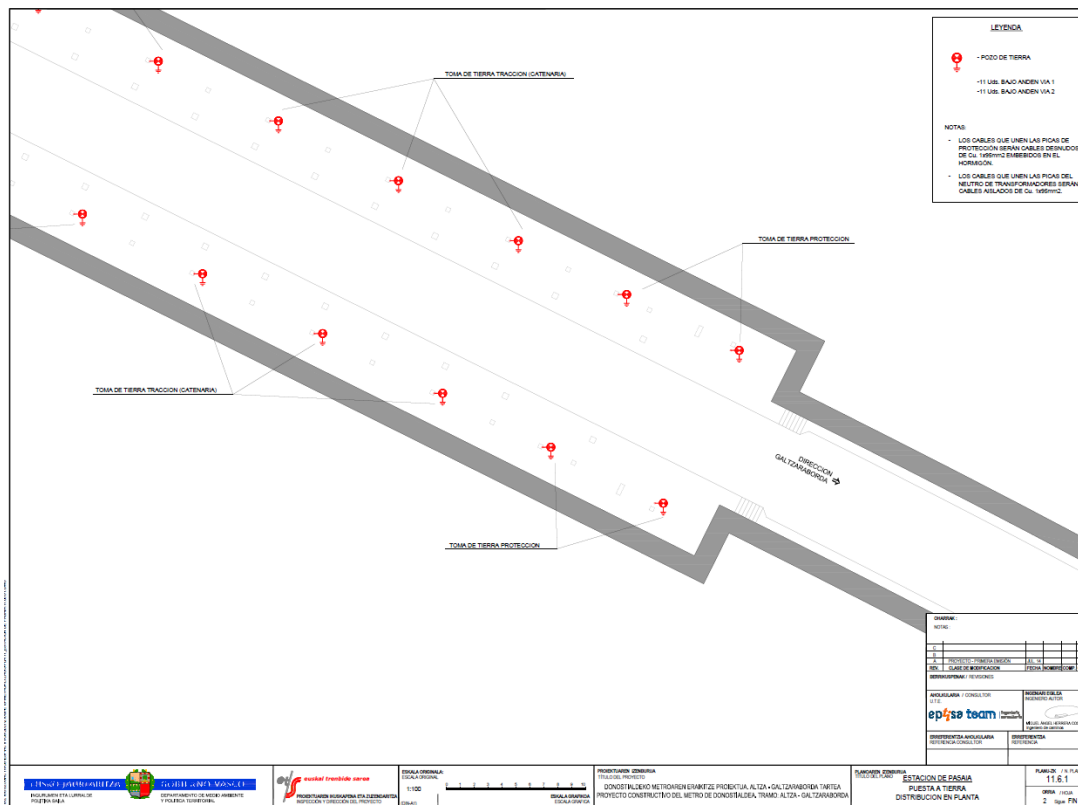
## 2.7 Red de tierras en la Estación de Pasaia

La red de puesta a tierra enterrada en la estación de Pasaia será ejecutada por el contratista de Obra Civil.

La distribución de electrodos de puesta a tierra se realizará de la siguiente manera:



**Figura 2. Ubicación electrodos puesta a tierra en la Estación de Pasaia (Lado Altza).**



**Figura 3. Ubicación electrodos puesta a tierra en la Estación de Pasaja (Lado Galtzaraborda)**

Por lo tanto, el cable de guarda del sistema de electrificación se conectará a las picas de la “toma de tierra de tracción (catenaria)”.

## 2.8 Canalizaciones tramo Altza - Galtzaraborda

### 2.8.1 Estación de Altza

En el caso de la estación de Altza, actualmente ya existen las conducciones necesarias para el tendido del cableado de feeder.

El resto de cableado necesario para la ampliación de la instalación existente con 2 nuevos ruptores, requerirá únicamente de instalación de bandejas en el interior del cuarto de seccionamiento de catenaria.

## 2.8.2 Túnel

En los tramos intertúnel se ha previsto la ejecución de dados de hormigón en ambos hastiales.

CANALIZACIÓN	OBSERVACIONES
Canalización Vía izquierda	9Ø110 + 2(3Ø50) + 1Ø50 (tipo 1) 6Ø110 + 2Ø160 + 2(3Ø50) + 1Ø50 (tipo 3)
Canalización Vía derecha	6Ø110 + 2Ø160 + 2(3Ø50) + 1Ø50 (tipo 2)

**Tabla 6. Canalizaciones tramos intertúnel**

El tramo de túnel entre Altza y Galtzaraborda se dispone de una conducción en cada hastial del túnel (sección tipo 1 y tipo 2) con interconexiones cada 150 m.

## 2.8.3 Estación de Pasaia

En la estación de Pasaia el tendido de cableado de feeder se realizará por el bajo andén de la vía izquierda mediante la instalación de bandejas, conectando también con los cuartos técnicos a nivel de andén.

El recorrido del cableado por bandejas será el siguiente:

- Bajo cuartos técnicos 6x(2x(1x240 mm<sup>2</sup>))
- Bajo andén:
  - Lado Altza: 4x(2x(1x240 mm<sup>2</sup>))
  - Lado Galtzaraborda: 2x(2x(1x240 mm<sup>2</sup>)) [incluye paso por zona ascensores, llegando al otro extremo del andén]

La instalación de bandejas para tracción ferroviaria en el bajo andén deberá coordinarse con el resto de bandejas a instalar para el resto de instalaciones (fuerza, alumbrado, corrientes débiles, etc.). Todas las bandejas bajo andén serán instaladas por el contratista de instalaciones eléctricas.

### **3. CRITERIOS DE DISEÑO**

#### **3.1 Justificación de la solución adoptada**

La electrificación del Tramo Altza - Galtzaraborda tiene características similares al resto de la línea del Metro Donostialdea en servicio, que transcurre subterráneo e incorpora catenaria rígida para la alimentación de las unidades.

Las características generales de la electrificación de este tramo son las siguientes:

- Las unidades de tren son alimentadas por medio de línea aérea de contacto.
- La tensión nominal de alimentación de las unidades es de 1.500 Vcc.
- La velocidad de diseño de la catenaria es de 80 km/h.
- Se adopta como gálibo, el gálibo de Infraestructura tipo ETS.
- Para la alimentación de la línea aérea de contacto se distribuyen a lo largo del recorrido una serie de subestaciones. La línea aérea de contacto se divide en sectores de electrificación que vienen determinados por la subestación a la que se conectan.
- El sistema de retorno de tracción se realiza por carril.
- La línea aérea de contacto de cada una de las vías se alimentará de forma independiente, no estando conectadas entre sí. En casos particulares se pueden conectar ambas catenarias para conseguir una mayor funcionalidad de la línea en caso de avería, y para ello se instalan seccionadores de by-pass.

#### **3.2 Esquema de electrificación**

##### **3.2.1 Situación actual**

Actualmente la explotación entre Herrera y Altza se realiza en vía doble en un tramo soterrado. La estación de Altza es fondo de saco y dispone de una bretelle en el lado de Hendaia para que los trenes puedan dar la vuelta. La catenaria en este tramo es rígida

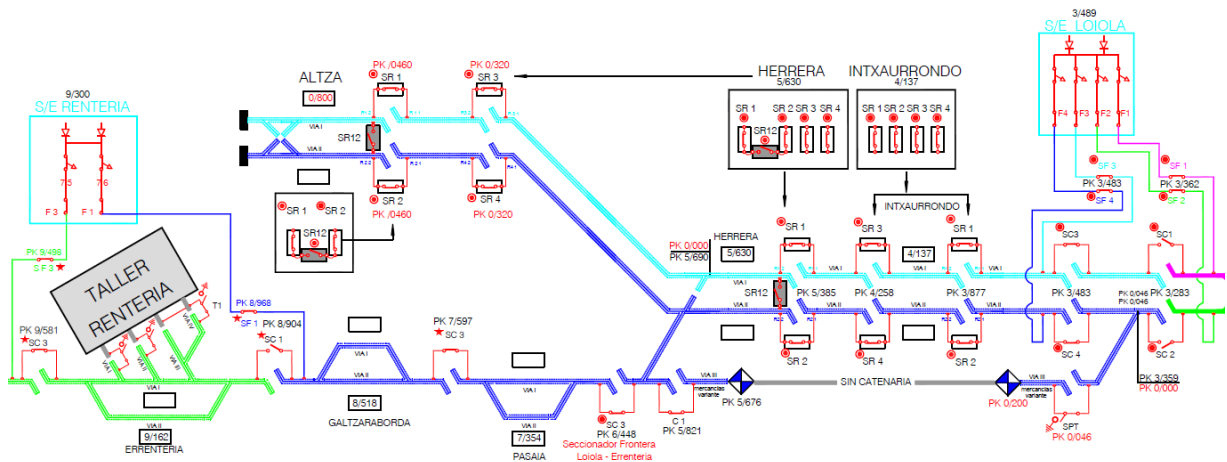
Los trenes que entre Donostia y Hendaia circulan por el desvío existente en la estación de Herrera, pasando por las estaciones de Pasaia y Galtzaraborda, siendo ambas estaciones a cielo abierto.

La configuración actual de seccionadores de catenaria en el tramo considerado es la siguiente:

- Estación de Altza:
  - 2 ruptores (SR1, SR2), lado Herrera, para Vía 1 y Vía 2.
  - 1 ruptor de puenteo (SR12).
- Estación de Galtzaraborda: no hay.

Se incluye a continuación el esquema de electrificación entre las dos subestaciones eléctricas de tracción (SET Loiola y SET Rentería) que alimentan a dicho tramo:

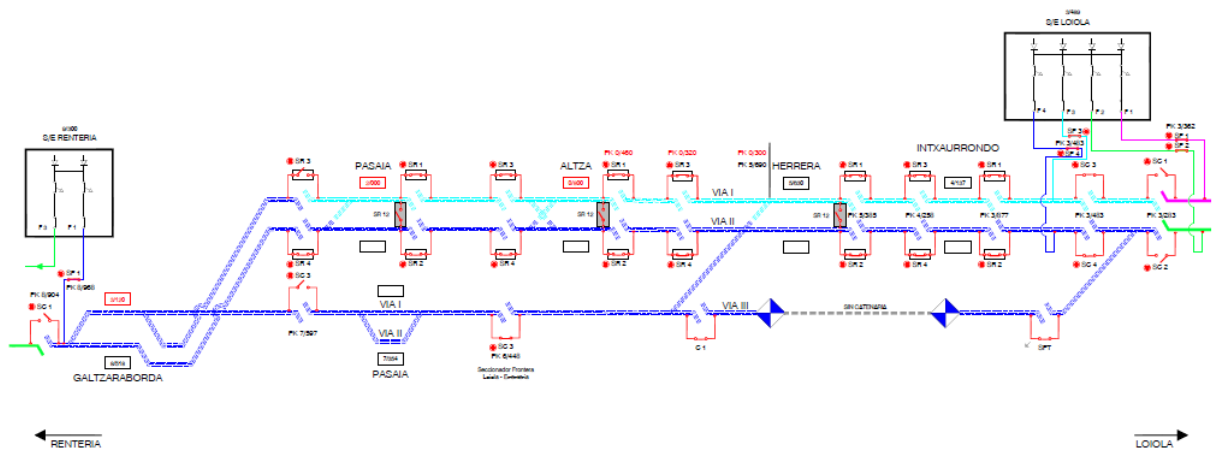




**Figura 4. Esquema de electrificación actual (actualizado a fecha: septiembre 2021)**

### 3.2.2 Situación proyectada

El esquema de electrificación previsto, una vez se incorpore el tramo Altza – Galtzaraborda, es el siguiente:



**Figura 5. Esquema de electrificación futuro**

En el Apéndice 1. Esquemas de electrificación se puede encontrar los planos de electrificación de estado actual y estado proyectado.

