

## **ANEJO Nº 13. ELECTRIFICACIÓN E INSTALACIONES**



**ANEJO Nº 13. ELECTRIFICACIÓN E INSTALACIONES****ÍNDICE**

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	ELECTRIFICACIÓN .....	1
2.1	CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO .....	1
2.2	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....	2
2.2.1	INSTALACIONES ASOCIADAS .....	3
3	INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES .....	3
3.1	SITUACIÓN ACTUAL .....	4
3.2	INSTALACIONES DE SEGURIDAD.....	4
3.2.1	Enclavamientos.....	5
3.2.2	Sistema de protección automática de tren .....	5
3.2.3	Señales .....	6
3.2.4	Detección de presencia de tren .....	6
3.2.5	Accionamientos de desvios.....	6
3.2.6	Cables.....	7
3.2.7	Obra civil.....	7
3.2.8	Telemando .....	7
3.2.9	Edificios.....	7
3.3	SUMINISTRO DE ENERGÍA .....	7
3.4	INSTALACIONES DE COMUNICACIONES .....	8
3.4.1	Principios generales.....	8
3.4.2	Arquitectura de red.....	9
3.4.3	Arquitectura del sistema de transmisión .....	9
3.4.4	Tráfico .....	10
3.4.5	Sistema de transmisión.....	10
3.4.6	Sistema de acceso.....	10
3.4.7	Sistema de conmutación de voz .....	11
3.4.8	Sistema de transmisión de datos .....	11
3.4.9	GSM-R .....	11



## 1 INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo por un lado se describen las actuaciones en materia de instalaciones de seguridad y comunicaciones necesarias para el Estudio Informativo y que tiene como finalidad plantear las alternativas posibles para la electrificación de la Red Ferroviaria en Lorca, considerando criterios económicos, funcionales, urbanísticos, etc., para que la integración del ferrocarril en el núcleo urbano sea adecuada.

## 2 ELECTRIFICACIÓN

El tramo de línea correspondiente a la integración en Lorca forma parte de la futura Línea de Alta velocidad Murcia – Almería y por lo tanto debe cumplir con las especificaciones de este tipo de Líneas.

Las líneas de Alta Velocidad deben cumplir las recomendaciones de las normativas UIC, CEI y CENELEC (Comisión Europea para la Normalización Electrotécnica), con respecto a los Sistemas de Electrificación; acordes igualmente, con los criterios y requerimientos específicos de cada Administración Ferroviaria.

Las exigencias establecidas por las Directivas de la Comunidad Europea, definen que “todas las líneas nuevas a construir para explotar a la velocidad de 250 km/h, y superiores, deben hacerse con alimentación en corriente alterna 25 kV 50 Hz c.a”

Aunque la velocidad de proyecto en todo el tramo es de 120 km/h, este tramo, se encuentra integrado dentro de la línea de Alta Velocidad Murcia-Almería. Por tanto, y para estar en consonancia con toda la línea, se plantea el siguiente sistema de electrificación:

- Sistema de Electrificación a 25 kV 50 Hz c.a.
- Catenaria tipo Alta Velocidad
- Subestaciones transformadoras (y autotransformadoras para el sistema 2x25 kV) en número y características acordes con la velocidad y tráfico previstos

Los trabajos de instalación, no tienen por qué ser compatibles con la circulación de los trenes, puesto que para la construcción del nuevo tramo, se producirá el corte del servicio a partir de Lorca San Diego en adelante.

Lógicamente, el dimensionamiento eléctrico de la línea se realiza para tramos más extensos y por lo tanto se desconoce actualmente la situación de las Subestaciones y Autotransformadores de la línea Murcia – Almería. Teniendo en cuenta que la longitud del tramo incluido en el presente estudio es de 3,170 km, no se plantea en el presente estudio informativo, la posibilidad de la inclusión de ninguna Subestación en el tramo.

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO

Con objeto de integrar el ferrocarril en el casco urbano hay dos alternativas con las siguientes características principales:

#### Alternativa 1

En esta solución, habrá vía doble en superficie en todo el tramo, desde la salida de la estación de San Diego en el P.K. 201+737,954 hasta el final del tramo situado en el P.K. 204+907. El tramo comprendido entre el P.K. 202+355 y el P.K. 204+260, la traza ferroviaria estará situada entre pantallas de protección acústica.

