

ANEJO N° 8

Equipos e Instalaciones

Índice

1 Objetivo	1
2 Instalaciones ferroviarias	2
2.1 Introducción	2
2.2 Normativa	2
2.3 Electrificación	2
2.3.1 Catenaria rígida	2
2.3.2 Catenaria Poligonal atirantada	3
2.3.3 Subestaciones Eléctricas de Tracción	5
2.4 Señalización	5
2.5 Comunicaciones	5
3 Instalaciones de túnel	6
3.1 Introducción	6
3.2 Suministro eléctrico	6
3.3 Baja Tensión	6
3.4 Alumbrado y fuerza	6
3.5 Protección Contra Incendios	6
3.5.1 Detección	6
3.5.2 Extinción	7
3.5.3 Señalización de Evacuación	7
3.6 Ventilación	7
3.6.1 Cálculo de la ventilación	7
3.6.2 Alternativa 1D	7
3.6.3 Alternativa 2	8
3.7 Vigilancia y control	8
3.8 Conclusión	8

1 Objetivo

El objetivo del presente anejo es definir las instalaciones que se deben ejecutar en las dos soluciones previstas para la variante de Amara. Se distinguen entre dos tipos de instalaciones:

- Instalaciones ferroviarias: catenaria, comunicaciones, señalización y seguridad ferroviaria.
- Instalaciones de túnel: Baja Tensión, alumbrado y fuerza, Protección Contra Incendios, ventilación, vigilancia y control (antiintrusismo).

2 Instalaciones ferroviarias

2.1 Introducción

La ejecución de la variante ferroviaria implica la ejecución de las correspondientes instalaciones ferroviarias que posibiliten la circulación de trenes (principalmente de mercancía), en condiciones de calidad, fiabilidad y seguridad según los estándares de ETS.

A continuación se enumeran los diferentes sistemas a implementar:

- Electrificación: Catenaria rígida y convencional (tipo CA-160)
- Señalización: Señales luminosas, circuitos de vía, lazos - Euroloop, cajas de terminales, motores de aguja, etc.
- Comunicaciones: Fibra óptica, Tetra, etc.

De forma general, todas las instalaciones existentes que se vean afectadas por la ejecución de estos trabajos deberán ser repuestas.

2.2 Normativa

Se tomará como referencia toda la documentación disponible y que facilite ETS sobre lo instalado en los diferentes tramos (en ejecución o proyecto) para asegurar la compatibilidad entre sistemas.

- Se tomará en consideración la NAE 300 de Adif para la definición de la línea aérea de contacto. Si bien debe adaptarse la solución a la realidad de ancho métrico.
- Normas UNE, CENELEC, etc. En particular las que se enumeran a continuación:
 - UNE EN50121: Aplicaciones ferroviarias. Compatibilidad electromagnética. Todos los capítulos.
 - UNE-EN-50122 Aplicaciones Ferroviarias. Instalaciones Fijas. Seguridad Eléctrica, puesta a tierra y circuito de retorno
 - UNE EN50123: Aplicaciones ferroviarias. Instalaciones fijas. Aparata de corriente continua.

2.3 Electrificación

Actualmente, la catenaria instalada a lo largo de toda la red de ETS es del tipo CA-160 (poligonal atirantada con sustentador de Cu de 153 mm² y 2 hilos de contacto de CU de 107 mm²). Si bien, en algunos tramos en túnel se ha optado por catenaria rígida.

En el tramo objeto del presente estudio e independientemente de la alternativa elegida, se ha optado por implantar una solución mixta:

- Catenaria rígida en los tramos soterrados: Túnel en mina, falso túnel, etc.
- Catenaria tipo CA-160 a cielo abierto.

En la siguiente tabla se incluyen los tramos de catenaria tanto en túnel como a cielo abierto de cada alternativa:

ELECTRIFICACIÓN	ALTERNATIVA 1D	ALTERNATIVA 2
Catenaria rígida	545 m	764 m
Catenaria Convencional		500 m

A continuación se adjuntan las características constructivas de ambas soluciones.

2.3.1 Catenaria rígida

La catenaria rígida permite la electrificación de túneles que presentan un gálibo reducido.

En el caso que nos ocupa, estará compuesta por un perfil de aluminio en forma de mordaza, al que se fija el hilo de contacto de cobre, siendo el conjunto de ambos de gran rigidez y sección de paso de corriente.