### 3.3 Catenaria Rígida

En el tramo de túnel Altza - Galtzaraborda se ha mantenido el mismo criterio que en el resto de la línea de utilizar catenaria de tipo rígido por razones de mantenimiento y seguridad en la explotación.

El sistema de catenaria rígida permite la electrificación de túneles con gálibo reducido, ya que se prescinde del cable sustentador y se utiliza un perfil de aluminio con la rigidez necesaria para sostener el hilo de contacto. Así mismo, y dada la sección de los perfiles aéreos de aluminio, se prescinde de los feeders de acompañamiento.

La catenaria rígida está formada por:

- Carril conductor de aluminio extrusionado.
- Hilo de contacto de cobre.
- Conjuntos de suspensión.
- Conjuntos de fijación.
- Conjuntos de conexión eléctrica.
- Equipos auxiliares.

El diseño de la catenaria considerada en el presente Proyecto se ha realizado en base a los siguientes criterios:

- El hilo de contacto formará una línea poligonal que variará su posición respecto al eje del pantógrafo entre -200 y +200 mm en recta. Con esto se evitará el desgaste excesivo del pantógrafo en un solo punto.
- En las agujas aéreas tanto la catenaria principal como la desviada estarán descentradas hacia la desviada, con objeto de facilitar la puesta en contacto con el pantógrafo de la catenaria desviada, evitando enganchones.
- La altura de diseño de la catenaria es en general de 4.500 mm respecto del plano medio de rodadura pero en casos particulares la altura del pantógrafo puede variar entre 4.300 y 5.000 mm, siempre que la pendiente de la catenaria no supere el 2‰.
- La catenaria dispondrá de seccionamientos mecánicos de láminas de aire, al menos cada 400 m, con objeto de absorber el efecto de la temperatura sobre el carril conductor.
- Cada cantón de seccionamiento (tramo de catenaria comprendida entre dos seccionamientos de lámina de aire) incorporará un punto fijo en su zona central. La distancia máxima entre el punto fijo y un seccionamiento de lámina de aire contiguo no superará, en general, los 200 m.
- Los soportes se realizarán con piezas de acero galvanizado, excepto en la estación, que serán de acero inoxidable.
- Todas las barras se soportarán al menos en un punto, siendo la distancia máxima entre soportes de 10 m.
- Para evitar el aflojamiento de las tuercas de las suspensiones y fijación de herrajes por efecto de las vibraciones se utilizarán arandelas de presión tipo grower en todos los tornillos.
- Las estaciones tendrán sus sistemas de tierra separados, no habiendo continuidad en el cable guarda en el punto medio de cada interestación.
- Por cada Vía un cable guarda irá cosiendo todos los apoyos de catenaria. Cada 200 m se unirán eléctricamente los cables guardas de la Vía 1 y la Vía 2.
- Los apoyos se situarán a una distancia del final de la barra correspondiente al 21,1% de la longitud del PAC.

### **3.4 Catenaria Convencional**

En la parte final del trazado, a la salida del nuevo túnel en vía doble, se empleará catenaria convencional hasta la conexión con la catenaria existente en la estación de Galtzaraborda. Así mismo, en este mismo entorno se adecuará la catenaria existente entre la salida del túnel actual y su conexión con el nuevo tramo a la entrada de la estación de Galtzaraborda.

La catenaria convencional está formada por:

- Línea aérea de contacto
- Conjuntos de suspensión
- Conjuntos de compensación y anclaje
- Conjuntos de fijación
- Protecciones

- Equipos auxiliares

El diseño de la catenaria considerada en el presente Proyecto se ha realizado en base a los siguientes criterios:

- La catenaria será de las mismas características que la existente, es decir, catenaria convencional poligonal y atirantada, con compensación conjunta en vía general, constituida por un sustentador de cobre de 153 mm<sup>2</sup> de sección y dos hilos de contacto, también de cobre, y de 107 mm<sup>2</sup> de sección cada uno.
- El hilo de contacto formará una línea poligonal con objeto de evitar el desgaste excesivo del pantógrafo en un solo punto. En los tramos rectos el descentramiento de la línea aérea de contacto variará entre -200 y +200 mm. En los tramos curvos el descentramiento variará entre -250 y +250 mm, excepto en seccionamientos y agujas.
- La altura de diseño del hilo de contacto será de 4.700 mm respecto al plano medio de rodadura, si bien, en casos particulares la altura del pantógrafo puede variar entre 4.300 mm y 5.000 mm, siempre que la pendiente de la catenaria no supere 2‰.
- Los cantones de seccionamiento serán como máximo de 1.000 m, con un punto fijo en su zona central.
- La catenaria estará compensada en sus extremos. La compensación será única para el sustentador y los hilos de contacto.

Se usará el Sistema Blodi con poleas tradicionales, que con la propia polea incluye un sistema de bloqueo en caso de corte de contrapesos, evitando la caída de la catenaria.

- Se colocarán soportes de catenaria cada 60 m como máximo en recta.
- Los postes serán del tipo HEB, ya que precisan menos espacio para su colocación que los postes estándar de ADIF y el tramo afectado se encuentra en el entorno de una estación. Los postes irán anclados a las cimentaciones mediante pernos.
- Las cimentaciones serán de sección rectangular con pica incorporada.
- Se colocará al menos un descargador de sobretensiones de antenas en cada cantón de seccionamiento.
- Se utilizarán, dentro de lo posible, piezas homologadas por ADIF. Cuando esto no sea posible, se adaptarán las mismas a la situación real.

### **3.5 Transición catenaria convencional – catenaria rígida**

El sistema de electrificación en el entorno de la estación de Galtzaraborda se realiza mediante catenaria convencional. Por lo tanto, deberá preverse una zona de transición Catenaria Rígida – Catenaria Convencional al final del tramo soterrado.

La transición se realiza tanto para vía 1 como para vía 2.

Los dos hilos de contacto de la catenaria convencional pasan a través de tres tramos cortos de catenaria rígida distribuidos, y entran hasta un anclaje final (uno por cada vía) ubicado junto a uno de los soportes de catenaria rígida que ancla ambos hilos de contacto.

El anclaje del sustentador se realiza justo al inicio de la transición, empleando para ello soportes de anclaje específicos.

La conexión entre el final del cable sustentador y la barra PAC de catenaria rígida se realiza mediante cable aislado empleando bridas de conexión en ambos extremos.

En la fase de pruebas deberá comprobarse el comportamiento de la catenaria al paso del pantógrafo y realizar las regulaciones que sean necesarias para evitar posibles chispazos.

## 3.6 Ruptores de catenaria

### 3.6.1 Ruptores de catenaria

Se instalarán los siguientes seccionadores de catenaria que permitirán configurar el nuevo esquema de electrificación:

- Estación de Altza: 2 nuevos ruptores en el Cuarto de Seccionamiento de Catenaria, para el seccionamiento eléctrico de la catenaria de ambas vías, para el lado Pasaia siendo existentes los dos seccionadores lado Herrera y un seccionador de puenteo entre ambas vías.
- Estación de Pasaia: 5 ruptores en el Cuarto de Seccionamiento de Catenaria, para el seccionamiento eléctrico de la catenaria de ambas vías, en ambos sentidos, y seccionador de by-pass.

Los seccionadores de catenaria estarán motorizados y podrán ser mandados, tanto desde el cuarto de Técnico de Red, como desde los Puestos de Mando de Amara y Atxuri, a través del telemando de seccionadores de catenaria.

La conexión eléctrica entre los seccionadores de catenaria y la línea aérea de contacto se realizará mediante el tendido de cuatro cables de feeder de cobre aislado de 1x240 mm<sup>2</sup> de sección por cada conexión.

### 3.6.2 Tendido de feeders de alimentación

El tendido de feeders desde los cuartos de seccionadores de catenaria hasta los puntos de conexión con catenaria se realizará por el bajo andén en el interior de la estación y anclados con perchas al hastial del túnel desde los extremos de la estación.

Por cada conexión se utilizan 4 cables de cobre aislado de 240 mm<sup>2</sup> de sección.

### 3.6.3 Telemando de seccionadores de catenaria

El telemando de los seccionadores de catenaria está formado por seccionadores de apertura en carga motorizados y por armarios de gestión y control. Estos están situados en los cuartos de seccionamiento de catenaria.

El control de todos los equipos podrá efectuarse desde:

- Manual: accionando los seccionadores directamente desde los propios armarios de los ruptores o bien mediante el uso de la manivela.
- Telemando Remoto en Estación: desde HMI ubicado en el cuarto de Técnico de Red.
- Telemando Remoto desde PMC: desde los Puesto de Mando Central (PMC) de Amara y Atxuri.

El PMC se comunicará con las estaciones a través de Ethernet TCP/IP por la red que tiene actualmente ETS. El PMC de Amara actuará como servidor primario mientras que el PMC de Atxuri lo hará como servidor de espera.

Desde el cuarto de comunicaciones de la estación se volcará la información a la red troncal de ETS.

Las funciones asignadas a los cuadros de gestión y control son:

- Controlar la maniobra de los ruptores.
- Transmitir sus estados al Puesto de Mando.

- Ejecutar las órdenes enviadas desde el Puesto de Mando.
- Gestionar el mando (desde el Puesto de Mando o en local) y visualizar las alarmas y el estado de los seccionadores de apertura en carga.

Para el mando y control de los seccionadores existirá un cuadro de control en el que se integrará el PLC de control y los interruptores de alimentación a los mandos motorizados de los seccionadores.

Se propone la siguiente configuración final para el sistema de Telemando de Seccionadores:

- **Estación de Pasaia**

Se instalará un cuadro de control de seccionadores en el Cuarto de Seccionamiento de Catenaria.

Asimismo, se instalará un panel de mando en el Cuarto de Técnico de Red.

- **Estación de Altza**

Los nuevos ruptores se integrarán en el sistema de telemando existente.

