

## ANEJO 2

# CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

**ÍNDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	4
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	5
2.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRAMO .....	5
2.2.	CATENARIA .....	5
2.2.1.	Tramo catenaria convencional .....	6
2.2.2.	Tramo catenaria rígida .....	6
2.2.3.	Transición catenaria rígida – catenaria convencional .....	7
2.3.	SECCIONADORES DE CATENARIA .....	7
2.4.	TENDIDO DE FEEDERS DE ALIMENTACIÓN.....	7
2.5.	TELEMANDO.....	8
3.	DESCRIPCIÓN DEL NUEVO TRAMO LUGARITZ - EASO.....	9
3.1.	TRAMO LUGARITZ – CONCHA .....	9
3.2.	TRAMO CONCHA – EASO.....	10
3.3.	SECCIONES.....	10
4.	INSTALACIONES PROYECTADAS .....	12
4.1.	SOLUCIÓN ADOPTADA .....	12
4.1.1.	Criterios de diseño .....	12
4.1.2.	Esquema eléctrico de tracción .....	13
4.1.3.	Cuartos técnicos.....	15
4.2.	CATENARIA RÍGIDA.....	15
4.2.1.	Generalidades .....	15
4.2.2.	Criterios de diseño .....	16
4.2.3.	Carril Conductor .....	17
4.2.4.	Hilo de contacto .....	18
4.2.5.	Conjuntos de suspensión .....	19
4.2.6.	Conjuntos de fijación.....	20

---

4.2.7.	Conjuntos de conexión.....	21
4.2.8.	Protecciones.....	22
4.3.	RUPTORES DE CATENARIA.....	24
4.4.	TELEMANDO DE CATENARIA.....	25
4.4.1.	Cuadros de control.....	26
4.4.2.	Funcionalidad del sistema.....	27
4.4.3.	Establecimiento del mando (local/remoto).....	27
4.5.	TRANSICIONES DE CATENARIA.....	27
4.6.	VARIOS.....	28
4.6.1.	Pértiga de puesta a tierra detectora de tensión.....	28
4.6.2.	Soportes de conducción.....	28
4.6.3.	Cableado eléctrico.....	29
4.6.4.	Protección pasiva.....	30

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Proyecto de Electrificación que forma parte del Proyecto de Instalaciones Ferroviarias de la Variante del Topo y que se redacta a solicitud de Euskal Trenbide Sarea (ETS), tiene por objeto estudiar, definir y valorar el equipamiento necesario para la ejecución del Proyecto de Electrificación de la Línea Aérea de Contacto de la Variante del Topo, de tal manera que se disponga de unas instalaciones con las debidas condiciones de funcionalidad y seguridad para la explotación del Sistema Ferroviario en el citado tramo.

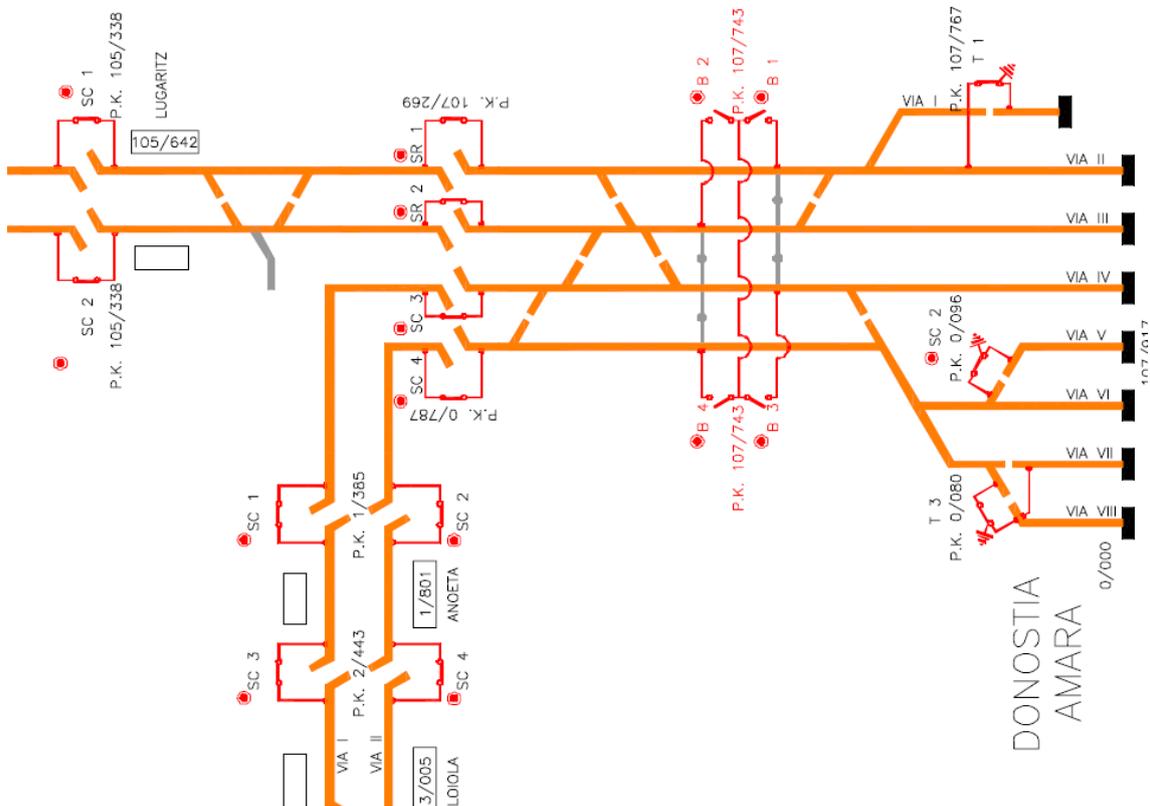
Como premisa general se debe observar que todos los equipos y sistemas a definir deben ser completamente compatibles con los actualmente instalados en el resto de la Línea de ETS.

## 2. SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO

En la actualidad, el recorrido ferroviario de ETS que discurre por la zona enlaza las estaciones de Lugaritz y Amara directamente, a través de un túnel de aproximadamente 2 km de largo. El recorrido hasta la estación de Lugaritz es en superficie, en el sentido de Bilbao a Donosti, soterrándose en el tramo inmediatamente anterior a la propia estación de Lugaritz. Antes de llegar a la estación de Amara, donde se encuentra el puesto de mando, el trayecto vuelve a salir a la superficie, tras la salida del túnel de Morlans

Para continuar el trayecto dirección Irún, es necesario cambiar de vías en la estación de Amara, también en superficie, y continuar dirección estación de Anoeta.