Tanto el hilo de contacto como el perfil de aluminio se montan sin fuerza de tracción y por este motivo la catenaria rígida está menos expuesta a la rotura que la catenaria convencional.

Para absorber la dilatación del carril conductor se instalarán seccionamientos de catenaria cada 300 m.

Con el objeto de conseguir la continuidad eléctrica en los casos en que sólo se busca discontinuidad mecánica, se sitúan dos conjuntos de interconexión de carriles mediante dos cables de Cu 1 x 107 mm² extraflexible cada uno.

Para formar estos seccionamientos se superponen en un tramo de 4 m de longitud dos catenarias terminadas en rampa. La curvatura de estas barras facilita el paso suave del pantógrafo de una catenaria a otra. Los soportes para los seccionamientos tienen conjuntos de suspensión independientes para cada una de las dos barras, de forma que se pueda obtener una regulación de altura precisa.

- Las rampas finales sobresalen 1,8 m del soporte.
- Además, por razones de seguridad el hilo de contacto sobresaldrá 10 cm fuera del carril conductor y se doblará hacia arriba. Como medida de protección para mejorar el agarre sobre el hilo de contacto, esta sección estará provista con un tornillo.
- La separación entre las barras será de 25 cm en los seccionamientos.

Para dirigir las dilataciones y evitar los desplazamientos de la catenaria rígida se situará un punto fijo entre cada dos seccionamientos de aire. Los puntos fijos se consiguen anclando el carril a la bóveda del túnel o a otra estructura mediante dos cables de kevlar en la dirección longitudinal, uno en cada sentido.

Las fuerzas que se deben contrarrestar son principalmente las debidas a dilataciones del carril conductor y, en menor medida, las introducidas por fricción del pantógrafo u otros factores.

La línea aérea de contacto estará constituida por perfil aéreo de contacto o catenaria rígida. En esta instalación existen varias partes perfectamente diferenciadas, con sus piezas auxiliares, que son las siguientes:

- Carril conductor, formado por un perfil de aluminio, suministrado en barras de 10 m, en el que se inserta el hilo de contacto de cobre, del cual toma directamente la corriente el tren mediante los frotadores de los pantógrafos.
- Estructuras de soporte y anclaje, compuestas por diferentes estructuras metálicas, cuya misión es sustentar y fijar el carril conductor.
- Conjuntos de suspensión del carril conductor, cuyo fin es unir el perfil a las estructuras de soporte proporcionando el necesario aislamiento, permitiendo la regulación de la altura y descentramiento

del hilo de contacto y permitiendo el desplazamiento longitudinal del carril conductor con el fin de absorber sus dilataciones.

- Conjuntos de fijación del carril conductor, cuyo objeto es anclar el carril conductor en puntos fijos en dirección longitudinal.
- Conjuntos de conexión eléctrica al carril conductor, para la alimentación de la catenaria.

La barra tiene una abertura en su parte inferior para introducir en ella el hilo de contacto. La separación del perfil en su parte inferior es algo menor que el ancho de la garganta del hilo de contacto, lo que proporciona la fuerza necesaria para el agarre del hilo de contacto.

El perfil tiene en su parte inferior dos salientes para que circule por ellos el carro de tendido del hilo de contacto. Asimismo el perfil tiene dos ranuras en su parte inferior para que el carro de tendido del HC abra el carril conductor.

Se suministrarán diferentes tipos de barras de carril conductor:

- Barra estándar: una barra de carril conductor recta de 10 m de longitud, con taladros en sus extremos para la adaptación de la brida de unión entre barras.
- Barra final de carril conductor (rampa): es una barra curvada hacia arriba, más corta (habitualmente de 4 m) para facilitar el transporte. Se utiliza en los seccionamientos y en las agujas, para facilitar el paso suave del pantógrafo entre dos catenarias.
- Viga resorte de transición: se usa para hacer la transición de catenaria convencional a rígida. Es una barra de carril conductor con rebajes en su sección de forma que va disminuyendo su rigidez progresivamente. Se utiliza para evitar que el hilo de contacto sufra esfuerzos en el punto en que entra en el perfil de aluminio. Mediante una petaca de tornillos el hilo de contacto queda retenido por el perfil para compensar la tensión del hilo de contacto de catenaria convencional.
- Barra de punto fijo: si no se utiliza la petaca de tornillos en la viga de transición (esto depende del fabricante), se utiliza una barra de punto fijo. Esta consigue retener el hilo de contacto por presión mediante tornillos, para lo que dispone de unos taladros en el alma.