Los postes y los pórticos de la catenaria situados en la zona entre pantallas, se instalarán sobre estas.

#### Alternativa 2

En este caso, al igual que en el caso anterior, se plantea vía doble en todo el tramo, pero con una zona soterrada que va desde el P.K. 202+050 al P.K. 204+600.

Se plantean diferentes soluciones en función del gálibo disponible y la solución constructiva adoptada en cada tramo. Estas particularidades obligan a reducir la altura del sistema hasta 0,80 m, y altura del hilo de contacto a 5,30 m sobre cota de carril. Considerando la reducción de velocidad en este tramo (hasta una velocidad máxima de 120 km/h), esta solución no presenta ningún problema de explotación. El gradiente

máximo de la altura del hilo de contacto en la zona de transición será del 4 ‰ y la variación máxima del gradiente 2‰.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Actualmente en el tramo, existe vía única sin electrificar.

La electrificación consistirá por lo tanto en la instalación de una línea aérea de contacto tipo C-350. Hay restricciones de gálibo en algunas zonas y por lo tanto es necesaria alguna solución especial.

Los trabajos por lo tanto serán de manera genérica los siguientes:

- Cimentaciones
- Instalación de postes, pórticos y silletas en túnel.
- Instalación de ménsulas y otros equipos de catenaria
- Tendido de conductores de catenaria
- Tendido de Feeders y otros cables de alimentación
- Instalación de seccionadores, protecciones y equipos de telemando

Cada una de las dos alternativas analizadas requieren de soluciones particulares. A continuación se describen las soluciones particulares de cada caso.

### Alternativa 1

En la zona de vía entre pantallas no hay gálibo para instalar postes sobre la plataforma.

Se instalarán postes sobre las pantallas, y los equipos se sustentarán sobre pórticos rígidos.

En el caso del viaducto sobre el río Guadalentín (P.K. 202+256,729 al 202+340,229), los postes se colocarán sobre los estribos del viaducto.

En el documento de planos puede apreciarse con más detalle las soluciones propuestas.

### Alternativa 2

En la zona de vía soterrada la catenaria se sustenta generalmente mediante silletas, colocadas sobre pórtico rígido, salvo en la zona de losa continua, donde las silletas se colocan directamente a la losa.

En el documento de planos puede apreciarse con más detalle las soluciones propuestas.

Las principales diferencias con el tramo a cielo abierto son los siguientes:

- La instalación de las ménsulas se realizará sobre soportes que irán fijados a la bóveda/losa del túnel, cuando la altura lo permita. El soporte será una silleta formada por un tubo cuadrado con varios puntales que aseguren su estabilidad y geometría.
- Las guías de los equipos de contrapesos deberán adaptarse a la geometría del túnel. Las pesas de los equipos de compensación serán prismáticas, bien de hormigón o de fundición.
- La compensación se realizará en 5 vanos
- Los cables de retorno se anclan a la entrada de los túneles y se conectan a las líneas de retorno tendidas en el interior y que se encuentran unidas a las estructuras portantes de las ménsulas. Estas líneas también se anclan en la bóveda en las dos bocas.
- Los feeders estarán suspendidos mediante herraje independiente y dichos herrajes se conectarán al sistema de puesta a tierra y retorno de tracción. Para este fin se deberá prever un segundo cable de retorno que una las suspensiones de los feeders. Este montaje evita las conexiones del herraje del feeder al cable de retorno en cada suspensión. En caso necesario, por problemas en el cumplimiento de las distancias de aislamiento es posible la utilización de cable aislado.

- Cada 450 m aproximadamente se conectarán los cables de retorno al carril de retorno y se interconectarán los carriles de retorno entre sí.
- Adicionalmente y cada 50 m se instalará un latiguillo de conexión que unirá las estructuras metálicas del túnel, a través del cable colector o pletina de puesta a tierra de instalaciones del túnel, con el circuito de retorno y puesta a tierra. En las bocas de los túneles, y al mismo tiempo que se conectan los cables de retorno de trayecto y túnel, se establecerá una conexión transversal.

## **2.2.1 INSTALACIONES ASOCIADAS**

### **2.2.1.1 Calefacción de agujas**

Ante la posibilidad de que el hielo o la nieve puedan afectar al normal funcionamiento de los cambios es necesario incluir equipos calefactores que solventen el problema y no disminuyan la operatividad del sistema.