*Ilustración 1. Esquema de Electrificación actual*

### 2.2. CATENARIA

---

A lo largo de la línea existentes hay instalados dos tipos de catenaria, la catenaria flexible o convencional, y la catenaria rígida. A continuación se describen las características de estos dos tipos de Línea Aérea de Contacto.

### **2.2.1. Tramo catenaria convencional**

Yendo en el sentido Bilbao – Donostia, antes de llegar al túnel que lleva a la estación de Lugaritz el recorrido discurre en superficie con catenaria convencional.

Así mismo, los tramos túnel de Morlans – Amara y Amara – Anoeta están así mismo electrificados con catenaria convencional.

Como norma general, todos los tramos de superficie se electrifican con catenaria convencional.

La línea aérea de contacto está formada por los siguientes elementos:

- 2 hilos de contacto de cobre de sección 107 mm<sup>2</sup>.
- 1 cable sustentador de cobre trenzado de sección 153 mm<sup>2</sup>.
- Péndolas equipotenciales de interconexión del hilo sustentador con los hilos de contacto.

Las ménsulas, conjuntos de suspensión, conjuntos de atirantado, postes, cimentaciones, etc. siguen las especificaciones de la catenaria tipo ADIF CR-160.

### **2.2.2. Tramo catenaria rígida**

El tramo de catenaria que cruza la estación de Lugaritz hasta el inicio del Tramo Variante del Topo es subterráneo y para su electrificación se usa catenaria rígida. Las características de la catenaria rígida empleada son las siguientes:

- Carril conductor: perfil de aleación de aluminio extrusionado de sección 2.200 mm<sup>2</sup>, de 10 m de longitud.
- En los extremos de los seccionamientos se utilizan barras PAC curvados." por "En los extremos de los seccionamientos se utilizan barras sujetas por dos aisladores soporte que se instalan de forma que la punta de la barra queda ligeramente elevada respecto a las demás con objeto de facilitar la entrada en contacto del pantógrafo con la catenaria. Además, con el fin de asegurar la correcta sujeción de estas barras finales se coloca en la punta un soporte de cable sintético tipo "Parafil" o similar.
- Hilo de contacto: hilo de contacto de cobre de sección 150 mm<sup>2</sup>. El hilo de contacto se inserta en la ranura específica del carril conductor.
- Conjuntos de suspensión: la suspensión del carril conductor se realiza mediante aisladores soporte. Los aisladores soporte van montados sobre estructuras regulables que permiten ajustar la posición del carril conductor. El material empleado para las estructuras es de tipo acero galvanizado o inoxidable, dependiendo de la zona de montaje. Los soportes empleados para sustentar los conjuntos de suspensión varían

---

en función de la sección del túnel. En la tabla siguiente se incluye una lista con los soportes de catenaria rígida existentes en el cantón considerado:

- Conjuntos de fijación: Cada cantón debe disponer de un punto fijo en su zona central, para dirigir las dilataciones y evitar desplazamientos. El carril conductor se inmoviliza por medio de una brida de fijación, la cual es atirantada por medio de dos cables sintéticos. La ubicación del Punto Fijo del cantón se encuentra aproximadamente en el punto medio del mismo, antes de la Estación de Herrera (en sentido creciente de PKs).
- Longitud del cantón de catenaria rígida, máxima de 400 metros.

### **2.2.3. Transición catenaria rígida – catenaria convencional**

Antes de entrar en el túnel que lleva a la estación de Lugaritz en el sentido Bilbao – Donostia, existe un entronque a partir del cual se pasa de catenaria convencional flexible a catenaria rígida

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.

## **2.3. SECCIONADORES DE CATENARIA**

La estación de Lugaritz dispone de cuarto de seccionadores de catenaria, en el cual se instalarán ruptores de catenaria y el armario de control. La estación de Lugaritz así mismo, dispone de dos seccionadores telemandados de intemperie, en el tramo que va dirección Añorga (SC1 y SC2).

La estación de Amara dispone de:

- 2 ruptores telemandados en las vías que vienen de Lugaritz (SR1 y SR2)
- 3 seccionadores con puesta a tierra, entre las vías I y II, V y VI y VII y VIII (T1, ST2 y T3). El ST2 es telemandado.
- Seccionadores telemandados de By pass (B1, B2, B3 y B4)

## **2.4. TENDIDO DE FEEDERS DE ALIMENTACIÓN**

En la estación de Lugaritz el tendido de feeders se realiza desde el cuarto de seccionadores por el bajo andén y saliendo al hastial de vía 1 en la primera arqueta a la salida de la estación hasta la conexión con catenaria en el seccionamiento de catenaria. Para el tendido por el hastial se utilizan perchas. Por cada alimentación se utilizan 4 cables de cobre aislado de 240 mm<sup>2</sup> de sección. En las alimentaciones de By-Pass se utilizar 2 cables de feedeer de cobre de 240 mm<sup>2</sup> de sección.

El feeder de alimentación en túnel se compone de dos cables de 240 mm<sup>2</sup> de sección y aislamiento Cu 1,8/3 kV RHZ1.

La catenaria rígida no precisa de feeders de acompañamiento.

Los seccionadores asociados a la estación de Anoeta (SC3 y SC4) conectan dos cantones contiguos de catenaria convencional a través de feeders de cobre desnudo de 225 mm<sup>2</sup> de sección.

## **2.5. TELEMANDO**

La estación de Lugaritz dispone de un cuarto de seccionadores para alojar los ruptores y el PLC de control y comunicaciones que los controla. Desde este PLC se realizan las comunicaciones con el puesto central de Amara.