2.3.2 Catenaria Poligonal atirantada

En los tramos a cielo abierto y en la conexión con la vía general lado Irún se instalará catenaria simple poligonal atirantada, formada por un sustentador de Cu de 153 mm² de sección y dos hilos de contacto (107 mm² de sección cada uno).

Los conductores a utilizar son:

- Sustentador Cu de 153 mm².
- Hilo de contacto Cu de 107 mm².
- Péndolas Cu extraflexible de 25 mm² de sección.
- Cable de tierra Sección 116,2 mm² de aluminio-acero (LA 110).

La tensión de alimentación será en corriente continua a una tensión nominal de 1.500 Vcc., siendo la mínima 1.000 y la máxima 1.800 Vcc. según ficha 600 OR de la UIC.

La altura nominal del sistema será de 1,40 m en vía general. Esta altura podrá variar en función de los obstáculos en el camino (pasos superiores, etc.) pero siempre dentro de los valores permitido por ETS.

La altura nominal del hilo de contacto respecto al plano medio de rodadura será de 4,70 m (siempre que sea posible). Siendo la altura mínima exigida en obstáculos superiores de 4,30 m.

El vano máximo adoptado será de 50-60 m en recta para una altura del sistema de 1400 mm., siendo los vanos en curva variables de acuerdo con el radio de la curva, de modo que no se supere el valor de flecha máxima (35 mm).

El pendolado estará definido para que el hilo de contacto presente, en posición estática, una flecha igual a 0,6 ‰ de la longitud del vano.

La diferencia entre vanos contiguos no será mayor de 10 m en general y la diferencia entre vanos contiguos en una aguja de 5 m.

Los valores nominales de montaje y tolerancia admitidos en los apoyos para el descentramiento serán:

- En recta ± 20 cm en todos los apoyos, con una tolerancia de +3cm y -1cm.
- En curva + 20 cm en el exterior de la curva con una tolerancia de ± 2 cm, y <30 cm en el centro.

La pendiente máxima, impuesta por la presencia de un paso superior o túnel, será del 3 ‰, no excediendo del 1,5 ‰ entre dos vanos consecutivos y del 1 ‰ en el comienzo y final de la transición.

La longitud máxima del cantón de compensación será de 1.200 m (900 metros en tramos curvos), con compensación conjunta para el sustentador y los hilos de contacto a cada lado. Se proyectará un punto fijo en la mitad del cantón.

En caso de cantones de seccionamiento inferiores a 600 m., las compensaciones se colocarán en un solo extremo, en principio, aguas arriba en el sentido de la circulación normal.

Los seccionamientos se realizarán en función de la longitud de los vanos.

- Vano ≥ 50 m 2 S/E (seccionamiento de 3 vanos).
- 50 m $> x \geq 35$ m 2 S/E y E (seccionamiento de 4 vanos).
- Vano ≤ 35 m 2 S/E y 2 E (seccionamiento de 5 vanos).

La separación entre catenarias en los seccionamientos será de 20 cm salvo en los seccionamientos de lámina de aire o estación que serán de 30 cm.

Los seccionamientos de compensación se montarán con doble conexión de alimentación entre los sustentadores y entre los hilos de contacto.

Una buena sensibilidad de reacción del equipo de regulación de la tensión mecánica, ante dilataciones y contracciones por cambios de temperatura, es imperativo si se desea mantener el perfil de la catenaria dentro de parámetros aceptables.

Por ello, y teniendo en cuenta las tensiones diferenciales en sustentador e hilos de contacto, se adopta:

- Sustentador 1.200 kg.
- Hilo de contacto 900 kg.
- Regulación de la tensión mecánica con anclajes comunes para el sustentador y los hilos de contacto, mediante poleas de aluminio y contrapesos independientes.

Las poleas de compensación se montarán en alineación vertical y se utilizará el sistema BLODI. El sistema "BLODI" evita el destensado de la catenaria actuando como un "freno de emergencia". Al cortar el cable los contrapesos caen pero la línea queda prácticamente tensa (con pérdidas de tense entre el 5% y el 10%), lo cual permite a las circulaciones seguir pasando una vez establecidas las precauciones

oportunas, ya que la línea queda sin compensar. La actuación del freno es advertida por los maquinistas gracias a la señalización que despliega el sistema al actuar, lo cual permite avisar al personal de mantenimiento.

La implantación de todos los elementos de la catenaria debe tener en cuenta la Instrucción Técnica del Gálido de la Red en vigor.