### **3.7 Varios**

- Protección pasiva: los conductos y bandejas para cables eléctricos deberán incorporar una instalación de protección pasiva, a base de sellados o cortafuegos.
- Funda dieléctrica: las barras de catenaria rígida se protegerán con fundas dieléctricas en aquellas zonas con distancias de aislamiento pequeñas o con una alta probabilidad de filtraciones de agua.
- Pértiga de puesta a tierra detectora de tensión: se montarán en la estación de Pasaia, dentro de dos cajas de acero inoxidable iguales a las montadas en otras estaciones soterradas.
- Cableado de alimentación y de control: cableado de feeders y alimentación y control de seccionadores de catenaria.
- Soportes de conducción (bandejas y perchas): El rutado del cableado de tracción y de alimentación, control y comunicaciones del sistema de telemando de seccionadores de catenaria en las estaciones se realizará por bandejas, canalizaciones y perchas.
- Desmontajes: se desmontará todo aquel equipamiento que quede fuera de servicio para la adecuación a la nueva configuración.

## **4. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS**

### **4.1 Catenaria Rígida**

#### **4.1.1 Carril Conductor**

El carril conductor estará formado por un perfil de aleación de aluminio – magnesio – silicio fabricado por extrusión y tratado térmicamente de sección 2.200 mm<sup>2</sup>, en el que se insertará el hilo de contacto. El perfil tendrá un perfil pentagonal, que consigue una mayor relación rigidez / peso propio, y abierto por el vértice inferior para acoger el hilo de contacto.

Normalmente se utilizará un perfil recto de longitud 10 m, siendo ésta la longitud máxima permitida.

Las barras constan de 8 orificios en sus extremos que permiten, mediante el conjunto de placa y tornillos, la unión entre diferentes tramos de perfil, formando de esta manera un perfil continuo.

Las barras rectas permitirán realizar trazados rectos y curvos de radios superiores a 120 m.

En trazados curvos de radios inferiores a 120 m deberán instalarse barras preformadas con la curvatura adecuada.

En el tramo en túnel del presente proyecto, no se utilizarán barras finales de carril conductor cortas y curvadas para arriba. Se instalarán barras sujetas por dos aisladores soporte. Estos aisladores se colocarán de forma que la punta de barra quede ligeramente elevada respecto a las demás con objeto de facilitar la entrada en contacto del pantógrafo con la catenaria. Con el fin de asegurar la correcta sujeción de estas barras se colocará en la punta un soporte de cable sintético tipo "Parafil" o similar. Si el cable está muy tenso indicará que el aislador soporte no está realizando correctamente su función.

Las barras finales se utilizarán en seccionamientos y agujas, donde el pantógrafo debe pasar de una catenaria a otra.

En las breteles, escapes y desvíos se producen curvaturas importantes del carril conductor, si bien el diseño debe realizarse de forma que el radio de curvatura no sea inferior a 45 m (radio mínimo de curvatura de los carriles curvados previamente de forma mecánica).

#### **4.1.2 Hilo de contacto**

El paso de corriente entre la línea aérea de contacto y el pantógrafo del tren se realiza a través del hilo de contacto.

Se utilizará hilo de contacto de cobre de sección 150 mm<sup>2</sup> homologado por ADIF. Las formas, dimensiones y tolerancias son las indicadas en la E.T. 03.354.002.

El hilo de contacto se insertará en la ranura específica del carril conductor. Para prevenir la corrosión por contacto entre el aluminio del carril conductor y el cobre del hilo de contacto, se engrasará el hilo de contacto con un aditivo específico durante su instalación.

La altura normal del hilo de contacto respecto al P.R.M. es de 4,50 m.

#### **4.1.3 Conjuntos de suspensión**

La sujeción de la catenaria rígida sobre las vías está realizada por los conjuntos de suspensión. Estos conjuntos estarán compuestos por:

- Herrajes: más adelante se verá qué se diferencian los conjuntos de suspensión en función del herraje con el que se fija al túnel, esta diferencia la realiza por el tipo de material, que va en función de su ubicación.
- Aislador de campana: dimensionado para la tensión de catenaria de este tramo.
- Grifa deslizante: colocada entre el perfil conductor y el aislador.
- Sujeción a la bóveda.

Estos conjuntos de suspensión impiden el desplazamiento transversal y giro del carril conductor, permitiendo, sin embargo el desplazamiento longitudinal originado por las variaciones de temperatura en el carril conductor.

Los herrajes que forman estos conjuntos de suspensión son regulables para permitir ajustar la posición del carril conductor, permitiendo las regulaciones en:

- Altura: los soportes tienen la regulación para mantener la altura del hilo de contacto constante de 4,50 m. sobre el plano medio de rodadura. Siendo la rampa permitida máxima inferior al 1‰.
- Transversal: para permitir el descentramiento del hilo de contacto.

Los conjuntos de suspensión serán de tres tipos en función de los materiales utilizados:

- Acero galvanizado: es la solución general, utilizada en el interior del túnel. Dentro de este tipo encontramos varios subtipos para poder adaptarnos a las distintas secciones de túnel que nos encontramos.
- Acero inoxidable: utilizado en la Estación.
- Cable sintético tipo "Parafil": utilizado en la caverna de la estación.

Los soportes están colocados a 0,211 x longitud de la barra, aproximadamente del punto de unión entre barras, consiguiendo que el momento flector se anule en la unión de las barras y de esta forma conseguimos que trabaje de una manera idónea. En puntos singulares se ha podido desplazar el soporte respecto a la unión de las barras, pero sin que el desplazamiento se acumule o se aplique a grandes longitudes.

Con objeto de independizar las catenarias de ambas vías, y así evitar posibles afecciones de una catenaria a otra en caso de avería o desprendimiento, los conjuntos de suspensión de catenaria rígida serán individuales, es decir, cada conjunto suspenderá un aislador de una de las catenarias.

Por razones estéticas, en las zonas de estación, los soportes de la vía 1 y la vía 2 se dispondrán de forma paralela, es decir, se instalarán en el mismo P.K. respecto al eje de vía.

Los conjuntos de suspensión serán similares a los instalados en el tramo Herrera – Altza.

#### **4.1.4 Conjuntos de fijación**

El carril conductor está sometido a desplazamientos longitudinales debidos al efecto de la variación de la temperatura. Para absorber estos desplazamientos los aisladores son deslizantes en la dirección del carril. El carril conductor se encontrará seccionado al menos cada 400 m, para que estos desplazamientos puedan ser asumidos en la práctica, definiendo un cantón.

Cada cantón debe disponer de un punto fijo en su zona central, para dirigir las dilataciones y evitar desplazamientos, de forma que la distancia entre el punto fijo y un seccionamiento contiguo no supere 200 m.

El carril conductor se inmoviliza por medio de una brida de fijación, la cual es atirantada por medio de dos cables sintéticos de "Parafil" o similar de manera que se asegure el aislamiento, enganchados a sendos herrajes de fijación. Los cables de atirantado se dispondrán en el

plano vertical del carril y en sentidos opuestos. Los cables estarán ligeramente tensados y su ángulo respecto al carril conductor no superará 6º para evitar que se introduzca una contraflecha en el carril conductor.

Tanto los seccionamientos como los puntos fijos quedarán fuera de las estaciones por motivos estéticos.

El equipo de punto fijo está compuesto por los siguientes elementos:

- Brida de fijación.
- Cable tipo "Parafil" con sus correspondientes terminales.
- Herraje para anclaje del cable a bóveda de túnel o a estructuras.

Las bridas de fijación se fabricarán en acero inoxidable, de forma que se asegure la resistencia mecánica necesaria con un factor de seguridad de 6. Las distintas bridas se fijan al carril conductor mediante tornillería de acero inoxidable AISI 304.

Esta brida permite fijar dos cables de parafil (uno en cada sentido) con fuerzas de tensado del orden de 300 kg.

Para los puntos fijos entre dos seccionamientos de aire se han empleado cables de parafil de Ø 13,5 mm con una carga de rotura de 3.000 kg.

Los cables de parafil garantizan el aislamiento suficiente para la tensión de servicio.

Para la unión del cable de parafil al resto de elementos se han empleado los correspondientes terminales, con terminación en forma de anilla que aseguren unas características mecánicas de la unión (y del conjunto completo) iguales que las del cable.

Los herrajes de fijación garantizan una resistencia mecánica suficiente para la tracción prevista para los cables de parafil (del orden de 300 kg), con un coeficiente de seguridad de 6.

#### **4.1.4.1 Punto fijo débil**

Aquellos Puntos Fijos que queden ubicados en estación se denominan "Punto Fijo Débil". El punto fijo débil es válido para tramos en los que el alzado no presenta pendientes, se suele montar en los cantones de estación (que suelen ser los más cortos y donde no hay grandes pendientes ya que la estación siempre ha de estar en el plano horizontal).

El punto fijo débil, se realiza con dos grifas de conexión eléctrica, amarradas firmemente a ambos lados de una grapa de suspensión. Esta grapa de suspensión entorno a la cual se fija el movimiento longitudinal de la catenaria rígida mediante las grapas de conexión comentadas, deberá ser una grapa de suspensión de mezzanina o bajo acceso a mezzanina, ya que debe ser una grapa de suspensión que no tenga posibilidad alguna de desplazarse en sentido longitudinal para permitir lo dicho, que en ese punto la catenaria rígida quede fijada.

#### **4.1.5 Conjuntos de conexión**

Los seccionamientos mecánicos y las agujas producen un corte en la continuidad eléctrica del carril conductor. Para la conexión de los carriles conductores se utilizan conjuntos formados por dos cables de cobre de sección de 240 mm<sup>2</sup>, junto con los grupos terminales y accesorios necesarios.

En los seccionamientos eléctricos la conexión entre los carriles se realizará a través de un seccionador en carga de catenaria.



Desde cada seccionador de catenaria se llevan dos cables de cobre aislado 1,8/3kV de sección 240 mm<sup>2</sup> a cada uno de los carriles a interconectar. Estos cables se conectan a sendas placas de positivos de cobre ancladas a la obra civil, las cuales se conectarán por medio de 4 cables de cobre desnudo extraflexible al carril conductor correspondiente.