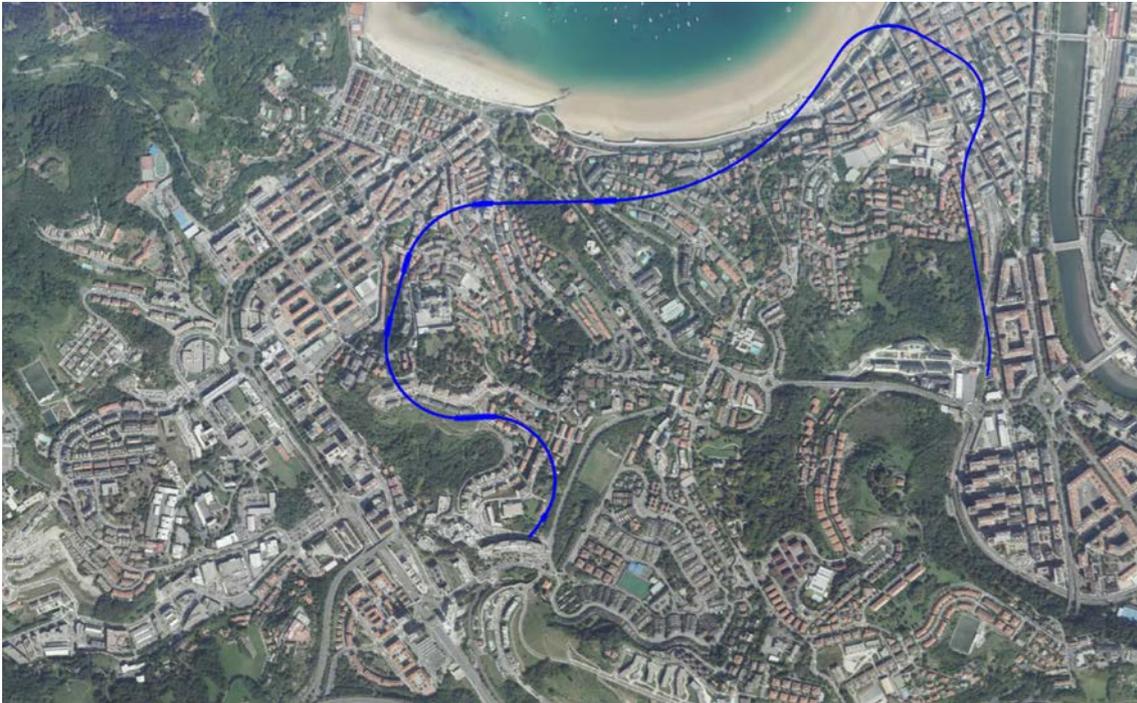
La estación de Amara dispone de un PLC de control y comunicaciones en la estación, que telemanda los seccionadores situados en el trazado.

El PMC se encuentra en la estación de Amara, disponiéndose de otro puesto de mando en la estación de Atxuri (Bilbao).

### 3. DESCRIPCIÓN DEL NUEVO TRAMO LUGARITZ - EASO

El nuevo tramo objeto del proyecto, tiene una longitud de 4.227 metros y contempla la construcción de 3 nuevas estaciones intermedias, las cuales son Bentaberri, Concha y Easo.

A lo largo de todo el trazado se ha proyectado vía doble.



*Ilustración 2. Ubicación tramo objeto del Proyecto*

Para la futura construcción del trazado de la Variante del Topo se generaron dos proyectos correspondientes a los tramos Lugaritz – Concha y Concha – Easo.

#### 3.1. TRAMO LUGARITZ – CONCHA

Se trata de un tramo de 2,14 km y una estación. Parte de la estación de Lugaritz, a través de un desvío del trayecto actual.

- Vía derecha: Discurre por el lado derecho. Se inicia en el P.K. 0+000 y concluye en P.K. 2+140,526
- Vía izquierda: Discurre por el lado izquierdo. Se inicia en el P.K. 0+000 y concluye en el P.K. 2+142,363
- Eje plataforma: Se inicia en el P.K. 0+000 y concluye en el P.K. 2+140,441

La nueva estación de BENTABERRI se ubican en:

- Inicio: P.K. 1+041,42
- Fin: P.K. 1+199,48

Existe una Bretelle entre los P.K.s 1+700 y 1+750 aproximadamente.

Todo el tramo Lugaritz – Concha se realiza en túnel en mina.

La vía está eléctricamente aislada de tierra.

### **3.2. TRAMO CONCHA – EASO**

Se trata de un tramo de 2,087 km y que incluye dos estaciones. Parte del final del tramo Lugaritz – Concha y termina en un desvío de nueva construcción que enlaza el trazado en dirección a la estación de Anoeta.

- Vía derecha: Discurre por el lado derecho. Se inicia en el P.K. 2+140,526 y concluye en P.K. 4+224,633
- Vía izquierda: Discurre por el lado izquierdo. Se inicia en el P.K. 2+142.363 y concluye en el P.K. 4+231,577
- Eje plataforma: Se inicia en el P.K. 2+140,441 y concluye en el P.K. 4+224,897

La nueva estación de CONCHA se ubica en:

- Inicio: P.K. 3+099,286
- Fin: P.K. 3+197,169

La nueva estación de EASO se ubica en:

- Inicio: P.K. 3+911,978
- Fin: P.K. 4+007,378

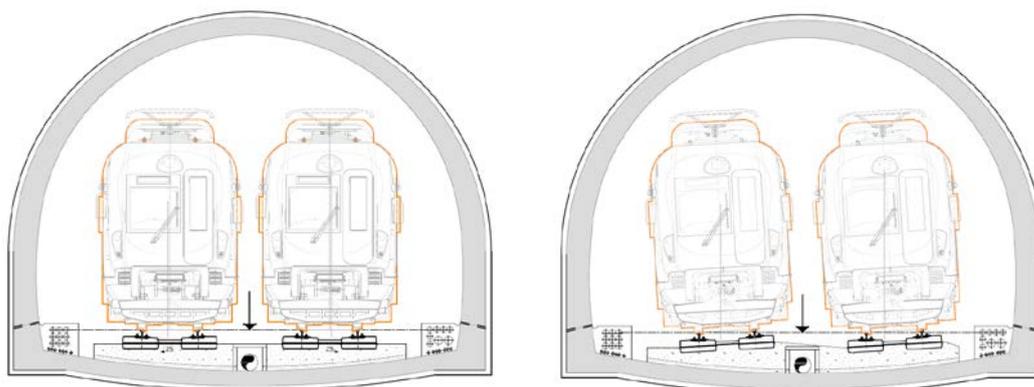
La mayoría del tramo Concha – Easo, desde el P.K. 2+140,441 hasta P.K. 4+083,415, se realiza en túnel en mina. Sin embargo, en el P.K. 4+083,415 pasa a ser un tramo de falso túnel, hasta el P.K. 4+224,897.

La vía se ha proyectado eléctricamente separada de tierra.

### **3.3. SECCIONES**

En el tramo se presentan los siguientes tipos de secciones:

- Telescopio, en el desvío de Lugaritz.
- Túnel en recta.
- Túnel en curva.
- Estación bajo mezzanina y forjado.
- Estación en caverna.
- Entronques cañón estación.
- Sección falso túnel.



*Ilustración 3. Secciones en túnel.*

## **4. INSTALACIONES PROYECTADAS**

### **4.1. SOLUCIÓN ADOPTADA**

#### **4.1.1. Criterios de diseño**

Para el diseño de las instalaciones de electrificación incluidas en este Proyecto, se han seguido los siguientes criterios:

- Homogeneización con la solución existente en los tramos actualmente en servicio en la zona.
- Control de seccionadores de catenaria, tanto en Local desde la propia estación, como desde los Puestos de Mando Central de Amara y Atxuri.
- La velocidad máxima del material rodante es de 90 km/h.
- Se adopta como gálibo, el gálibo de Infraestructura tipo ETS.