La distancia entre las caras enfrentadas del poste y el carril más próximo a él será de:

- En recta o curva exterior	1,60	±0,10 m
- En curva interior	1,60	+0,10 m -0,05 m
- En curva interior (300 m > R < 150 m)	1,90	+0,20 m -0,05 m
- En curva interior (R < 300 m)	2,00	+0,20 m -0,05 m

El sistema de L.A.C. debe proyectarse para su correcto funcionamiento con las condiciones ambientales siguientes:

- Temperatura mínima ambiental	-15°C
- Temperatura máxima ambiental	45°C
- Temperatura máxima en conductores	80°C
- Velocidad máxima del viento	120 km/h
- Espesor máximo del manguito de hielo	9 mm

Se adopta un desgaste máximo permitido de los hilos de contacto del 30%.

Se utilizarán péndolas conductoras del tipo Co6 de Cu extraflexible de 25 mm² de sección, incorporando la grifa homologada para el sustentador y el hilo de contacto. El pendolado se realizará por parejas separadas 0,5 m.

- Ambas partes fijas	0,150 m
- Una parte móvil	0,250 m
- Línea mínima de fuga de los aisladores	0,300 m

Las agujas serán del tipo cruzada en el punto P35 y el descentramiento se realizará siempre hacia el lado de la vía desviada.

Todos los postes irán unidos mediante cable de tierra de aluminio-acero (LA 110) mediante grapa de suspensión G36U o equivalente, realizando la toma de tierra como máximo cada 3 km, con resistencia a la difusión menor de 10 Ohmios.

Se colocarán pararrayos en todos los puntos fijos, con una toma de tierra independiente de la del cable guarda, con una resistencia a la difusión menor de 10 Ohmios.

Todas las tomas de tierra se realizarán mediante la ejecución de pozo de tierra principal, compuesto por 6 picas Ac-Cu 300 micras, unidas con conductor de 95 mm² Cu desnudo, 4 de ellas formando un anillo alrededor del poste de electrificación, y el resto de forma radial desde la arqueta de registro. En el caso de tener una resistencia superior a 10 ohmios, se colocarán más picas en forma radial.

Independientemente de las picas necesarias, una de ellas se considerará como principal que será la más cercana al poste. Esta se encontrará alojada en una arqueta prefabricada de 40 cm x 40 cm x 50 cm preferiblemente de fibra de vidrio con tapa de hormigón.

Para las cimentaciones de los postes se utilizarán macizos de geometría prismática realizada de hormigón en masa, del tipo desmonte o terraplén, según se recoge en las NAE 105 y 106 de ADIF. Para los anclajes de punto fijo se han proyectado anclajes tipo An6, siendo An7 para los anclajes de seccionamiento.

La cara superior de los macizos se replanteará a una altura del plano de rodadura medio de la vía según requisitos de ETS.

El tipo de cimentación dependerá del tipo de poste a emplear y de las características y de la capacidad de carga del terreno, donde se realice la cimentación.

La fijación de los pernos de anclaje se realizará mediante la plantilla adecuada y preferiblemente estarán embebidos para evitar la instalación a posteriori.

Serán perfiles metálicos normalizados tipo HEA y galvanizados con una longitud máxima hasta 8 metros para los perfiles HEA 220 y HEA 240. Una vez instalados se revisará su altura y se recortará lo que sobre.

Estarán provistos en su base de una placa que facilitará su fijación a la cimentación y su posible desmontaje.

Se utilizarán los conjuntos Ca 1RT-TG, Ca 10 RT-TG y Ca 11 RT-TG con rótula de giro tanto en ménsula como en tirante y tensor de regulación de longitud, tipo K3C o equivalente, en el tirante.

Para agujas y seccionamientos es necesario instalar ménsulas de mayor tamaño a las normalizadas (+30, +50, +70). Se han valorado las normalizadas y se han incluido partidas para el suministro y montaje de agujas y seccionamientos, donde queda incluidos el suplemento por el suministro de esas ménsulas y los trabajos de ajuste y atirantado correspondiente.

Adicionalmente y debido a la ejecución en fases de la obra y los condicionantes geométricos se instalarán ménsulas dobles (tipo Cn6a) sobre postes HEA con giro.

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

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

Tanto las rótulas de ménsula como de tirante serán suministradas como conjunto por el mismo fabricante con las tolerancias y características según normativa de aplicación.