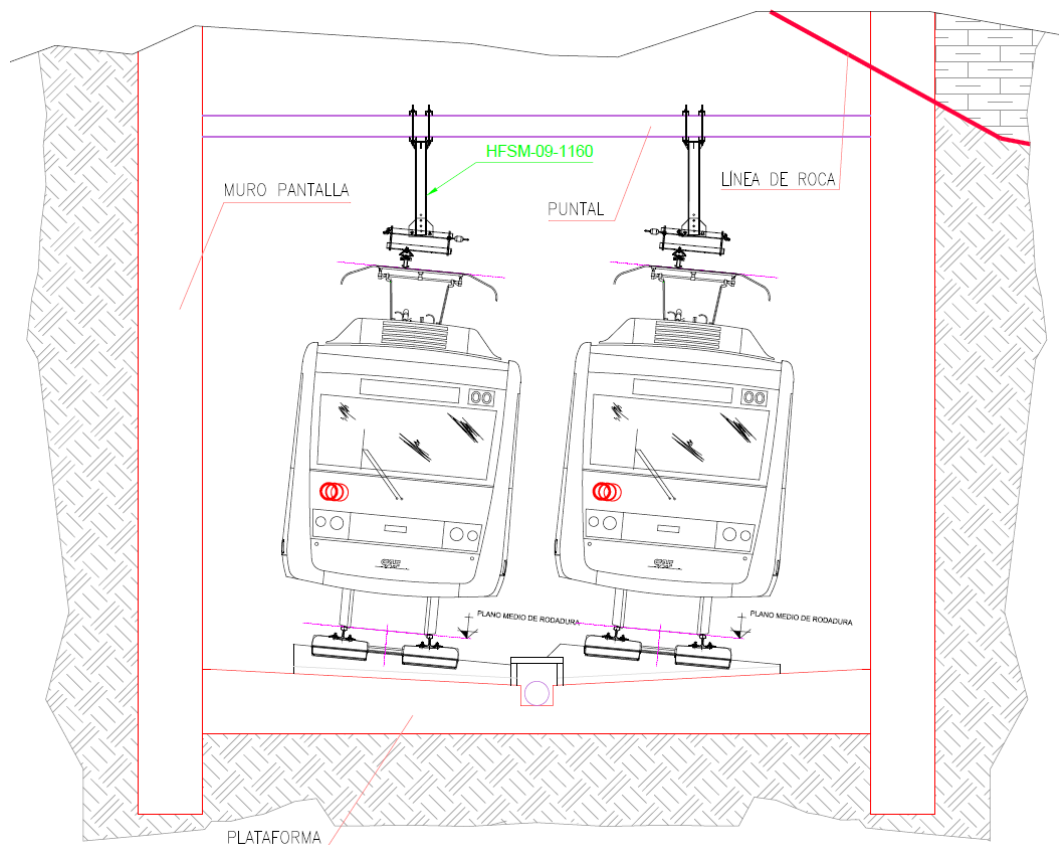
La conexión entre los cables de cobre y el carril conductor se realizará con una brida de conexión de aluminio. Las arandelas en la conexión entre el cable de cobre y la brida de aluminio serán bimetálicas para evitar la corrosión.

Este sistema evita sobrecargar los carriles y entorpecer el desplazamiento longitudinal del mismo.

#### 4.1.6 Vigas soporte

En el caso concreto de la estación de Pasaia, en ambos extremos existen secciones donde la altura es excesiva para permitir la instalación de soportes de catenaria rígida. En estos casos se instalarán vigas soporte de las mismas características a las instaladas en el tramo Loiola – Herrera.

Se incluye a continuación un ejemplo del detalle de sección tipo con viga soporte:



**Figura 6. Ejemplo sección tipo con viga soporte (fuente: as-built obra electrificación tramo Loiola – Herrera)**

En el replanteo de soportes de catenaria se tomará como criterio minimizar el número de vigas soporte a instalar.

#### **4.1.7 Protecciones**

La catenaria dispondrá de los siguientes elementos de protección:

##### **4.1.7.1 Estribos de Puesta a Tierra**

A lo largo del trazado de la catenaria se instalarán estribos de puesta a tierra en el perfil de la catenaria rígida en ambas vías con el fin de facilitar la conexión de las pértigas de puesta a tierra durante las labores de mantenimiento que se deban realizar en vía.

En general, se distribuirán estribos de puesta a tierra de la siguiente manera:

- Todos los puntos hectométricos.
- En los extremos de las estaciones (en el primer soporte de túnel).
- En las salidas de emergencia.

Tanto en estaciones como en salidas de emergencia se instalarán estribos adicionales en el caso de que el estribo asociado al punto hectométrico esté a una distancia mayor de 20 m.

##### **4.1.7.2 Cable de guarda**

Mantiene todos los soportes metálicos de catenaria en contacto eléctrico para evitar diferencias de potencial entre los mismos.

Será de aluminio con alma de acero, sección LA-110, homologada por ADIF y/o ETS.

El cable de guarda se conecta a los herrajes de soporte del sistema del PAC a través de la pinza de suspensión G-36, de aleación de aluminio bonificado y tornillería de acero inoxidable.

Se tenderá un cable de guarda por cada vía, realizando conexiones entre las mismas cada 200 m.

En cada punto intermedio entre dos estaciones se instalarán aisladores en el cable guarda con objeto de independizar la red de tierras de ambas estaciones.

##### **4.1.7.3 Señales de protección**

Se colocarán señales de acuerdo con el Reglamento de Circulación y señales de ETS para:

- Indicar peligro por riesgo eléctrico en los postes ubicados en zonas frecuentadas especialmente si incorporan apartamento, y en la parte superior de las viseras.
- Indicar la presencia de seccionamientos de láminas de aire.

##### **4.1.7.4 Viseras**

Se dotará de viseras de protección a las estructuras situadas por encima de las catenarias y feeders (pasos superiores, puentes, mezzaninas, etc.).

##### **4.1.7.5 Descargadores de intervalos**

Este sistema protege la instalación de defectos a tierra de manera que canaliza la corriente de defecto hacia la subestación por el carril, permitiendo un disparo más rápido y efectivo de los extrarrápidos implicados en la alimentación del tramo con defecto.

Este elemento se trata en resumen de un diodo que permite el paso de la corriente desde el cable de guarda o estructura metálica a proteger al carril de retorno de corriente al negativo de la subestación.

A través del descargador de intervalo se derivaría la corriente de defecto por un posible fallo en el aislamiento de una suspensión de catenaria hacia el carril por donde va el retorno de corriente, en este caso corriente de defecto, al negativo de la subestación, de modo que facilita la detección de la falta por los relés que actúan sobre los extrarrápidos, despejando más rápido la falta.

Se instalará una unidad en la estación de Pasaia, entre el sistema de tierra de la estación y una de las vías.

#### 4.1.7.6 Otros

Las barras de catenaria rígida se protegerán con fundas dieléctricas en aquellas zonas con distancias de aislamiento pequeñas o con una alta probabilidad de filtraciones de agua.

## 4.2 Catenaria Convencional

Se instalará catenaria convencional desde la salida, en vía doble, del túnel hasta el final del cantón existente afectado.

Asimismo, se renovará la catenaria existente desde la salida del túnel actual hasta la conexión con el nuevo trazado en vía doble.

La actuación contempla una nueva aguja aérea cruzada en el P-35 entre la vía actual y la futura vía 2, así como la renovación de la aguja existente en el lado Errenteria.

Finalmente, se reemplazará el equipo de compensación actual por otro con regulación independiente para los hilos de contacto y el sustentador, así como las viseras de protección existentes en los pasos superiores del tramo considerado.

### 4.2.1 Estructura de la catenaria

La catenaria proyectada es simple poligonal atirantada, formada por un sustentador apoyado y dos hilos de contacto, para vía general y con flecha inicial de los hilos de contacto.

### 4.2.2 Características generales del sistema

#### Altura del sistema

La altura nominal del sistema será de 1,40 m en equipos de vía general y pudiendo ser rebajado a 0,853 m por la presencia de pasos superiores. En los tramos en túnel, dicha altura puede ser rebajada aún más, como medio de ajuste a los gálibos existentes.

VALOR NOMINAL			TOLERANCIA
1.400 mm	853 mm	462 mm	± 20 mm

En trayectos y estaciones, siempre que lo permita el montaje, se instalará la catenaria de 1.400 mm. En transiciones de catenaria de 1.400 a 853 se acepta 1.000 mm.

En los casos de insuficiencia de gálibo vertical (túneles, pasos superiores, etc.) se admitirá el montaje de las catenarias diseñadas de 853 o de 462 mm, según estudio con la Dirección Facultativa, aunque es posible instalar cualquier otro tipo, dependiendo de la altura o gálibo disponible.

En caso de montaje de alguna de estas últimas se intercalará la transición o transiciones necesarias, con el fin de que el paso de un sistema a otro se realice paulatinamente. Su valor teórico se corresponde con la distancia entre el eje del sustentador y el de los hilos de contacto.

#### Altura de los hilos de contacto

La altura normal del hilo de contacto respecto al plano medio de rodadura (PMR) es de 4,70 m.

ALTURA HILOS NOMINAL	ALTURA MÍNIMA	ALTURA MÁXIMA	TOLERANCIA
4,70 m	4,30 m	5,00 m	± 0,01 m

De acuerdo con la Dirección Facultativa cuando haya que modificar la altura de los hilos de contacto por algún motivo (túneles, pasos superiores, etc.), se realizará, de tal forma que se cumplan las prescripciones relativas a la pendiente de los Hilos de Contacto.

En general, se puede admitir una tolerancia de ± 1 cm. Ahora bien, para las mediciones realizadas en el centro del vano, se ha de cumplir lo estipulado en relación a la flecha de los Hilos de Contacto.

#### Vano

El vano máximo, adoptado es de 60 m en recta, siendo los vanos en curva tales que la flecha máxima de la curva entre apoyos sea inferior a 0,35 m. El vano mínimo será de 15 m.

El valor nominal de cada vano queda determinado por el radio de curvatura de la alineación de la vía en planta y el descentramiento de los hilos de contacto en los apoyos y en el centro del vano, según la siguiente condición:

$$V^2 = 4 (d_1 + d_2) [2R + (d_1 - d_2)].$$

Donde

V es el valor del vano,

R el radio de la curva,

d<sub>1</sub> el descentramiento en los apoyos y

d<sub>2</sub> el descentramiento en el centro del vano.

En el caso en que d<sub>1</sub> = d<sub>2</sub> = d, tendremos:

$$V^2 = 8 f R$$

siendo f la flecha del tramo de segmento circular de la vía, con un valor igual o menor que 35 cm.

En los seccionamientos en curva la flecha máxima será de 20 cm.

El valor máximo admitido en alineación recta y curva, de radio igual o mayor que el que cumpla la condición geométrica anterior, es de 60 m y la diferencia máxima admitida entre dos vanos consecutivos es de 10 m, excepto en agujas que será de 5 metros.

Para los valores nominales del descentramiento admitidos en esta norma se tiene la siguiente distribución del valor a adoptar por cada vano en función del radio:

La distribución de vanos se realizará de acuerdo a la siguiente tabla:

TRAZADO	VANO MÁXIMO
Recta y curva $R \geq 1125$ m	60 m
Curva $1125 > R \geq 945$ m	55 m
Curva $945 > R \geq 780$ m	50 m
Curva $780 > R \geq 630$ m	45 m
Curva $630 > R \geq 500$ m	40 m
Curva $500 > R \geq 383$ m	35 m
Curva $383 > R \geq 281$ m	30 m
Curva $281 > R \geq 195$ m	25 m
Curva $195 > R \geq 124$ m	20 m
Curva $124 > R \geq 70$ m	15 m

#### Descentramiento

En recta  $\pm 20$  cm en todos los apoyos.

En curva  $\pm 25$  cm en todos los apoyos, y  $< 15$  cm en el centro del vano, excepto en seccionamientos y agujas.

RECTA			CURVA	
ALINEACIÓN	VALOR NOMINAL	TOLERANCIA	VALOR NOMINAL	TOLERANCIA
En apoyos	$\pm 20$ cm	+ 3, - 1 cm	25 cm	$\pm 2$ cm
En centro vano	-	-	$< 15$ cm	

Al ser la catenaria vertical, el sustentador está descentrado de la misma forma que lo esté el hilo de contacto.