El sistema de calefacción de agujas se compone de los siguientes equipos principales:

- Acometida en alta tensión desde catenaria o feeder
- Centro de transformación en poste
- Armario central y satélites de control
- Calefactores y fijación
- Cableado en campo de la instalación.
- Control

De manera general el sistema funciona con elementos calefactores longitudinales fijados al carril a lo largo de los espadines y corazón de los cambios, así como en traviesas huecas, a excepción de aquellos cambios con corazón fijo, que no necesitan calefacción debido a que no tienen movimiento.

### **2.2.1.2 Acometidas a casetas técnicas y casetas de telefonía móvil BTS y BTO**

Las casetas técnicas de señalización, GSM-R, operadores públicos, edificios técnicos. etc se alimentan desde catenaria, como energía primaria.

Para ello deben disponer de:

- Transformador 25/0,23 kV, normalmente situado en un poste independiente, próximo al poste de sustentación de catenaria, y exterior a la canaleta.
- Interruptor monofásico
- Fusible
- Autoválvula
- Protección para la zona de Baja tensión
- Cableado correspondiente.

## **3 INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES**

El ámbito de este estudio está definido por los tramos anterior y posterior en el desarrollo de la línea de alta velocidad Murcia – Almería. El tramo Sangonera – Lorca finaliza en el P.K. 48+889 del Estudio Informativo Murcia – Almería (P.K. 1/085 de la línea Lorca Sutullena-Lorca San Diego), tomándose como inicio del presente estudio informativo. El tramo Lorca – Pulpí comienza en el P.K. 52+055 del Estudio Informativo Murcia – Almería (P.K. 2/090 de la línea Lorca – Baza), y se define como fin del presente estudio informativo.

Debido a que esta línea se encuentra catalogada dentro de las líneas interoperables, se deberán cumplir, entre otros, los criterios de interoperabilidad establecidos por los organismos europeos competentes, en especial se seguirán las normas, especificaciones técnicas y documentos dictados por EEIG, ECSAG/UNISIG, UIC, CENELEC, EIRENE y MORANE.

Los sistemas principales que deben considerarse en líneas de estas características son:

- Enclavamientos
- Bloqueos Automáticos Banalizados
- Sistema ATP/ATC ERTMS de protección automática de tren
- Sistema ASFA
- Sistema de detección de tren
- Telemando de las instalaciones de señalización
- Sistemas de transmisión
- Sistema de conmutación de voz
- Sistema GSM-R
- Suministro de energía

### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL

El tramo objeto de este estudio pertenece a la línea Murcia Mercancías – Águilas.

Actualmente el tramo de estudio está constituido por una vía única sin electrificar, explotada en régimen de Control de Circulación por Radio (CCR) entre las estaciones de Murcia Mercancías y Lorca Sutullena, y Bloqueo Telefónico (BT) entre esta última y la estación de Águilas. Así mismo, cuenta con el sistema de protección ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático).

En cuanto a comunicaciones, cabe destacar que el tramo objeto del estudio cuenta con el sistema de radiocomunicaciones Tren – Tierra en el trayecto comprendido entre las estaciones de Murcia Mercancías y Lorca Sutullena.

El tramo cuenta con los siguientes Pasos a Nivel:

- Paso a nivel Calle Fajardo el Bravo, P.K. 202+590 (0/235). Paso a nivel protegido con barreras automáticas.
- Paso a nivel peatonal Alameda de Ramón y Cajal, P.K. 202+725 (0/095). Paso a nivel exclusivo para peatones.
- Paso a nivel peatonal Alameda de La Constitución, P.K. 202+815 (0/005). Paso a nivel exclusivo para peatones.
- Paso a nivel Alameda de Cervantes, P.K. 203+320 (0/493). Paso a nivel protegido con barreras automáticas.
- Paso a nivel Camino Marín, P.K. 203+725 (0/905) Paso a nivel protegido con barreras automáticas.
- Paso a nivel Calle Martín Morata, P.K. 204+010 (1/185). Paso a nivel protegido con barreras automáticas.

### 3.2 INSTALACIONES DE SEGURIDAD

Las instalaciones de seguridad estarán compuestas fundamentalmente por los enclavamientos con sus elementos asociados y los sistemas de protección de trenes. Dichos sistemas deberán estar relacionados entre sí y con el resto de los sistemas de la línea. Estas instalaciones permitirán el movimiento de las circulaciones tanto en el interior de las estaciones como en el trayecto entre las mismas.