Los conjuntos más habituales a montar serán del tipo:

- Atirantado fuera: Ca7 para recta y Ca27 para curva.
- Atirantado dentro: Ca8 para recta y Ca28 para curva.

En equipos de vía general se montarán conjuntos Ca-2 y Ca-4 para curva y recta respectivamente.

En seccionamientos y agujas se montarán conjuntos Ca-6 normalizados.

Los aisladores a utilizar deberán estar homologados por ETS, tanto el producto como el proveedor.

Se usarán aisladores A-6P y A-7P para diábolos con ejes de acero inoxidable (conjuntos Ca-2 y Ca-4) en suspensiones.

En los seccionamientos y agujas, se usarán aisladores del tipo A 65 (conjunto Ca-6) para las suspensiones.

En atirantado se utilizarán bien en vidrio RT51 VV y A11 VV o en cerámica, no admitiéndose aisladores de herraje interno.

En anclajes de cables de cobre o dos hilos de contacto aisladores de vidrio del E 70 RZ + E 70 RZ TC o similar.

Para el montaje, se seguirá la Norma NAE-LAC correspondiente y para las protecciones se seguirán las instrucciones para la puesta a tierra de los postes, accionamientos, cuadros de mando, etc.

2.3.3 Subestaciones Eléctricas de Tracción

La ejecución del nuevo tramo no requiere ningún tipo de actuación extra sobre las subestaciones eléctricas de tracción existentes o proyectadas en los tramos colindantes.

2.4 Señalización

Debido a la ejecución de la nueva variante es necesaria la construcción de una serie de desvíos ferroviarios para hacer efectiva la circulación de trenes. La principal característica y dificultad que plantea esta nueva situación es la de coordinar los bloqueos entre estaciones.

Asimismo, en el puesto de Mando se deberán incluir los nuevos itinerarios, incluyendo la actualización del software.

Como consecuencia de lo anterior, en base al programa de explotación definitivo del tramo y en función de la alternativa elegida, será necesario realizar los siguientes trabajos:

- Actualización tanto a nivel de software como de hardware de los enclavamiento colindantes para incluir el nuevo tramo objeto del presente estudio informativo.
- Nuevo tendido de cableado para señales y circuitos de vías e instalación de cajas de terminales.
- Instalación de señales para túnel y cielo abierto tipo Led normalizadas por ETS.
- Instalación del sistema de frenado automático: Euroloop.
- Instalación de Circuitos de vía (Equipamiento en cabina, unidades de sintonía, emisores, receptores, etc.).
- Instalación de Motores de aguja, mando local, etc.
- Ingeniería, pruebas y puesta en marcha.

2.5 Comunicaciones

Será necesario ampliar y modificar la red de comunicaciones existente.

3 Instalaciones de túnel

3.1 Introducción

Las instalaciones del túnel van a depender de la solución elegida ya que la longitud del tramo soterrado para ambos casos es distinta. A continuación se indica la longitud soterrada para cada una de las soluciones:

- Alternativa 1D: 545 m
- Alternativa 2: 769 m

3.2 Suministro eléctrico

La alimentación de los nuevos equipos que se instalarán en el tramo soterrado se llevará a cabo desde las estaciones colindantes con el tendido de una línea de 3000V en corriente alterna.

Próximo a cada ventilador se instalará un centro reductor, similar a los que se instalan para los equipos de señalización. Además del centro reductor se instalará un cuadro de Baja Tensión desde el que se alimentarán tanto los ventiladores como las luminarias y el resto de elementos previstos en los tramos soterrados de cada alternativa.

En la siguiente tabla se incluyen los consumos estimados para cada una de las alternativas:

	ALTERNATIVA 1D (W)	ALTERNATIVA 2 (W)
ALUMBRADO Y FUERZA ⁱ	8.450	10.690
VENTILACIÓN	40.000	40.000
PCI	2500	3000
VIGILANCIA Y CONTROL	3.000	3.000
TOTAL	53.950	56.690

3.3 Baja Tensión

De forma general, todo el cableado será de cobre, no propagadores del incendio, libre de halógenos y con emisión de humos y opacidad reducida, según norma UNE 21.123 parte 4 ó 5, o norma UNE 21.1002, con secciones diferentes en función de la potencia a alimentar y de la distancia al origen de la instalación. Los cables que vayan en canalizaciones entubadas y enterradas serán resistentes a la humedad y a la acción de los roedores.