#### Flecha inicial del hilo de contacto

Es el valor de la diferencia entre la media aritmética de las alturas de los hilos de contacto, medidas en dos postes consecutivos, existentes en el punto de amarre de la primera péndola y la altura de los hilos de contacto en el centro del vano.

El valor máximo en mm será  $0,6 \times L(\text{vano en metros})/1.000$

No podrá ser superior a 35 mm.

#### Pendiente del hilo de contacto

Es la relación existente entre la diferencia de altura de los hilos de contacto medida en dos perfiles consecutivos y la longitud del vano expresado en tanto por mil.

El valor nominal y su tolerancia, expresados en tanto por mil, se indican en el siguiente cuadro:

VALOR MÁXIMO	TOLERANCIA
2	- 2

La diferencia de pendientes entre dos vanos adyacentes, no excederá de 2 por mil. En las transiciones (cambio de orientación de las pendientes) el valor nominal será de 1,5‰.

Se proyectará procurando conseguir una altura constante del hilo de contacto, y realizando las menores transiciones posibles.

#### Tensiones de tendido de conductores compensados

En vía general, se montará una única polea de compensación de aluminio con relación de 1/5 y contrapesos de fundición u otro material, previo visto bueno de la dirección de obra.

En las poleas se instalará sistema anti sabotaje tipo Blodi.

CONDUCTOR	TENSIÓN DE TENDIDO
Sustentador (Cu 153 mm <sup>2</sup> )	1.389 kg
H.C. (Cu 107 mm <sup>2</sup> )	2 x 1.000 kg

En aquellos seccionamientos menores de 500 metros se compensará únicamente por un extremo, estando el otro a punto fijo.

En los seccionamientos mayores a 500 metros se compensará por ambos extremos y se instalará un punto fijo en la mitad del mismo.

#### Composición de las catenarias

Todas las catenarias de vía general dispondrán de un sustentador de Cu de 153 mm<sup>2</sup> y dos hilos de contacto de Cu de 107 mm<sup>2</sup>. Las péndolas serán de cable flexible de 25 mm<sup>2</sup> de Cu tipo equipotencial.

Las catenarias de vía secundaria dispondrán de un sustentador de acero de 48 mm<sup>2</sup> y un hilo de contacto de Cu de 107 mm<sup>2</sup>. Las péndolas serán conjuntos Co-2 y Co-3.

La longitud máxima del cantón de compensación será de 1.000 m con compensación a cada lado.

En caso de cantones de seccionamiento inferiores a 500 m las compensaciones se podrán colocar en un solo extremo, en principio, aguas arriba en el sentido de la circulación.

Se proyectará un punto fijo en la mitad del cantón de compensación.

#### Seccionamientos

La configuración de cada seccionamiento dependerá de los vanos en los que esté situado, siendo la zona común mínima de 12 m.

VANO	EQUIPO
≥ 45 m	2 S/E
45 m > V > 30 m	2 S/E + 1 E
V < 30 m	2 S/E + 2 E

### Agujas aéreas

Se prevé la instalación de una aguja aérea cruzada en el punto 35 en el desvío a la vía actual (futura vía de mercancías en el tramo Herrera - Pasaia - Galtzaraborda) con la futura vía 2 a la entrada de la estación de Galtzaraborda.

### Péndolas

Se montarán péndolas equipotenciales en todo el trayecto. La péndola mínima nunca será inferior a 150 mm.

La tolerancia será de  $\pm 3$  mm, por lo que se refiere a la longitud, y de  $\pm 5$  mm en cuanto a la separación entre ellas.

### Gálibo

La implantación de todos los elementos de la catenaria debe tener en cuenta la normativa de ETS.

En vía general el gálibo de los postes, tomando como referencia la distancia mínima entre las caras enfrentadas del poste y del carril más próximo a él, se ajustará a los siguientes valores:

ALINEACIÓN	VALOR NOMINAL	TOLERANCIA	
Recta o curva exterior	1,60 m	+ 0,10	- 0,10
Curva interior	1,60 m	+ 0,10	- 0,05
Curva interior (300 > R > 150 m)	1,90 m	+ 0,20	- 0,05
Curva interior (R < 150 m)	2,10 m	+ 0,20	- 0,05

En estaciones los valores nominales serán tomados como valores mínimos. En el caso del montaje de postes en andenes el valor del gálibo mínimo será de cuatro metros entre poste y carril, siempre y cuando el andén supere dicha dimensión.

En situaciones singulares se estará a lo dispuesto en las Normas de Gálidos, o lo que decida la Dirección Facultativa de Obra.

### Separación entre Partes en Tensión Eléctrica y Tierra

DISTANCIAS DE SEGURIDAD	
Ambas partes fijas	0,150 m
Una parte móvil	0,250 m
Línea mínima de fuga de los aisladores	300 mm

### Tolerancias

La catenaria se evaluará, para su recepción, de acuerdo a los criterios estáticos siguientes:

- En altura del H.C. respecto al P.R.M. + 1 cm
- En descentramiento + 2 cm
- Rendimiento de la compensación 95%

- En peso del conjunto de contrapesos + 7,5 kg

### **4.2.3 Protecciones**

Todos los postes irán unidos mediante cable guarda.

Se colocarán descargadores de antena en todos los puntos fijos, y en general, en aquellos puntos en los que existen actualmente. La toma de tierra del cable de guarda será independiente y con una resistencia de difusión menor de 10 ohmios.

#### **4.2.3.1 Cable de guarda**

Será de aluminio-acero LA-110 realizando la toma de tierra cada 1 km, con picas de acero. En los cambios de dirección o amarres se dará continuidad, mediante un bucle.

La suspensión del cable de guarda se realizará mediante grapa P-18.

En los anclajes del cable de guarda se conectará dicho cable al poste mediante grapa GTLA 11-21.

Los empalmes del cable se realizarán mediante empalmes de compresión tanto al acero como al aluminio.

El tendido se realizará mediante poleas de aluminio y cabrestante.

#### **4.2.3.2 Pararrayos**

Se montarán próximos al punto fijo en cabeza de poste sobre mensulilla.

Los pararrayos serán de doble aislamiento, cumpliendo la E.T.03.264.152.3.

El cable de conexión al sustentador será de cobre siendo su unión al mismo mediante grifas de compresión por deformación de masa.

#### **4.2.3.3 Toma de tierra**

Las tomas de tierra tendrán una resistencia de difusión inferior a 10 ohmios.

#### **4.2.3.4 Viseras**

Se dotará de viseras de protección a las estructuras situadas por encima de las catenarias y feeders (pasos superiores, puentes, etc.).

#### **4.2.3.5 Descargador de intervalo**

Se montará descargador de intervalo en toda estructura metálica susceptible de ponerse en tensión, por su proximidad a la catenaria, teniendo que satisfacer las características siguientes:

- Polarizado.
- Tensión de disparo cierto 50 V.
- Tiempo de respuesta 3  $\mu$  seg.
- Corriente admisible en función de tiempo: 750 A permanentes y 15.000 A durante 0,3 s



- Tensión inversa permanente 2.000 V.

#### 4.2.4 Características de los materiales, equipos y montajes

##### 4.2.4.1 Macizos

Se utilizarán los macizos normalizados por ADIF tipo "d" para desmonte, "t" para terraplén y "An" para anclajes.

Dispondrán de pernos de M24 o M36 embebidos para el amarre de los postes.

Cada cimentación irá provista de una puesta a tierra independiente mediante pica. Se incluirá un latiguillo de conexión para su unión eléctrica al poste mediante cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup> aislado en PVC 0,6/1 KV. Se fijará a la pica y al poste mediante un terminal adecuado. Los postes saldrán de fábrica con el taladro para la fijación de la conexión a puesta a tierra.

Se dispondrá de una peana de hormigón en masa para la cubrición de las tuercas de los pernos una vez izados los postes.

En general, se seguirá lo indicado en la norma NAE 106 de ADIF de "Ejecución de macizos de cimentación para postes y anclajes de línea aérea de contacto".

El hormigón será de 125 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia característica.

##### 4.2.4.2 Postes

Serán los normalizados por ADIF, Tipo X, Z o HEB. Cumplirán la E.T. 03.364.100 y E.T. 03.300.101 para galvanizado.

CARGAS (CASOS GENERALES)	TRAYECTO	ESTACIÓN
Ménsula simple o doble	Tipo X3B	HEB240
Pórtico o semipórtico	Tipo Z	HEB 280 o superior

Para el resto de casos generales, según memorándum de ADIF, previo visto bueno de la Dirección Facultativa.

##### 4.2.4.3 Pórticos

Los pórticos serán del tipo rígido. Normalizados por ADIF.

Para configuraciones de postes Z en pórticos rígidos, estos deberán ser alargados (ZA) para permitir el correcto montaje de los tirantes.

##### 4.2.4.4 Ménsulas

Los conjuntos a utilizar serán del tipo Ca1-RT-TG, Ca10-RT-TG y Ca11-RT-TG, con rótula tanto en ménsula como en tirante y tensor de regulación este último, según especificación de ETS.

Se evitarán ménsulas tipo Cn6.

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

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

#### **4.2.4.5 Atirantados**

Los conjuntos a montar en vías generales serán del tipo Ca7 y Ca8 para recta y Ca27 y Ca28 para curva; Ca7-PA y Ca8-PA para agujas y seccionamientos; y Ca7-PA-T y Ca8-PA-T en las colas de anclaje.

Los conjuntos a montar en túneles serán del tipo Ca7-T y Ca8-T para recta, y Ca27-T y Ca28-T para curva.

#### **4.2.4.6 Suspensiones**

En equipos de vía general se montarán conjuntos Ca2-1 y Ca4-1 para curva y recta respectivamente.

En seccionamientos y agujas se montarán conjuntos Ca6-1RT.

En túneles se montarán conjuntos Ca4-1RT y Ca2-1RT.

#### **4.2.4.7 Aisladores**

Los aisladores a utilizar deberán cumplir las E.T. correspondientes y estar homologados por ADIF y/o ETS, tanto el producto como el proveedor. Tendrán una línea de fuga de 300 mm.

Para los conjuntos de suspensión se han usado aisladores tipo A-6 y A-7 para diábolos con ejes de acero inoxidable.

En los seccionamientos y agujas, se usarán aisladores RT65 (Conjunto Ca6-1-RT) para las suspensiones.

Para los conjuntos de atirantado se usarán aisladores tipo RT51 y A11 compuestos según E.T. 03.364.202.6.

Para los conjuntos de anclajes del sustentador y de los hilos de contacto se han usado aisladores de vidrio E70 RZ + E70 RZ TC.

#### **4.2.4.8 Pórticos**

Los pórticos serán del tipo rígido.

#### **4.2.4.9 Conductores**

En vías generales se montará catenaria simple, poligonal y atirantada, formada por un sustentador apoyado de cobre de 153 mm<sup>2</sup> (según E.T.03.354.011) y dos hilos de contacto de 107 mm<sup>2</sup> de sección ovalada (según E.T.03.354.002.2).