Las características generales del sistema de electrificación proyectado para el nuevo tramo son las siguientes:

- Las unidades de metro irán alimentadas por catenaria rígida durante todo el trazado del Proyecto. Asimismo, existirá una transición a catenaria convencional a la salida del túnel de Morlans (línea aérea de contacto tipo CR-160).
- La altura de diseño de la catenaria será en general de 4.700 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‰. En este tramo concreto, y debido a la sección de túnel disponible según lo indicado en el Proyecto de Construcción correspondiente, la altura nominal de diseño se establecerá en 4.500 mm en el interior del túnel y la estación.
- La tensión nominal de alimentación de las unidades es de 1.500 Vcc.
- Para la alimentación de la Línea se distribuyen a lo largo del recorrido una serie de subestaciones. La línea electrificada se divide en sectores de electrificación que vienen determinados por la subestación a la que se conectan. Para la electrificación del nuevo tramo se ha previsto una Subestación de nueva Construcción en las inmediaciones de la Avenida Zarautz de Donostia, fuera del alcance de este proyecto.
- En general, cada sector está conectado a dos subestaciones en sus dos extremos, formando una configuración en PI.
- La catenaria 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. Para ello se han previsto seccionadores de By-Pass.
- Se diferencian dos tipos de tramos: de trayecto y de estación. Sólo se consideran tramos de estación aquellos que disponen de agujas. Como norma general, se dispondrán cuartos de ruptores en aquellas estaciones con aparatos de vía asociados.
- Como norma general, en los tramos tipo estación se instalan 5 ruptores, 4 para cantonamiento eléctrico y 1 de By-Pass.
- Los ruptores serán accionables de forma local y desde el puesto de Mando.

- La continuidad eléctrica de la catenaria se podrá cortar a ambos lados de los tramos de estación. Así, en las estaciones que coinciden con una subestación se produce la separación de sectores de electrificación. Para ello, el seccionador situado a la entrada de la estación (según el sentido de circulación del tren) estará normalmente abierto y el de salida normalmente cerrado. La razón para que el seccionador abierto sea el de entrada, es que en el punto de paso de un sector a otro los trenes dejan de traccionar y así se hace coincidir este punto con una zona de frenado del tren.
- El sistema de retorno se realiza a través de carril. Como criterio general, la vía en túnel no está conectada a tierra y la vía en superficie sí. La vía será continua eléctricamente y no se instalarán seccionadores de vía, si bien se tendrá en cuenta una posible necesidad de estos seccionadores en el futuro.

#### 4.1.2. Esquema eléctrico de tracción

Como criterios generales se han considerado los seccionamientos eléctricos en catenaria rígida y los puentes correspondientes a través de los ruptores que irán en el Cuarto de Seccionamiento de Catenaria de las estaciones que tengan asociados aparatos de vía (Bentaberri) y de aquellas estaciones que permitan al operador una mayor flexibilidad para la explotación en condiciones degradadas, evitando tramos muy largos (Concha). Por tanto, las estaciones con ruptores serán:

- Bentaberri. Dispondrá de 5 ruptores nuevos, 2 por vía, a la entrada y a la salida de la estación, y uno de By-Pass.
- Concha. Dispondrá de 4 ruptores nuevos, 2 por vía, a la entrada y a la salida de la estación.

No se considera necesaria la instalación de nuevos ruptores o seccionadores asociados a las estaciones existentes de Lugaritz, Amara y Anoeta.

Para la alimentación de este tramo, se dispone de las subestaciones existentes de Usurbil y Loiola. Además, se dispondrá de una Subestación de Tracción que se situará en las inmediaciones de la Avenida Zarautz (estación de Bentaberri). Esta subestación de nueva construcción alimentará al nuevo tramo mediante cuatro feeders de alimentación (dos por cada vía) que se conectarán con la catenaria en el P.K. 1+050 (lado Lugaritz) y en el P.K. 1+850 (lado Concha).

El esquema eléctrico se expone en planos, y cuenta con un total de 32 seccionamientos: 24 seccionamientos mecánicos y 8 seccionamientos eléctricos, incluido uno de by-pass. Los seccionamientos eléctricos se realizan a través de ruptores telemantables ubicados en los cuartos técnicos de las estaciones de Bentaberri (5 ruptores) y Concha (4 ruptores).

El inicio del nuevo tramo se realizará en el desvío del cantón de catenaria existente a la salida de la estación de Lugaritz. Los primeros cantones estarán conectados eléctricamente a la catenaria existente, hasta los primeros ruptores, ubicados antes de llegar a la estación de Bentaberri.

El desvío de catenaria derivado del desvío de trazado a la salida de la estación de Lugaritz se instalará por medio de una travesía compuesta por perfiles de aluminio preformados (curvados previamente a su instalación mediante medios mecánicos) para llegar a los radios de curvatura exigidos, realizando los aislamientos eléctricos a través de la separación física de PACs de diferentes cantones eléctricos.

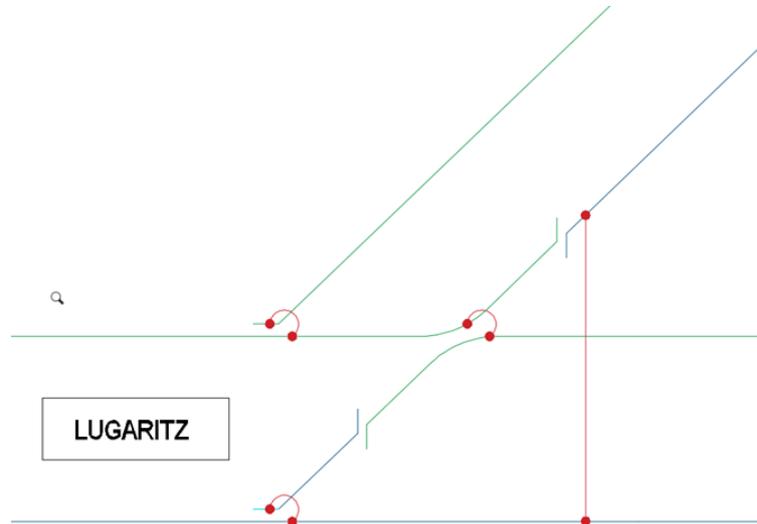


Ilustración 4. Esquema de travesía con catenaria rígida en el lado Lugaritz

A la salida de la estación de Easo, dirección Altza, se encuentra la salida del túnel de Morlans. Al final del trazado existe una zona en cubrición en la que se estima que el gálibo para la instalación de los soportes de catenaria sea del orden de 0,350 metros. Por lo tanto, será necesario instalar soportes especiales diseñados para funcionar en esas condiciones. Asimismo, a continuación de la zona de cubrición se realizará una transición de catenaria rígida a catenaria convencional, según se especifica en el documento N° 2 Planos y en el N° 3 Pliego de Especificaciones Técnicas.