Los sistemas de seguridad ferroviarias fundamentales son:

- Enclavamientos y Bloqueos. Permiten el movimiento seguro de los trenes en estaciones y en los trayectos existentes entre las mismas.
- Sistema de Protección Automática de Tren (ATP). Este sistema de seguridad permite a través de señalización directamente en cabina, que el maquinista disponga en su pupitre de control de todos los datos que necesita para la

conducción segura del tren. Este sistema cuenta con equipamiento tanto a nivel de instalaciones fijas como de material rodante.

- Control de Tráfico Centralizado (CTC). Es el sistema auxiliar de explotación, que permite gobernar los movimientos de trenes sin intervención de personal de circulación en las estaciones.

### **3.2.1 Enclavamientos.**

Los enclavamientos deben ser del tipo electrónico y, deberá tener las funcionalidades e interfaces necesarios con el resto del sistema como CTC (Control de Tráfico Centralizado) y RBC (Centros de Bloqueo Radio), Puesto Central de ERTMS (PCE), enclavamientos colaterales, y los elementos y aparatos a instalar en vía. Controlarán la seguridad de las circulaciones dentro de su zona de influencia y las zonas frontera con los enclavamientos colaterales.

Dada la proximidad de las dos estaciones del tramo, se dotará de un único enclavamiento que permita el control de todo el tramo objeto del estudio, implementado los controladores satélites necesarios.

El enclavamiento llevará integrado el bloqueo, de forma que permita expedir el mayor número de trenes posible entre estaciones. Se dotará de un Bloqueo Automático Banalizado (BAB) en todo el tramo.

Habrá que instalar señales luminosas laterales de entrada, salida, avanzadas, señales de maniobra.

En función de los esquemas de vía y los desvíos previstos se proyectarán los accionamientos, comprobadores necesarios y todos los elementos asociados.

Los enclavamientos controlarán todos los elementos anteriores (señales, detectores de presencia de tren, motores, comprobadores, sensores de rueda indicadores de talonamiento, etc.) y toda la lógica y funcionalidad requerida en función de la solución final adoptada y el nivel ERTMS a implantar.

Los enclavamientos deberán tener los interfaces necesarios para relacionarse con los sistemas de ATP/ATC (Protección/Control Automático de Trenes), RBC (Centro de Bloqueo Radio), ATO (Operación Automática del Tren), CTC, sistema de ayuda integral a mantenimiento, etc. La transferencia de información entre estos sistemas deberá demostrar una muy alta seguridad y fiabilidad.

El enclavamiento dispondrá de un mando local para el control de las circulaciones en su zona de influencia cuando no esté controlado desde el CTC. Del mismo modo, se considerarán los equipos satélites necesarios para la comunicación con dicho CTC.

Estos equipos se ubicarán en los apropiados locales técnicos de cada estación.

Durante la fase de obras, se deberá mantener la circulación actual de trenes hasta la actual estación de Lorca San Diego, es por ello que se deberá dar cobertura provisional con las instalaciones de seguridad a las diferentes fases de obras que se planteen.

### **3.2.2 Sistema de protección automática de tren**

Se dotará al tramo, objeto del presente Estudio, de un sistema ERTMS, manteniendo el sistema de señalización lateral tradicional. Conforme al despliegue de ERTMS que se está desarrollando por parte de ADIF, la línea de alta velocidad Murcia – Almería contará con los sistemas de protección previstos en la línea Monforte del Cid – Murcia, ya adjudicada. Esta línea cuenta con el sistema ERTMS nivel 2 y ASFA, por tanto para el tramo objeto de este Estudio se plantea la instalación de estos mismos sistemas.

El sistema ATP/ATC ERTMS es un sistema europeo de control de tráfico ferroviario, dotado de equipos fijos y embarcados, que permite estandarizar los actuales sistemas de protección automática de tren.

El sistema de protección automática de tren es un sistema de seguridad (tanto a nivel de las instalaciones fijas como el material rodante) que permite mediante señalización directamente en cabina que el maquinista disponga en su pupitre de control de todos los datos que necesita para la conducción con total garantía de seguridad.

El sistema de protección deberá ajustarse a las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad (TSI), la especificación de requisitos funcionales del sistema ETCS, la especificación de requisitos del sistema ERTMS/ETCS y la documentación del EEIG al respecto.