En particular, el cableado será de diferente tipología en función de los servicios a alimentar:

ⁱ Se han considerado en el sumatorio total una sola toma de fuerza de 3.000W

- Para los servicios esenciales (ventilación, alumbrado de emergencia, alumbrado de seguridad y CCTV) serán cables resistentes al incendio del tipo SZ1-K (AS+), siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE-EN 50.200
- Para el resto de equipos eléctricos el cableado será del tipo RZ1-K (AS).
- Los cables de control y señales, en interior de túnel, de servicios esenciales de tensión inferior a 110 V, serán del tipo SOZ1-K (AS+) resistentes al incendio 842°C 90 minutos, para el resto serán del tipo RC4Z1-K.

3.4 Alumbrado y fuerza

Se dispondrá de un sistema de alumbrado principal que garantice la evacuación del túnel, éste podrá estar basado en una solución autónoma (baterías o kits de emergencia) o colgando de SAI.

La iluminación de emergencia, estará a una altura no superior a 1,5 metros asegurando una iluminancia media de 10 lux y 0,2 cd/m² en la evacuación a pie de los usuarios.

Así por tanto, se preverán luminarias autónomas Led estancas de 1x18 W a una distancia máxima de 15 metros entre ellas y con un grado de protección mínimo IP 66 e IK 9.

Asimismo, se instalarán a lo largo del tramo cada 100 metros tomas de corriente monofásicas y trifásicas para posibilitar la alimentación de los equipos de los servicios de emergencia.

3.5 Protección Contra Incendios

El sistema de Protección Contra Incendios se puede dividir en dos subsistemas: detección, extinción de incendios y señalización.

Todos los sistemas de detección estarán comunicados con el Puesto de Mando, utilizando el mismo protocolo de comunicaciones existente.

3.5.1 Detección

Detección lineal a lo largo del túnel mediante cable sensor de temperatura. Además y en previsión de que puedan circular máquinas diesel, se ha previsto un sistema de detección de gases.

- Sistema de detección lineal. Se instalará a lo largo del túnel un cable sensor de temperatura con su correspondiente centralita que deberá estar integrada dentro de la red de comunicaciones. Se dejarán puntos de cable para su mantenimiento, así como cocas para posibles ampliaciones. Se sujetará a la bóveda del túnel.
- Sistema de detección de gases. Se instalarán nodos de detección de humos debido a que está previsto la circulación de trenes de mercancías con máquina de tracción diesel.

3.5.2 Extinción

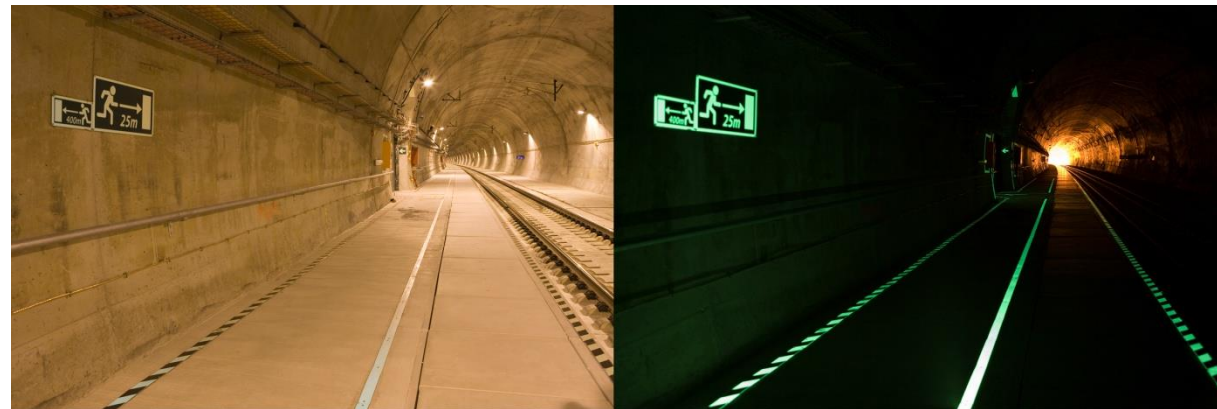
El punto de acometida de la red contraincendios en el exterior estará próximo a un hidrante de la red de abastecimiento municipal. De esta forma está asegurada la continuidad en el suministro de agua.

Se dispondrán bocas siamesas, extintores y pulsadores cada 50 metros a lo largo de todo el tramo.

Los extintores estarán protegidos por un armario metálico y estarán convenientemente señalizados. Además, dispondrán de una señal de actuación sobre el elemento en cuestión que lance una alarma visible desde el puesto de mando.