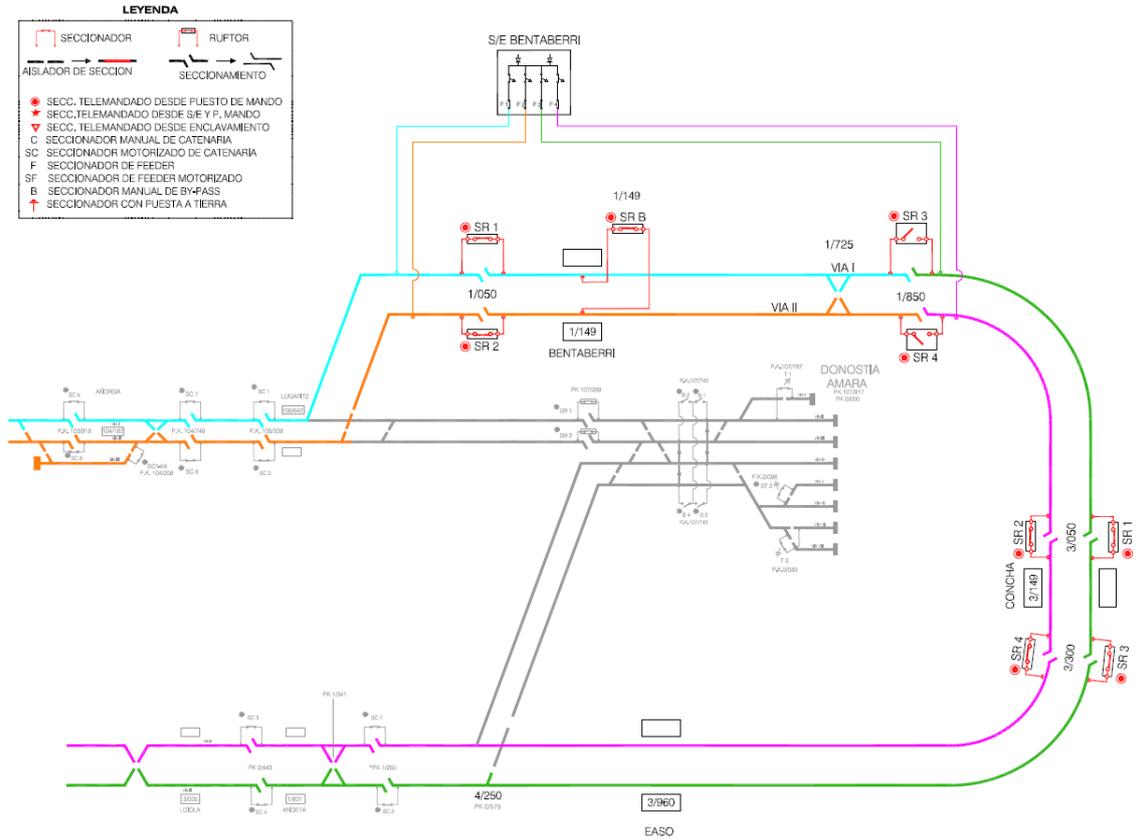


Ilustración 5. Esquema eléctrico proyectado

**4.1.3. Cuartos técnicos**

En las estaciones que dispongan de ruptores de catenaria asociados se considerará la instalación del equipamiento propio de ruptores y armario de telemando tipo ETS. Esto aplica en las estaciones siguientes:

- Bentaberri. Dispondrá de 5 ruptores nuevos, 2 por vía, a la entrada y a la salida de la estación, y uno de By-Pass.
- Concha. Dispondrá de 4 ruptores nuevos, 2 por vía, a la entrada y a la salida de la estación.

No se considera necesario hacer trabajos relacionados con instalación de ruptores en las estaciones de Lugaritz, Easo y Amara.

**4.2. CATENARIA RÍGIDA**

**4.2.1. Generalidades**

Desde el inicio del tramo en el lado Lugaritz, hasta la salida del túnel de Morlans, se ha decidido utilizar catenaria de tipo rígida por razones de coste, mantenimiento y seguridad en la explotación. En el tramo final existente a cielo abierto se utilizará catenaria flexible

convencional tipo CR-160, por lo que en el final del tramo de catenaria rígida será necesario instalar una transición a catenaria flexible.

Se utilizarán soportes individuales, de tal manera que se minimicen las posibles afecciones entre vías. En el replanteo se tratará en la medida de lo posible de que los soportes de Vía 1 y Vía 2 estén instalados en P.K.s similares.

Los distintos tipos de secciones que determinan los soportes a utilizar son:

- Telescopio, en el desvío de Lugaritz.
- Túnel en recta.
- Túnel en curva.
- Estación bajo mezzanina y forjado.
- Estación en caverna.
- Entronques cañón estación.
- Sección falso túnel.

En el Documento N°2 Planos se indicarán las posiciones de cada uno de los soportes y su tipo. El licitante deberá incorporar su propia hoja de ruta en la oferta, en base a la documentación de obra civil y trazado de vía disponible como documentación de consulta en fase de oferta. Asimismo, será responsabilidad del adjudicatario la realización del replanteo en campo que permita validar la hoja de ruta definitiva, de forma previa al acopio de los soportes correspondientes.

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 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. Asimismo, y dada la sección de los perfiles aéreos de aluminio, se prescinde de los feeders de acompañamiento.

#### **4.2.2. Criterios de diseño**

Para el diseño de la solución aportada en este Proyecto, se han tenido en cuenta 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. 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 enganches.
- La altura de diseño de la catenaria será en general de 4.700 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%. En este tramo concreto, y debido a la sección de túnel disponible según lo indicado en el Proyecto de Construcción correspondiente, la altura nominal de diseño se establecerá en 4.500 mm en el interior del túnel y la estación.
- 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 los 200 m.
- Los soportes se realizarán con piezas de acero inoxidable en estaciones y de acero galvanizado en el resto de los tramos.
- Todas las barras se soportarán al menos en un punto por alguno de los soportes suspendidos, siendo la distancia máxima entre soportes de 10 m.
- Como consecuencia de las vibraciones, se aflojan las tuercas de las suspensiones y fijación de herrajes. Este problema se solucionará colocando arandelas de presión tipo grower en todos los tornillos del tramo de catenaria rígida.
- La longitud de los solapes en catenaria rígida son de un mínimo de 15 metros, tanto en seccionamientos como en agujas.
- 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 metros 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.