En vías secundarias se montará catenaria simple, poligonal y atirantada, formada con sustentador de acero de 72 mm<sup>2</sup> y uno o dos hilos de contacto de 107 mm<sup>2</sup> de sección ovalada.

El sustentador se tenderá con un sobretense del 10% durante 24 horas.

Los hilos de contacto se tenderán con un sobretense del 25% durante 72 horas.

El cable guarda serás de acero- aluminio de 116.2 mm<sup>2</sup> (LA110).

Para colas de punto fijo, el cable a instalar será de acero de 48 mm<sup>2</sup>.

#### **4.2.4.10 Pendolado**

Las péndolas serán de cable de cobre extraflexible de 25 mm<sup>2</sup> de tipo Co6 equipotencial, incorporando la grifa G3USHC.

#### **4.2.4.11 Equipos de compensación**

La catenaria se compensará mecánicamente mediante equipos de compensación compuestos de poleas y contrapesos.

La compensación será independiente para el sustentador y los hilos de contacto.

El equipo de compensación se instalará teniendo en cuenta el margen de temperaturas de -15°C a +80°C (con una tolerancia de ±50 mm en la posición vertical de los contrapesos con relación al eje de la polea).

Las rodela de los contrapesos irán protegidas con una pieza antirrobo.

Cada equipo de contrapesos lleva su guía independiente y su montaje se ejecutará de manera que no exista interferencia entre ambas.

#### **4.2.4.12 Herrajes**

Todos los herrajes serán galvanizados cumpliendo la E.T. 03.300.101 de galvanizado.

#### **4.2.4.13 Circuito de retorno**

Cuando sea necesario se montarán conexiones longitudinales soldadas a patín con terminal tipo V-3.

#### **4.2.4.14 Grifas**

Las grifas de conexión y empalme deberán cumplir la E.T.03.364.015.2.

Las grifas de empalme de H.C. cumplirán la E.T.03.364.016.0.

El resto de grifas (G1, G2, G3) cumplirán las E.T.03.364.002 y E.T.03.364.003-1.

El montaje se hará de acuerdo con la NRE-LAC correspondiente.

#### **4.2.4.15 Accesorios preformados**

Cumplirán la E.T.03.364.004.6.

#### **4.2.4.16 Pequeño material**

Los tornillos y pasadores serán de acero inoxidable.

Las grupillas serán de latón.

### **4.3 Transición de catenaria rígida – Convencional**

Los dos hilos de contacto de la catenaria convencional pasan a través de tres tramos cortos de catenaria rígida distribuidos, y entran hasta un anclaje final (uno por cada vía) ubicado junto a uno de los soportes de catenaria rígida que ancla ambos hilos de contacto.

El anclaje del sustentador se realiza justo al inicio de la transición, empleando para ello soportes de anclaje específicos.

La conexión entre el final del cable sustentador y la barra PAC de catenaria rígida se realiza mediante cable aislado empleando bridas de conexión en ambos extremos.

En la fase de pruebas deberá comprobarse el comportamiento de la catenaria al paso del pantógrafo y realizar las regulaciones que sean necesarias para evitar posibles chispazos.

### **4.4 Ruptores de Catenaria**

Para seccionamientos de catenaria situados en el interior de túneles (catenaria rígida), el seccionamiento eléctrico de la catenaria se realiza por medio de seccionadores en carga de tipo interior, denominados ruptores, los cuales se encuentran en el cuarto de Seccionamiento de Catenaria ubicado en la estación.

Éstos estarán motorizados y podrán ser mandados, tanto desde el propio cuarto de Técnico de Red, como desde los Puestos de Mando de Amara y Atxuri, a través del telemando de seccionadores de catenaria.

La conexión eléctrica entre los seccionadores de catenaria y la línea aérea de contacto se realizará mediante el tendido de dos cables de feeder de cobre aislado de 1 x 240 mm<sup>2</sup> de sección por cada conexión.

Para realizar las funciones de telemando así como para enviar las señales de estado de los seccionadores de catenaria es necesario un cuadro de control.

El cuadro de control debe alimentarse de tensión segura para asegurar el control sobre el seccionamiento eléctrico desde los Puestos de Mando, por lo que será alimentado desde el cuadro SAI de Energía a instalar en el CGBT /CA-1 por otros.

#### **4.4.1 Seccionadores de apertura en carga**

La celda de ruptoseccionador se compone de una envolvente metálica de acero lacado en RAL 7035, dimensiones 1.200x1.200x800 mm, compuesta por dos puertas móviles y un cierre de dos puntos de fijación.

Cada armario de los seccionadores de apertura en carga está formado por:

- Seccionador motorizado con contactos auxiliares para indicar su posición.
- Contactor que corta la fuerza al motor.
- Agujero por donde se puede introducir el volante de accionamiento manual del seccionador. Se dispone de un contacto auxiliar de un micro situado junto al agujero para cortar la maniobra del contactor de fuerza cuando el volante está metido. Esto impide el

accionamiento remoto del motor cuando se está realizando una maniobra manual con el volante.

- Bloqueo mecánico de la entrada del volante mediante llave solo extraíble en posición de bloqueo. Un electroimán posibilita el bloqueo solo con el seccionador abierto y con mando local. Un contacto auxiliar asociado a la llave corta la maniobra del contactor de fuerza cuando la cerradura está en posición de bloqueo (llave extraída). En esta posición, se impide cualquier maniobra del seccionador.
- Cerradura con llave extraíble solo con el armario cerrado. Anillada con la anterior, asegura la no manipulación del seccionador.
- Maneta para selección de mando local/telemando.
- Maneta para maniobra local, solo activo con maneta en modo local.
- Pilotos de señalización de estado del seccionador de apertura en carga.
- Pulsador de iluminación interna

Se incluye a continuación una imagen de los pulsadores, manetas y pilotos existentes en las celdas instaladas en la estación de Altza:



**Fotografía 1. Mando local en celda ruptor de estación de Altza.**

#### **4.5 Telemando de Seccionadores de catenaria**

Los cuadros de control estarán ubicados en los cuartos de seccionamiento de catenaria, junto a los ruptores.

Las funciones asignadas a los cuadros de control son:

- Controlar la maniobra de los seccionadores de apertura en carga.
- Transmitir sus estados al Puesto de Mando Remoto.
- Ejecutar las órdenes enviadas desde el Puesto de Mando Remoto y desde el PLO.
- Gestionar el mando.

Asimismo, existirá en el modo de mando manual accionando los seccionadores directamente desde las manetas y/o botoneras en los propios armarios de los ruptores o bien mediante el uso de la manivela.

Se dispondrá de un HMI en el Cuarto Técnico de Red comunicado mediante cable Ethernet al PLC de Control ubicado en el cuarto de seccionamiento.

- Manual: accionando los seccionadores directamente desde los propios armarios de los ruptores o bien mediante el uso de la manivela.
- Puesto Local de Operación: desde HMI ubicado en el cuarto de Técnico de Red.
- Telemando Remoto desde PMC: desde los Puesto de Mando Central (PMC) de Amara y Atxuri.

La comunicación con el Puesto de Mando se realizará a través de la red IP.

El PLC de control de seccionadores de catenaria se empleará así mismo como elemento de comunicación con el Puesto de Mando Central (Amara y Atxuri).

#### **4.5.1.1 Funcionalidad del sistema**

La funcionalidad deberá adecuarse al criterio de ETS. En concreto se tendrá en cuenta las últimas instalaciones realizadas en las estaciones de Altza y Herrera.

#### **4.5.1.2 Cuadros de control**

Para el mando y control de los seccionadores existirá un cuadro de control en el que se integrará el PLC de control y los interruptores de alimentación a los mandos motorizados de los seccionadores.

El cuadro de control consta de un autómatas, encargado de ordenar las maniobras y realizar enclavamientos, gestionar el mando, registrar alarmas y ser interface con el Puesto de Mando.

#### **4.5.1.3 Puesto Local de Operación (PLO)**

El PLO consta de una interfaz gráfica alojada en un Panel PC táctil.

El panel se instalará dispuesto un bastidor de fijación mural que alojará en su interior el PLO, en el Cuarto de Técnico de Red.

De forma genérica el PLO permitirá, principalmente, visualizar el estado de los seccionadores y elementos auxiliares del sistema a monitorizar, así como enviar las órdenes de maniobra de forma local. Las funcionalidades del sistema son las siguientes:

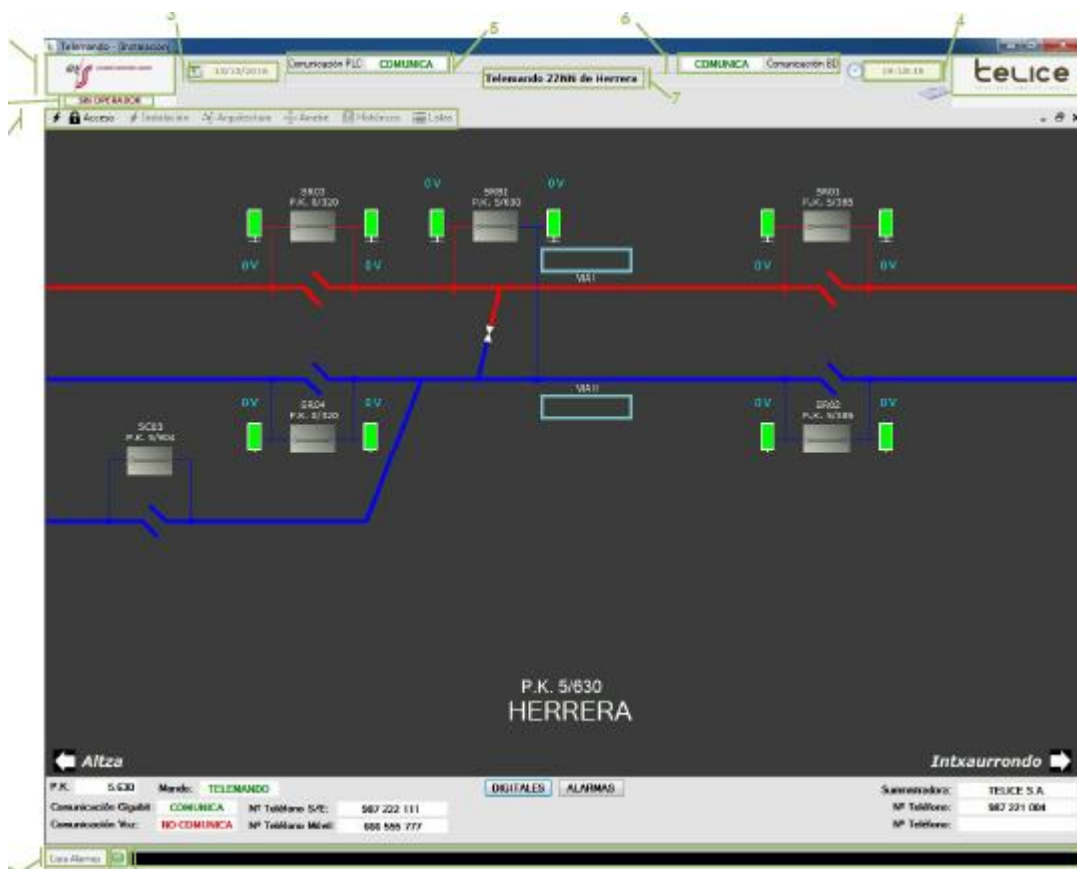
- Visualización esquemática del estado del sistema a monitorizar.
- Visualización del esquema de comunicaciones.
- Configuración de alarmas.
- Listado de señales digitales con múltiples opciones de filtrado y posibilidad de cambio de valor manual.