3.5.3 Señalización de Evacuación

Las señales de evacuación se colocarán en las paredes laterales con una interdistancia máxima de 25. Además se instalarán señales fotoluminiscentes sobre los equipos PCI.



Fotografía nº1. Foto2. Señal fotoluminiscente de salida de Emergencia

Fuente <http://www.jaliteinternational.com/productos.html>

3.6 Ventilación

El sistema de ventilación previsto para el nuevo túnel estará diseñado para evacuar los humos o el aire contaminado (alta concentración de gases tóxicos) del interior del mismo. Así por tanto, se distinguen dos modos de funcionamiento:

- Operación Normal: Se ha previsto el funcionamiento del sistema de ventilación para mantener la calidad del aire en el interior del túnel. De ésta forma, la ventilación se activará ante la detección de presencia de los gases o partículas analizadas hasta la desaparición de la señal de activación, respetando el tiempo mínimo en régimen permanente recomendado por el fabricante que permita la conservación de los ventiladores y su sistema de arranque.
- Operación de Emergencia: El sistema debe ser capaz de realizar la evacuación del humo producido en caso de incendio, permitiendo la evacuación segura de las personas que se encuentren en el interior del túnel.

Para ambas situaciones se ha proyectado una solución basada en el uso de ventiladores axiales similares a los instalados en el metro de donostialdea: Ud. de equipamiento de galería o pozo de ventilación de emergencia, incluido suministro y montaje de dos ventiladores axiales 400 °C 2h, incluidos filtros, rejillas,

cableado de fuerza y control, cuadro de mando y control, arrancadores, etc. totalmente instalado, programado y en funcionamiento.

Para el cálculo del nº de las pérdidas de los ventiladores se tomará el caso más desfavorable, es decir, en situación de incendio. Se aplicarán las fórmulas de equilibrio de presiones en base a la formulación que se incluye a continuación.

3.6.1 Cálculo de la ventilación

CÁLCULO DE PÉRDIDAS PARA VENTILACIÓN SANITARIA	
$P_{\text{ventiladores}} \geq P_{\text{fricción}} + P_{\text{singulares}} + P_{\text{atm}} + P_{\text{ch}} + P_{\text{tráfico}}$	<p>$P_{\text{fricción}}$ pérdidas por fricción (Pa)</p> <p>$P_{\text{singulares}}$ pérdidas singulares para la dilución (Pa)</p> <p>P_{atm} diferencia de presiones entre las bocas del túnel (Pa)</p> <p>P_{ch} pérdidas debido al efecto chimenea.</p> <p>$P_{\text{tráfico}}$ pérdidas por efecto del tráfico, efecto pistón (Pa).</p>
$P_{\text{fricción}} = \frac{\lambda \cdot L \cdot V^2 \cdot \rho_{\text{aire}}}{2 \cdot Dh}$ $P_{\text{singulares}} = \sum_{\text{entrada}} \frac{V^2 \cdot \rho_{\text{aire}}}{2} + \sum_{\text{salida}} \frac{V^2 \cdot \rho_{\text{aire}}}{2}$ $P_{\text{atm}} = P_{\text{viento}} + P_{\text{bar}} \quad P_{\text{viento}} = \frac{1}{2} \cdot \rho_0 \cdot V_{\text{viento}}^2 \cdot \cos^2 \alpha$ $P_{\text{ch}} = g \cdot \text{Pendiente} \cdot L \cdot (\rho_0 - \rho_{\text{aire}})$ $P_{\text{tráfico}} = C_w \cdot \frac{S_v}{S} \cdot \frac{\rho_{\text{vehículo}}}{2 \cdot g} \cdot IHO_{\text{vehículo}} \cdot (V_{\text{vehículo}} - V) \cdot V_{\text{vehículo}} - V $	<p>λ coeficiente de pérdida por fricción. Se establece en 0,025</p> <p>ρ_{aire} densidad del aire en el interior del túnel (kg/m³)</p> <p>L longitud del túnel (m)</p> <p>V velocidad del aire de ventilación (m/s)</p> <p>Dh diámetro hidráulico (m)</p> <p>ξ_{entrada} coeficiente de pérdidas localizadas a la entrada, 0,5</p> <p>ξ_{salida} coeficiente de pérdidas localizadas a la salida, 1</p> <p>ρ_0 densidad del aire a temperatura ambiente (kg/m³)</p> <p>V_{viento} velocidad del viento en el ambiente exterior (m/s)</p> <p>α ángulo de incidencia del viento en la boca del túnel</p> <p>H montera máxima del túnel (m)</p> <p>g aceleración de la gravedad (m/s²)</p> <p>Pendiente pendiente del túnel</p> <p>C_w Coeficiente de empuje/resistencia (m²)</p> <p>S_v Área transversal del vehículo (m²)</p> <p>S Sección del túnel (m²)</p> <p>IHO Vehículos en el túnel (vh/h)</p> <p>$V_{\text{vehículos}}$ Velocidad de los vehículos (m/s)</p>
$F_{\text{real}} = F_{\text{unitario}} \cdot \eta_{\text{ubicación}} \cdot \eta_{\text{proximidad}}$ $\eta_{\text{ubicación}} = \left(\frac{2 \cdot d}{D} \times 0,04 \right) + 0,79$ $\eta_{\text{proximidad}} = 0,9$	<p>F_{real} empuje que aporta un ventilador (N).</p> <p>F_{unitario} empuje unitario del ventilador (N)</p> <p>$\eta_{\text{ubicación}}$ factor de rendimiento en el que se incluyen las pérdidas debidas a la cercanía a la pared.</p> <p>$\eta_{\text{proximidad}}$ factor de rendimiento en el que se incluyen las pérdidas debidas a la cercanía a la pared.</p> <p>d distancia desde el eje central del ventilador a la pared más cercana (m).</p> <p>D diámetro del ventilador (m).</p>