#### **4.2.3. Carril Conductor**

El carril conductor estará formado por un perfil de aleación de aluminio extrusionado 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 rectas permitirán realizar trazados rectos y curvos de radios superiores a 110 m. En trazados curvos de radios inferiores a 110 m deberán instalarse barras preformadas con la curvatura adecuada.

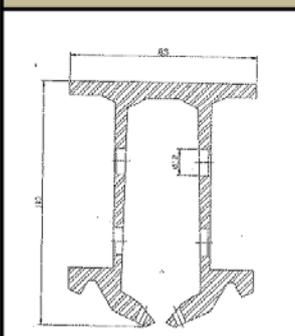
En el tramo en túnel de este proyecto no se utilizarán barras finales de carril conductor cortas y curvadas hacia arriba. Se instalarán barras sujetas por dos aisladores soporte, tal y como se expone en el documento Nº 2 Planos. Estos aisladores se colocarán de forma que la punta de barra quede ligeramente 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 bretelles, escapes y desvíos se producen curvaturas importantes del carril conductor, si bien el diseño de estos aparatos debe realizarse de forma que el radio de curvatura no sea inferior a 40 m (radio mínimo de curvatura de los carriles preformados o curvados previamente de forma mecánica).

Cuando por razones de falta de gálibo en algún punto singular, el carril de aluminio se acerque peligrosamente a la obra civil, se le colocará una funda dieléctrica normalizada. También se utilizarán fundas dieléctricas en zonas húmedas que pudieran dar lugar a corrosiones.

CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL CONDUCTOR		
	ALTURA	110 mm
	SECCIÓN PERFIL	2.223,20 mm <sup>2</sup>
	SECCIÓN EQUIVALENTE EN COBRE	1.400 mm <sup>2</sup>
	CORRIENTE MÁXIMA ADMISIBLE	4.000 A
	PESO POR UNIDAD DE LONGITUD	6,1 Kg/m
	MOMENTO DE INERCIA XX	338,6 cm <sup>4</sup>
	MOMENTO DE INERCIA YY	164,26 cm <sup>4</sup>
	COEFICIENTE DE DILATACION LONG.	24 • 10 <sup>-6</sup>
	MODULO DE ELASTICIDAD	69.000 N/mm <sup>2</sup>
	ALEACIÓN	6106 T5
	RADIO MÍNIMO DE CURVATURA	40 m.

**4.2.4. 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>.

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 4,70 m. La altura mínima, exigida por obstáculos superiores, será de 4,30 m. No obstante, en el caso concreto de este proyecto,

y para adaptarse a las secciones tipo previstas en el Proyecto de Construcción, se preverá una altura nominal de 4,50 m.

CARACTERISTICAS DEL HILO DE CONTACTO		
	TIPO DE MATERIAL	Cu-ETP (CW004A)
	NORMA MATERIAL	UNE-EN 12165
	SECCIÓN	150 mm <sup>2</sup>
	PESO	1.336 Kg/m
	FORMA	APLANADA
	MATRICULA	64.291.420
	RESISTENCIA A LA ROTURA MINIMA	358 N/mm <sup>2</sup>
	RESISTIVIDAD A 20°C MAXIMA	0.017593 mm/m <sup>2</sup>

Para la instalación del hilo de contacto se usará grasa o aditivo de instalación. Este aditivo será un compuesto de grasa neutra (vehículo) y partículas de zinc (agente) que por un lado protegerá los contactos eléctricos de los agentes externos y por otro lado mejora el contacto eléctrico entre los dos conductores en contacto, en especial de los Al-Al (aluminio-aluminio) y de los Cu-Al (cobre-aluminio).

#### 4.2.5. Conjuntos de suspensión

La suspensión del carril conductor se realizará mediante aisladores soporte. Estos aisladores impiden el desplazamiento transversal y el giro del carril conductor, permitiendo, sin embargo, el desplazamiento longitudinal originado por las variaciones de temperatura en el carril.

Los aisladores soporte irán montados sobre estructuras regulables que permitirán ajustar la posición del carril conductor:

- En altura para mantener el hilo de contacto a cota constante, 4.500 mm sobre el plano de rodadura, con las variaciones de la sección de túnel.
- Transversalmente, para permitir el descentramiento del hilo de contacto.
- Longitudinalmente.
- Los tipos y grado de regulación variarán según el tipo de soporte.

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

- Acero galvanizado: es la solución general utilizada en el interior de túneles y cielo abierto donde no hay requerimientos estéticos.
- Acero inoxidable: utilizado en estaciones.
- Cable sintético tipo “Parafil” o similar: solución adoptada en la caverna de las estaciones.

A fin de conseguir una perfecta captación de corriente la diferencia de nivel entre apoyos será mínima.

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.

No obstante al párrafo anterior, por motivos estéticos en las zonas de estación, en los trabajos de replanteo se tratará en la medida de lo posible de que los soportes de Vía 1 y Vía 2 estén instalados en P.K.s similares respecto al eje de vía.

A la hora de colocar los conjuntos de suspensión se evitarán las vigas estructurales del túnel, con objeto de no dañar el armado del hormigón.

Todos los soportes de catenaria rígida deberán anclarse a la superficie a través de tacos químicos. Se prestará especial atención a la ejecución de los puntos de anclaje de los soportes.

Los conjuntos de suspensión serán similares a los instalados en el tramo Herrera – Altza. En el documento de planos se definen los distintos soportes utilizados, que serán los enumerados a continuación:

- Tipo A – Túnel en recta
- Tipo B – Túnel en curva
- Tipo A12 – Centro de Bretelle
- Tipo D – Cajón
- Tipo E – Estación, bajo Mezzanina
- Tipo E' – Estación, bajo Mezzanina, a la altura de cuartos técnicos
- Tipo F – Estación, final de Mezzanina
- Tipo G – Estación en caverna

En el Anejo 10, cuaderno de trabajos, se detalla la posición y tipo de todos los soportes utilizados en el trazado.