La instalación del sistema ERTMS nivel 2, supondrá dotar a los enclavamientos de funcionalidades precisas, y equipar las instalaciones con el siguiente equipamiento:

- Eurobalizas. Se equiparán eurobalizas en función de los programas de explotación y características finales de la línea. Se instalarán por grupos y en número necesario para transmitir la información fija y variable al tren. Así mismo, servirán como puntos de referencia de localización del tren.
- Codificadores. Son los encargados de controlar la información transmitida por las balizas al equipo embarcado, en función de la información que les suministre el enclavamiento al que estén asociados.
- Centros de Bloqueo por Radio (RBCs). Apoyándose en las comunicaciones vía radio soportadas por el sistema GSM-R gestionará las operaciones de bloqueo determinando con seguridad la distancia entre trenes. Para ello se comunicará por un lado con los enclavamientos y otros dispositivos de campo y por otro lado con los trenes.

Los RBC serán equipos electrónicos con las funcionalidades descritas en las normas ERTMS/ETCS y, de acuerdo con el sistema ERTMS nivel 2 propuesto, deberá tener las funcionalidades e interfaces necesarios con el resto del sistema como CRC (Centro de Regulación y Control), Enclavamientos dentro de su zona de influencia, Trenes (a través del GSM-R) y los elementos y aparatos a instalar en vía cuya información sea relevante para el RBC. Controlarán la separación entre trenes dentro de su zona de influencia y las zonas frontera con los RBCs colaterales.

Se dotará a todas las señales con balizas del sistema ASFA que permita una protección de las circulaciones ante rebases de señales con orden de parada de trenes que no estén equipados con sistema ERTMS y posean equipo ASFA embarcado.

### **3.2.3 Señales**

Aunque en el sistema ERTMS/ETCS nivel 2 la señalización al maquinista se realiza mediante el MMI (interfaz hombre-máquina) del equipo embarcado, el hecho de existir tráfico mixto y cercanías cuyos trenes pueden no tener el sistema ERTMS/ETCS nivel 2 instalado y la necesidad de un sistema de respaldo que entre en funcionamiento ante posibles fallos del sistema ERTMS principal, hace necesario la instalación de señalización lateral luminosa.

Se instalarán señales de entrada, salida, maniobra, etc., en las estaciones según los programas de explotación correspondientes. De igual forma se instalarán señales de bloqueo en trayecto.

Todas las señales de entrada y de bloqueo tendrán señales de avanzada situadas a unos 2 Km (en función de la distancia de frenado necesaria cuando se circule al amparo de la señalización luminosa lateral).

### **3.2.4 Detección de presencia de tren**

Son elementos de seguridad que envían al enclavamiento información concisa de la situación del tren.

La detección de tren se podrá realizar mediante el uso de circuitos de vía, tanto en estaciones como en trayecto. La ocupación de cantón se detectaría mediante circuitos de vía con juntas de separación eléctricas del tipo audiofrecuencia. En cualquier caso se diseñará el sistema teniendo en cuenta las posibles perturbaciones debidas al resto de sistemas a instalar en la línea (sistema de alimentación, frenado por corrientes Foucault, etc.).

### **3.2.5 Accionamientos de desvíos**

Se prevé la instalación de motores electrohidráulicos y elementos asociados (bastidores, timonearías, comprobadores, etc.) y su mando y comprobación asociados con el enclavamiento correspondiente, de acuerdo a los diagramas de explotación y al

movimiento coordinado de los motores para los desvíos accionados por más de un motor. Los distintos tipos de desvíos con sus accionamientos y aparatos asociados para cada tipo de ubicación son los que se listan a continuación:

- DSIH-GAV-60-500-0,071-CRM-TC
- DSIH-G-60-250-0,11-CC-TC
- DSIH-G-60-190-0,11-CR-TC

Los desvíos DSIH-GAV-60-500-0,071-CRM-TC permiten velocidades por vía directa de 200 km/h, y por desviada de 60 km/h. Deberá equiparse con dos accionamientos y comprobadores de posición correspondientes.

Los desvíos DSIH-G-60-250-0,11-CC-TC y DSIH-G-60-190-0,11-CR-TC permiten velocidades por vía directa de 200 km/h, y por desviada de 50 km/h. Deberá equiparse con un accionamiento y comprobador de posición correspondiente.