- Ordenar la apertura/cierre de los seccionadores en modo manual.
- Visualización y revisión de alertas del sistema con acuse de lectura.
- Visualización de históricos.
- Listado de señales analógicas con múltiples opciones de filtrado.

Se basará en un sistema de almacenamiento de datos en base de datos estándar (SQL Server) que permitirá la posterior explotación de los datos al ser un sistema abierto. También posibilitará el backup y la restauración de la base de datos tanto en el sistema actual como en otro. Posibilidad de redundancia del software. Puede instalarse en un PC o portátil con las mismas funcionalidades que la pantalla táctil.

Permitirá la exportación de ficheros a CSV.

Se incluye a continuación un ejemplo de la interfaz existente en la estación de Herrera:



**Figura 7. Interfaz PLO en estación de Herrera**

#### 4.5.1.4 Funcionalidad del sistema

El autómatas que gobierna los seccionadores, dispondrá de la información necesaria para operar sobre ellos a través de contactos libres de potencial que actúan sobre sus entradas digitales. Fundamentalmente estas consisten en:

- Estado de los seccionadores.
- Estado de sus protecciones.
- Estado del contactor de fuerza de los seccionadores.
- Estado de la llave de petición de mando.

- Estado de los pulsadores de órdenes.

Combinando estas entradas, el autómatas ejecuta las órdenes que le llegan desde los pulsadores o desde el Puesto de Mando Central.

### **Maniobras sobre accionamientos de Ruptores**

Para llevar a cabo una maniobra desde el PLO, es necesario:

- Registro correcto de usuario en la interfaz.
- Establecer la instalación en modo local.

Para establecer la instalación en modo local, el usuario, de forma presencial en la instalación, dispondrá de un botón de "Petición de Mando" en el PLO el cual deberá presionar, durante al menos 5 segundos, hasta que éste se ilumine; momento en el cual la instalación cogerá el mando local.

Para devolver el mando al PMC, se implementará el botón "Cesión de Mando".

### **Maniobras / Acciones Ruptores**

Para habilitar las opciones de maniobra de un aparato, el usuario deberá hacer click sobre el aparato en concreto, de esta forma aparecen los controles disponibles, en función del estado del aparato.

Los controles se indicarán mediante diferentes botones, con nomenclaturas y coloración específica.

## **4.6 Varios**

### **4.6.1 Pértiga de puesta a tierra detectora de tensión**

Se montarán en la estación de Pasaia, dentro de dos cajas de acero inoxidable iguales a las montadas en otras estaciones en caverna.

Cada uno de los armarios para pértigas de puesta a tierra contendrá dos pértigas de puesta a tierra y un dispositivo de testeo de tensión adecuado a la catenaria y a la tensión proyectados en Metro Donostialdea.

### **4.6.2 Soportes de conducción: bandejas y perchas**

El rutado del cableado de tracción y de alimentación, control y comunicaciones del sistema de telemando de seccionadores de catenaria en las estaciones se realizará por bandejas, canalizaciones y perchas. Se hará un estudio del cableado eléctrico y de control a instalar que permita el dimensionamiento de los mismos.

En general, se emplearán los siguientes tipos de conducciones:

- **Red de Bandejas:** bajo andén y suelos técnicos.

El material de las bandejas será bandeja metálica perforada.

El número y tipo de bandejas a instalar será el siguiente, en función del tipo de cableado a instalar:

- Bandejas de tracción:
  - ~ Desde cuarto de seccionamiento de catenaria hasta finales de bajo andén.
  - ~ Desde arqueta de canalización troncal hasta equipo de conexión con catenaria. El tramo vertical que sea accesible irá protegido con tapa.



- Bandejas de fuerza BT: desde CGBT hasta cuarto de seccionamiento de catenaria y cuarto de técnico de red.
- Bandeja de control: en cuarto de seccionamiento de catenaria.
- Bandeja de comunicaciones: desde cuarto de comunicaciones hasta cuarto de seccionamiento de catenaria.

#### • **Perchas**

Se empleará para la sujeción del cableado de feeder en el hastial de túnel en caso de no disponer de tubos libres en la canalización troncal o finalmente no se opte por el tendido por bandeja.

El sistema de fijación por perchas se compone de:

- Herraje metálico con forma de corredera para fijación de las fichas aislantes de sujeción de los cables. Dispondrá de dos taladros en sus extremos para permitir la fijación en las paredes.
- Dotación de fichas aislantes para sujeción de cables.

### **4.6.3 Cableado eléctrico**

La red de cableado de alimentación y control será acorde a lo dispuesto en los RAT y REBT y a lo dispuesto en las especificaciones técnicas de ETS.

#### **4.6.3.1 Cableado de Media Tensión (conexiones a catenaria)**

En general, el cableado será no propagador del incendio Cu 1,8/3 kV RHZ1 con conductor de cobre flexible clase 2 según UNE 60228:2005, aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), no propagador de la llama, no propagador del incendio y libre de halógenos.

#### **4.6.3.2 Cableado de alimentación en BT y control (alimentación y control de seccionadores y armarios de control)**

El esquema de alimentación propuesto para el equipamiento de seccionadores de catenaria es el siguiente:

- Motor de los seccionadores: alimentación desde embarrado de emergencia del Cuadro General de Baja Tensión (alimentación de la red de 13,2 kV y en caso de fallo alimentación de Iberdrola).
- Control: alimentación de SAI de Energía:
  - PLC de control.
  - Maniobra dentro de los propios armarios de los ruptores.

#### Cableado de Alimentación en Baja Tensión

En general, los conductores serán no propagadores del incendio Cu 0,6/1 KV RZ1-K (AS) conductor de cobre flexible clase 5 según UNE 21022 (-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos (Z1), no propagador de la llama UNE-EN 50265, no propagador del incendio UNE-EN 50266, baja acidez y corrosividad de los gases emitidos UNE-EN 50267 y baja opacidad de los humos emitidos UNE-EN 50268. Clase de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1.

#### Cableado de Control

Para el cableado de control (transmisión de órdenes y señales entre Cuadros de Control y seccionadores), en general se instalará cable multiconductor de cobre, tensión 0'3/0'5 kV, flexible, clase V, apantallado, RC4Z1-K. Clase de reacción al fuego Cca-s1b,d1,a1.

Para el dimensionamiento del cableado de alimentación eléctrica y de control se realizarán los correspondientes Cálculos Justificativos. La elección de la sección de los cables se realizará de la siguiente forma:

- Por intensidad térmica.
- Por caída de tensión.
- Por intensidad de cortocircuito.

#### **4.6.4 Protección pasiva**

Los pasos de conducciones eléctricas, bandejas o tubos entre bajo anden y vestíbulo se les dotará con un sellado ignífugo de clasificación RF-120.

Los conductos y bandejas para cables eléctricos deberán incorporar una instalación de protección pasiva, a base de sellados o cortafuegos.

Una vez conectados y probados todos los circuitos de los cuadros eléctricos, se realizará un sellado de las entradas de cables con paneles de protección contra el fuego revestidos con resinas.

Los paneles estarán fabricados con lana de roca de alta densidad. Una vez cortados se instalarán en los huecos y posteriormente se recubrirán mediante masilla y resinas termoplásticas de tipo cerámico.

Se sellarán las entradas y salidas de cables tanto de un piso a otro como de una dependencia a otra del mismo piso.

## **APÉNDICE 1. FUNCIONAMIENTO DE RUPTORES DE CATENARIA**



## **ÍNDICE**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS RUPTORES DE CATENARIA**
  - 2.1. Elementos de mando y señalización en la parte frontal del armario**
- 3. ESTADO DE LOS RUPTORES DE CATENARIA**
  - 3.1. Selector mando local-remoto**
  - 3.2. Mando local y señalización de estado de los ruptores**
  - 3.3. Señalización del estado de tensión de catenaria**
  - 3.4. Iluminación interior**
- 4. EJECUCIÓN DE MANIOBRAS**
  - 4.1. Manual - eléctrica**
  - 4.2. Local -eléctrica**
- 5. ACCESO AL INTERIOR DEL ARMARIO**



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente apéndice incluye la descripción funcional requerida para los ruptores de catenaria.

## 2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS RUPTORES DE CATENARIA

El armario de ruptor de catenaria se compone de una envolvente metálica compuesta por dos puertas móviles y un cierre de dos puntos de fijación.

En el interior se disponen los diferentes elementos que integran el grupo:

- Placa de montaje que alberga la lógica de relés necesaria para el control de la maniobra, la señalización local y remota y el enclavamiento de acceso al interior
- Ruptoseccionador motorizado
- Dos detectores de tensión
- Dos pletinas de Cu – ETP de 100x10, que permiten el anclaje de los feeders
- Pletina de Cu – ETP de 50x5, que actúa como colector de las mallas de los cables de feeder.

Se incluye a continuación un ejemplo de un ruptor de catenaria instalado en ETS:

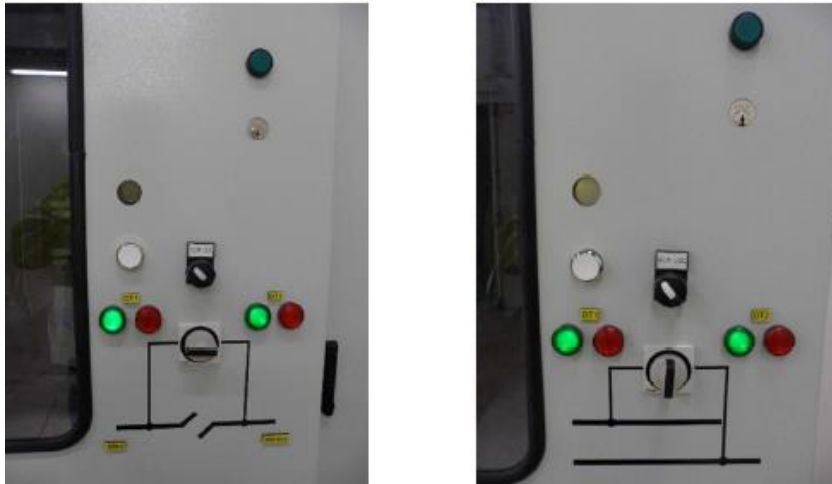


**Figura 1. Ejemplo ruptor de catenaria instalado en la red de ETS.**

### 2.1. Elementos de mando y señalización en la parte frontal del armario

Para la operación manual y diagnóstico de estado se dispondrá de un interfaz local sobre el que se añadirá una serigrafía en relación de la posición/función del ruptoseccionador dentro del esquema eléctrico.