#### **4.2.6. 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.

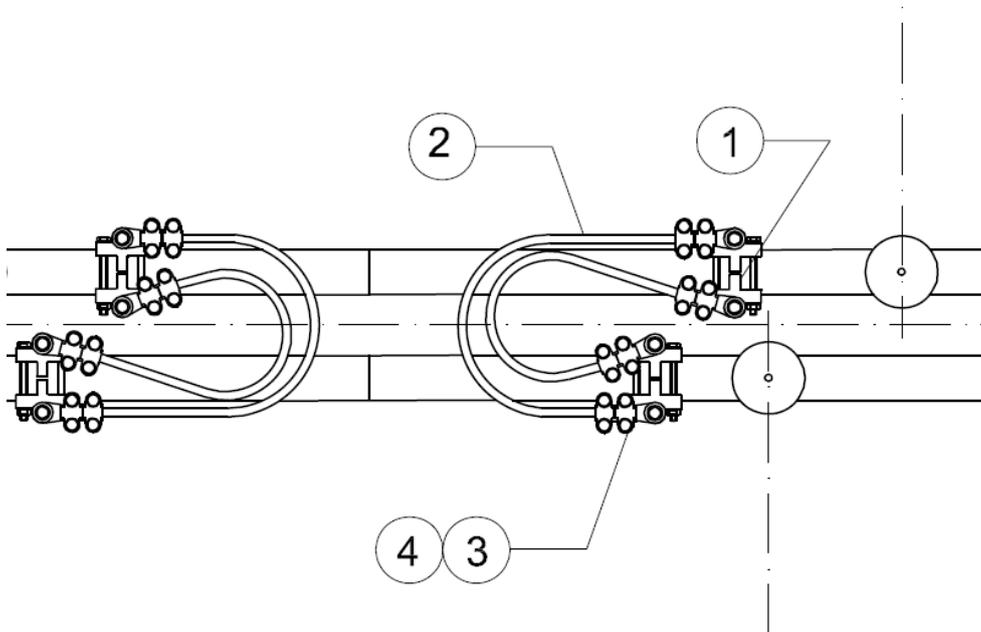
El carril conductor se inmoviliza por medio de una brida de fijación, la cual es atirantada por medio de dos cables sintéticos de “Parafil” o similar de manera que se asegure el aislamiento, enganchados a sendos herrajes de fijación. Los cables de atirantado se dispondrán en el plano vertical del carril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

Siempre que sea posible, tanto los seccionamientos como los puntos fijos se dejarán fuera de las estaciones por motivos estéticos.

En estaciones únicamente podrán existir puntos fijos débiles en los que, a través de grapas de sujeción, fijadas mediante espárragos roscados, a la parte superior de la Barra de PAC se consigue la inmovilización del carril. Este sistema de punto fijo se utiliza sólo en tramos cortos, como, por ejemplo, diagonales y Bretelles. Estos últimos no generan impacto visual añadido en la línea aérea.

**4.2.7. 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 cuatro cables de cobre RHZ1-K de sección de 240 mm<sup>2</sup>, junto con los grupos terminales y accesorios necesarios.



*Ilustración 6. Conexión eléctrica entre cantones*

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

Desde cada seccionador de catenaria se llevan cuatro cables de cobre aislado 1,8/3kV de sección 240 mm<sup>2</sup> a cada uno de los carriles conductores 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 conductores y entorpecer el desplazamiento longitudinal del mismo.

**4.2.8. Protecciones**

La catenaria dispondrá de los siguientes elementos de protección:

**4.2.8.1. 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, tipo 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 metros.

Para garantizar la independencia entre las tierras de estaciones se dejará un vano de catenaria rígida sin cable guarda en el punto medio de cada interestación.

El cable guarda deberá poner a tierra todas las estructuras metálicas de soporte utilizadas en ambas vías.

CARACTERISTICAS DEL CABLE GUARDA		
	TIPO DE MATERIAL	ALUMINIO ACERO
	DENOMINACION	LA110
	SECCIÓN	116.2 mm <sup>2</sup>
	DIAMETRO TOTAL	14.00 mm
	Nº HILOS - Ø	7-2 AC 30-2 AL
	MATRICULA	64.293.150
	EQUIVALENCIA EN COBRE	60 mm <sup>2</sup>
	CARGA ROTURA	4.316 Kgf
	MOD. ELASTICO	8.200 Kg/mm <sup>2</sup>
	COEF. ALARGAMIENTO	17.8x10 <sup>-6</sup>
	RESISTENCIA	0.307 Ω/Km

**4.2.8.2. 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.

Se instalarán estribos de puesta a tierra cada 100 metros de catenaria rígida, haciéndose coincidir su posición con la de los hectómetros de vía.

Asimismo, se instalarán estribos de puesta a tierra en los testeros de las estaciones y en las salidas de emergencia, con las siguientes consideraciones:

- Si ya hay un estribo de puesta a tierra asociado a un hectómetro de vía a menos de 20 metros no será necesario instalar uno adicional.
- Si no lo hay, se deberá instalar un estribo adicional a los asociados a los hectómetros de vía.

Los estribos de puesta a tierra estarán señalizados mediante la siguiente señal de indicación:



#### **4.2.8.3. 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.
- Indicar la presencia de estribos de puesta a tierra.

#### **4.2.8.4. Viseras**

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

#### **4.2.8.5. 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 uno por cada estación, entre el sistema de tierra de la estación y una de las vías.

#### **4.2.8.6. Dispositivo Limitador de Tensión**

En los sistemas de tracción eléctrica ferroviaria con vía aislada de tierra pueden aparecer tensiones de carriles. Las máximas tensiones de carril aparecen en las subestaciones (si no tienen el retorno conectado a tierra) y en los puntos intermedios entre subestaciones de tracción.

En la estación de Concha se instalará un detector de presencia de tensión en carril tipo de Sitras SCD de Siemens o similar, en lugar de un descargador de intervalos, conectado entre el sistema de tierras de la estación y una de las vías. El motivo de la instalación en la estación de Concha es que las sobretensiones de carril mayores se producen en el punto medio entre dos Subestaciones de tracción.

Este equipo, además de cumplir los requerimientos del descargador de intervalos, controla las tensiones aparecidas en vía debido a que se trata de carril flotante.

El detector dispondrá de elementos de corte electromecánicos e IGBTs. Ante la existencia de una falta, estos elementos permitirán la circulación de corriente entre tierra y vía.

El equipo dispondrá de un PLC que analizará la tensión y los tiempos existencia de las tensiones, procesando la información y dando la orden de disparo si se está en riesgo de incumplir la UNE EN 50.122-1 y UNE EN 50.122-3.

El detector de presencia de tensión será capaz de volver automáticamente a la situación de contactor abierto (nominal) cuando la situación anormal desaparezca.

En ausencia de tensión de alimentación, el equipo conectará eléctricamente Vía y Tierra.

#### **4.2.8.7. 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.

### **4.3. 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. Existirán ruptores de catenaria en los cuartos de seccionamiento de las estaciones de Bentaberri y Concha.

Estos seccionadores de catenaria estarán motorizados y podrán ser mandados, tanto desde el PLC que está junto a los armarios de seccionamiento, en el cuarto de seccionamiento de la estación, como desde el Puesto de Mando a través del telemando de energía.

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 el Puesto de Mando. Esto hace necesaria la instalación de un SAI por parte del Contratista de Instalaciones electromecánicas.