3.6.2 Alternativa 1D

DATOS DEL TÚNEL		
Sección transversal túnel (S)	35	m ²
Longitud del túnel (L)	545	m
Perímetro (P)	22	m
Diámetro Hidráulico (Dh)	6,36364	

V_{aire}	2,17	m/s	F_{real}	1377,2	N
$P_{\text{fricción}}$	6,19	Pa	$\eta_{\text{ubicación}}$	0,85667	
$P_{\text{singulares}}$	4,33	Pa	$\eta_{\text{proximidad}}$	0,9	
P_{atm}	18,98	Pa			
P_{ch}	0,00	Pa			
$P_{\text{tráfico}}$	9,84	Pa	F_{unitario}	1786,25	N
P_{total}	39,35	Pa			

En este caso, la medición será 1, a situar en la confluencia del túnel de la Variante (P.K.: 0+350) con la galería de ataque.

3.6.3 Alternativa 2

DATOS DEL TÚNEL		
Sección transversal túnel (S)	35	m ²
Longitud del túnel (L)	764	m
Perímetro (P)	22	m
Diámetro Hidráulico (Dh)	6,36364	

V _{aire}	2,17	m/s	F _{real}	1464,22	N
P _{fricción}	8,67	Pa	η _{ubicación}	0,85667	
P _{singulares}	4,33	Pa	η _{proximidad}	0,9	
P _{atm}	18,98	Pa			
P _{ch}	0,00	Pa			
P _{tráfico}	9,84	Pa	F _{unitario}	1899,12	N
P _{total}	41,83	Pa			

Al igual que en el caso anterior, la medición será 1, a situar en el falso túnel entre el P.K. 0+715 a 0+728.

3.7 Vigilancia y control

Todas las actuaciones y medidas previstas en el túnel de cada alternativa van encaminadas a facilitar la detección y control del incendio o nube de humos y la evacuación de las personas, siendo éste último el objetivo principal (vía libres de humos y obstáculos).

Para ayudar en las tareas de evacuación, se dispondrá del alumbrado de evacuación y la señalización fotoluminiscente anteriormente comentadas.

- Asimismo, para controlar el intrusismo en los emboquilles de los túneles y galerías de emergencia se dispondrá de un sistema de videovigilancia: Ante una señal de alarma permite tener una primera visión de la situación y de esta forma determinar la mejor solución de actuación para cada caso, discriminando falsas alarmas.

3.8 Conclusión

Ante una situación de fuego y una vez que todo el personal (maquinistas, viajeros, etc.) ha sido evacuado se procederá a la extinción del incendio con medios propios y/o externos.

Para tal fin, se han previsto las siguientes medidas: la resistencia del túnel frente al fuego (revestimiento) y la rápida extinción (extintores y tomas siamesa).

En cualquier caso, el sistema de ventilación y el resto de sistemas deberán quedar integrados dentro de los sistemas implantados en el resto del túnel, al igual que el sistema de drenaje del túnel.