A continuación se incluye un ejemplo:



**Figura 2. Ejemplo mando y control local en armario ruptor**

El armario se completa con:

- Dos (2) ventanas que permiten realizar la comprobación visual del estado de las cuchillas del ruptoseccionador,
- Un (1) juego de cerraduras de enclavamiento, que condiciona el acceso al interior en condiciones de seguridad y
- Una (1) maneta que fija la posición de las dos puertas móviles.

### **3. ESTADO DE LOS RUPTORES DE CATENARIA**

Para el diagnóstico de estado, la celda dispone de los siguientes componentes

#### **3.1. Selector mando local-remoto**

El selector de mando local-remoto indica al usuario el modo de funcionamiento del ruptor:

- Posición REMOTO: indica que el ruptoseccionador se encuentra en modo remoto, solo se permiten maniobras remotas desde el cuadro de control, ya sean operadas desde el Puesto Local de Operación (PLO) o desde el Puesto de Mando Central (PMC).
- Posición LOCAL: indica que el ruptoseccionador se encuentra en modo local, permitiendo únicamente las maniobras que un usuario ordene desde el interfaz manual de la propia celda.



**Figura 3. Selector mando local-remoto**



### 3.2. Mando local y señalización de estado de los ruptores

El mando de maniobra y señalización permite conocer de forma visual el estado del ruptoseccionador. Este dispone de:

- Dos (2) posiciones posibles: horizontal y vertical, y
- Dos (2) estados de indicación luminosa: encendido y apagado.

Las posiciones indican lo siguiente:

- Mando en posición horizontal y apagado: indica que el ruptoseccionador se encuentra cerrado.
- Mando en posición vertical y apagado: indica que el ruptoseccionador se encuentra abierto.
- Mando en posición horizontal y encendido: indica que la posición del mando es incoherente con la posición del ruptoseccionador, es decir este se encuentra abierto. Este estado del mando es la adecuada para realizar la maniobra manual - eléctrica de cierre.

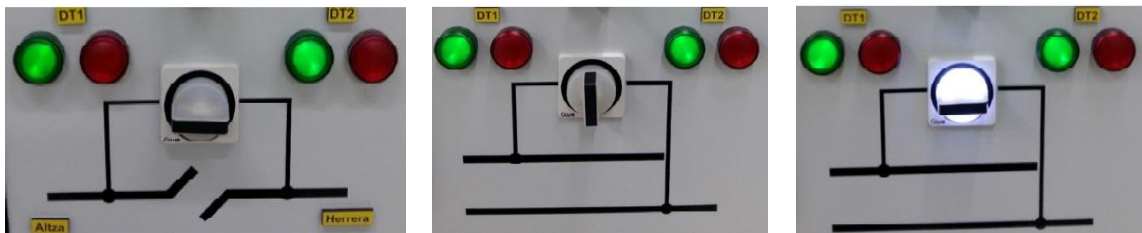


Figura 4. Mando y señalización de estado del ruptor

### 3.3. Señalización del estado de tensión de catenaria

Dentro de la celda del ruptoseccionador se disponen de dos detectores de tensión, cada uno conectado a un extremo del polo de las cuchillas del seccionador, que permite conocer el nivel de tensión de catenaria.

Sobre la celda se indica el estado de tensión y del detector mediante dos pilotos, uno verde y otro rojo.

A continuación se describe el significado de su estado:

- Piloto **VERDE** encendido: indica la ausencia de tensión en el feeder correspondiente. Este piloto recibe la orden desde el cuadro de control donde se procesa la información recibida desde el detector, y cuando la tensión es menor a 150,00V, se ilumina el piloto para indicar la ausencia de tensión.
- Piloto **VERDE** apagado: indica la presencia de tensión en el feeder correspondiente.
- Piloto **ROJO** encendido: indica fallo en el detector de tensión correspondiente.
- Piloto **ROJO** apagado: indica que el detector de tensión funciona correctamente.



**Figura 5. Pilotos de señalización de estado de tensión, para detector de tensión**

### 3.4. Iluminación interior

El operador puede confirmar de forma visual la posición de las cuchillas del ruptoseccionador. Para ello se ha dispuesto un pulsador que permite activar la luz interior.

Este pulsador no dispone de enclavamiento, para evitar que la luz quede encendida al abandonar el operador la instalación.



**Figura 6. Pulsador de iluminación interna**

## 4. EJECUCIÓN DE MANIOBRAS

### 4.1. Manual - eléctrica

Para la ejecución de una maniobra de ruptor de forma manual – eléctrica, se deben seguir los siguientes pasos:

- Colocar el selector de modo de funcionamiento en modo local.

Partiendo de que la posición del ruptor se encuentra **cerrado**:

- Girar el mando 90° en sentido horario, deberá iluminarse indicando que no es la posición real del ruptor, por tanto podría ordenarse la maniobra.
- Para ejecutar la maniobra, se debe realizar un giro en impulso de 30° en sentido horario, al ser un mando con retorno, éste recupera la posición vertical automáticamente. Al finalizar la maniobra y alcanzar la posición correctamente el ruptor, la luz se apagará.

Partiendo de que la posición del ruptor se encuentra **abierto**:

- Girar el mando 90° en sentido anti horario, deberá iluminarse indicando que no es la posición real del ruptor, por tanto podría ordenarse la maniobra.
- Para ejecutar la maniobra, se debe realizar un giro en impulso de 30° en sentido anti horario, al ser un mando con retorno, éste recupera la posición horizontal

automáticamente. Al finalizar la maniobra y alcanzar la posición de forma correcta el ruptor, la luz se apagará.

#### 4.2. Local -elétrica

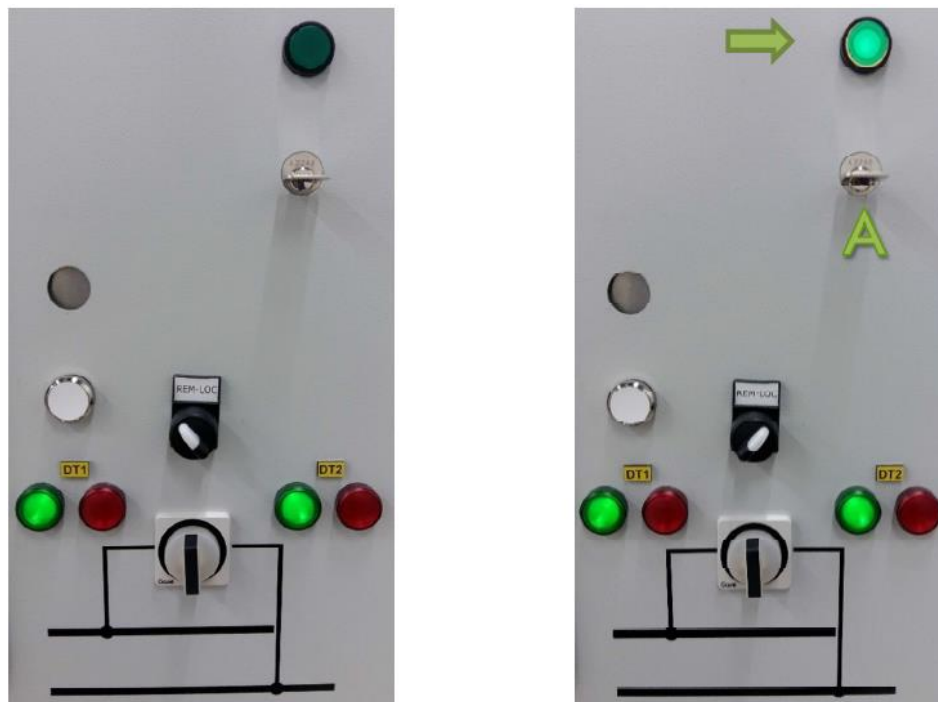
Para la ejecución de una maniobra de ruptor de forma local – eléctrica, se han de seguir los siguientes pasos:

- Colocar el selector de modo de funcionamiento en modo remoto.
- La maniobra local-eléctrica se ha de realizar desde el Puesto Local de Operación (PLO).

#### 5. ACCESO AL INTERIOR DEL ARMARIO

Para acceder al interior de la celda, se ha de establecer la zona de trabajo que permite el mantenimiento y la conservación del ruptor en condiciones de seguridad.

La condición de seguridad que habilita el acceso es: que la celda se encuentre en modo local, exista ausencia de tensión en ambos extremos del ruptor y no exista ningún fallo en los detectores de tensión; si este entorno se cumple, se ilumina el piloto verde superior, indicando al usuario la situación de seguridad para el acceso.



**Figura 7. Señalización para el acceso al interior del armario con seguridad**

Los pasos para ejecutar el acceso se detallan a continuación.

- Accionar el pulsador iluminado, y a la vez girar la llave A 90° en sentido anti horario. (Una vez girada se ha de soltar el pulsador, ya que una acción prolongada podría generar daños sobre el electroimán).
- Extraer la llave A e insertar en el clavijero inferior de la puerta derecha compuesto de dos cerraduras.

- Se inserta la llave A y se gira 180°, hasta que se libere el pistón de la cerradura inferior (se recomienda realizar un pequeño empuje hacia el interior, que facilite la liberación del pistón de la cerradura).
- Una vez liberado, se gira la llave B 30° en sentido horario, hasta la posición horizontal que permite su liberación, al extraerla, la llave A queda enclavada (no se puede extraer ni accionar para permitir el cierre).



**Figura 8. Señalización para el acceso al interior del armario con seguridad**

- La llave B extraída se inserta en el bombín superior de la puerta derecha, y se gira 180° hasta que se libere el pistón de la cerradura superior (se recomienda realizar un pequeño empuje hacia el interior, que facilite la liberación del pistón de la cerradura).



**Figura 9. Cerradura superior en armario**

- Por último, se debe abrir la maneta de la puerta, para lo cual se ha de girar en sentido anti horario, hasta que se suelten los dos cerrojos de la puerta. Al abrir la celda la llave B queda enclavada, impidiendo su liberación hasta que no se cierre la puerta.



**Figura 10. Maneta de anclaje en puerta**

Mientras ambas puertas se encuentren abiertas y sin enclavar el cierre, no es posible realizar maniobras de forma eléctrica.

Para enclavar la celda, de forma que se permitan nuevamente las maniobras, se deben seguir los pasos de forma inversa:

- Cerrar las dos puertas de la celda, y fijarlas girando la maneta en sentido horario.
- Girar la llave B anclada en el bombín superior 180°, para cerrar el pistón superior.
- Extraer la llave B e introducirla en la cerradura inferior y girar 30° en sentido anti horario.
- Girar la llave A 180°, para cerrar el pistón inferior (presionando ligeramente hacia adentro para facilitar el anclaje).
- Extraer la llave A, insertarla en el bombín de enclavamiento de electroimán y girarla 90° en sentido horario.

En este punto la celda se encuentra cerrada y enclavada, permitiendo la operación de maniobras.