En cada cuarto de seccionamiento se colocarán los ruptores necesarios que permitan la conexión y la desconexión de cada una de las vías de estación de forma independiente. Además, se colocará un seccionador de By-Pass entre vías junto a los cuatro seccionadores de catenaria en las estaciones con aparatos de vía asociados.

Cada armario de los seccionadores de apertura en carga estará 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 para asegurar la no manipulación del seccionador.
- Maneta para selección de mando local/telemando.
- Pulsador para maniobra local, solo activo con maneta en modo local.
- Pilotos de señalización de estado del seccionador de apertura en carga.
- Dos detectores de tensión.

Cuando se pretenda trabajar en un tramo de catenaria, las actuaciones previas a llevar a cabo son:

- Quitar la tensión de la catenaria, para lo cual se abrirán los seccionadores de catenaria correspondientes. También se abrirán los colaterales para garantizar la existencia de una zona neutra que garantice que un rebase de una unidad no puentee el tramo en el que se están realizando trabajos, metiéndole tensión del adyacente.
- Conectar a tierra el carril conductor. Esto se consigue por medio de pértigas de puesta a tierra, que permiten la comprobación visual de la puesta a tierra de la catenaria.

#### **4.4. TELEMANDO DE CATENARIA**

El telemando de los seccionamientos de catenaria está formado por seccionadores de apertura en carga motorizados y por armarios de control.

---

Los seccionadores y armarios de control están ubicados en los cuartos de seccionamiento de catenaria.

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.
- Gestionar el mando.
- Visualizar las alarmas y el estado de los seccionadores de apertura en carga.
- Ver el estado eléctrico de las catenarias a través de los detectores de tensión.

Asimismo, existirá en el modo de mando manual accionando los seccionadores directamente desde la botonera ubicada en los propios armarios de los ruptores o bien mediante el uso de la manivela.

El control de todos los equipos podrá ser:

- Telemando Remoto: desde el 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.
- Mando Manual: accionando los seccionadores directamente desde la botonera ubicada en el armario de control y/o los propios armarios de los ruptores o bien mediante el uso de la manivela.

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

- Estación de Bentaberri: Se instalará un cuadro de control de seccionadores en el Cuarto de Seccionamiento de Catenaria.
- Estación de Concha: Se instalará un cuadro de control de seccionadores en el Cuarto de Seccionamiento de Catenaria.

Como criterio general, el Puesto de Mando Central no podrá recuperar el mando remoto si el personal que se encuentra en el Cuarto de Seccionamiento no coloca el selector en la posición "Remoto".

Se dispondrá de cableado Ethernet entre el Cuadro de control y el rack de MPLS.

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 asimismo como elemento de comunicación con el Puesto de Mando Central (Amara y Atxuri).

#### **4.4.1. 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 entre el Puesto de Mando y el control de seccionamientos.

#### **4.4.2. Funcionalidad del sistema**

El autómatas que gobierna los seccionadores, dispone 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 detectores de tensión.
- 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.

#### **4.4.3. Establecimiento del mando (local/remoto)**

El mando (local o remoto) lo establece el autómatas de control con la llave que existe en la puerta del armario de control junto con los permisos concedidos desde el Puesto de Mando.

El mando en modo local permanecerá hasta que la llave de selección de modo se posicione en “remoto”, todas las puertas de los armarios estén cerradas, la llave de bloqueo de entrada de volante esté desbloqueando el agujero, los volantes estén fuera y el PMC coja el mando. Para ello, el Puesto de Mando deberá estar comunicando con el autómatas y deberá leer esta petición de paso a mando remoto. Si el mando no se posiciona en “remoto” el PLC no permitirá que el PMC tome el mando en remoto.

A continuación, cuando el operador del Puesto de Mando considere oportuno, enviará la orden de captura de mando al autómatas con lo que este establecerá el mando remoto. En mando remoto, solamente el PMC puede operar sobre los seccionadores.

Colocando nuevamente la llave en posición “local”, el Puesto de Mando leerá esta petición y si el operador de mando lo permite, enviará al autómatas la orden de cesión de mando, con lo que el autómatas establecerá el mando local. En local, el puesto de mando no puede operar sobre los seccionadores.

### **4.5. TRANSICIONES DE CATENARIA**

El sistema de electrificación en las vías actuales de la zona de la estación de Anoeta se realiza mediante catenaria convencional. Por lo tanto, deberá preverse una zona de transición Catenaria Rígida – Catenaria Convencional a la salida del túnel de Morlans. Esta transición se ubicará lo más próxima al inicio del túnel existente, preferiblemente bajo la estructura de vigas.

Se utilizará la catenaria convencional existente en el túnel que continua con el trazado del presente proyecto. De hecho el Proyecto de Superestructura de Vía dejará la catenaria anclada en el punto en el que está proyectado realizar la transición de catenaria rígida a convencional, minimizando el tendido de catenaria convencional.

La transición se consigue a través de una zona adicional, de unos 8 metros, en la que coexisten catenaria rígida y catenaria flexible, compartiendo cuatro apoyos y haciendo un seccionamiento en tres vanos. Por su parte, los hilos de contacto y el cable sustentador de la catenaria flexible se anclarán a la estructura.

Las características de la transición se detallan en el documento n°2 Planos.

En la zona de solape, la regulación del perfil de la convencional respecto al de la catenaria rígida será tal que el primero quede por debajo.

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.

## **4.6. VARIOS**

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

Se montarán en las estaciones de Bentaberri, Concha y Easo. En cada estación se montarán dos cajas iguales de acero inoxidable que albergarán el material de la pértiga de puesta a tierra.

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 la Variante del Topo.

### **4.6.2. Soportes de conducción**

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. En función del tipo de cableado habrá:
  - Bandejas de tracción:
    - Desde el cuarto de seccionamiento de catenaria hasta finales de bajo andén.

- Desde la arqueta de canalización troncal hasta el equipo de conexión con catenaria. El tramo vertical que sea accesible irá protegido con tapa.
      - Bandejas de fuerza BT: desde el cuarto del CGBT hasta el cuarto de seccionamiento de catenaria.
      - Bandeja de control: en cuarto de seccionamiento de catenaria.
      - Bandeja de comunicaciones: desde cuarto de comunicaciones hasta cuarto de seccionamiento de catenaria.
  - Perchas: Se emplea 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 optar 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.

El Contratista de Electrificación instalará las bandejas necesarias en los cuartos técnicos, así como aquellas necesarias para realizar transiciones en altura, pasamuros, etc. Asimismo, si fuese necesario, instalará las perchas correspondientes a la sujeción del cableado de feeder en el hastial de túnel.

#### **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:
  - 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.

### 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.

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 andén 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.