### **3.2.6 Cables**

Debido al sistema de electrificación propuesto para esta línea, los cables a instalar deberán tener el factor de reducción necesario para que las tensiones longitudinales inducidas se mantengan dentro de los límites establecidos.

Los tipos de cables a instalar serán de multiconductores, de cuadretes y de energía. Serán armados y apantallados y estarán dimensionados de acuerdo a las instalaciones a las que den servicio.

Por motivos de disponibilidad y fiabilidad, en todas las alternativas que cuentan con doble vía, existirá una doble red de cables principales.

### **3.2.7 Obra civil.**

Para el tendido de los cables se considera necesaria la instalación de canaleta a todo lo largo de la traza y por ambos lados, así como la ejecución de canalización en zonas de

estación. Deberán instalarse las arquetas necesarias para facilitar el tendido en canalización, así como para la ubicación de los empalmes de los cables.

### **3.2.8 Telemando**

La línea considerada se deberá integrar dentro del CRC que controle las nuevas líneas de ancho UIC previstas en la región, por tanto deberá preverse la ampliación del CRC correspondiente a la línea de alta velocidad Murcia - Almería.

Desde el CRC se controlarán los RBC (centros de bloqueo de radio) correspondientes a esta línea. Así pues, los nuevos RBCs deberán tener los interfaces necesarios para permitir su integración y control desde este Centro.

De igual modo a lo expuesto para el CRC, la línea, y por tanto su equipamiento asociado, se deberá integrar dentro del CTC que controle las nuevas líneas de ancho UIC previstas en la región, por tanto deberá preverse la ampliación del CTC correspondiente a la línea de alta velocidad Murcia – Almería.

### **3.2.9 Edificios**

Las instalaciones principales: enclavamientos y RBCs irán ubicados en salas previstas al efecto en los nuevos edificios técnicos a proyectar en estaciones. Se deberá contar con una sala para la entrada de cables y equipos de salida a campo de señalización, una sala con los equipos de control del enclavamiento y RBC y una sala para el control y mando local. Las instalaciones y equipamiento de suministro de energía irán ubicadas en otra sala. Las baterías irán en una sala aparte con acceso independiente desde el exterior, al igual que el grupo electrógeno si lo hay.

## **3.3 SUMINISTRO DE ENERGÍA**

Se deberán implementar dos acometidas independientes a las instalaciones donde estén ubicados los enclavamientos y RBCs. Para ello se recurrirá, por un lado a la contratación de una acometida de potencia suficiente con la compañía suministradora local y por otro lado se dispondrá de una acometida derivada de catenaria a través de un transformador

25 KV / 220 V. Caso de no ser posible una acometida local, se deberá prever una segunda fuente de energía por medio de un grupo electrógeno.

Se deberán equipar a las instalaciones de un equipo de conmutación que en caso de fallo de la energía de una de las líneas conmute a la otra, de forma que se garantice el suministro de energía a las instalaciones.

Independientemente de lo anterior, se preverá la inclusión de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que, en caso de fallo de las dos líneas de acometida, permita mantener la explotación de la línea durante al menos una hora.

Para las instalaciones en trayecto, además de existir una acometida derivada de catenaria a través de un transformador 25 KV / 220 V, se tenderá en toda la línea un cable de energía dimensionado según la potencia prevista y que distribuirá 750V 50Hz procedentes de los edificios técnicos. En las ubicaciones donde sea necesario disponer de esta acometida de energía se instalará un transformador de 750 V / 220 V de potencia suficiente. En estas ubicaciones, que según lo indicado estarán provistas de suministro de energía a través de catenaria, deberá instalarse un equipo conmutador que en caso de fallo de catenaria conmute a los 220V provenientes de la línea de 750V.

El sistema de suministro de energía estará dimensionado para admitir una carga de 1.5 veces la necesaria con el fin de prever incrementos de consumo de potencia futuros.

### 3.4 INSTALACIONES DE COMUNICACIONES

Las instalaciones y equipamiento de comunicaciones a instalar en el tramo objeto de este Estudio perteneciente a la futura línea Murcia-Almería, estarán supeditadas a las instalaciones de seguridad asociadas que finalmente se instalen, ya que si al final se opta por el sistema ERTMS nivel 2 será necesario instalar el sistema de comunicaciones móviles vía radio GSM-R.

La solución propuesta está basada en un sistema de telecomunicaciones fijas que soporte todas las comunicaciones necesarias para la explotación normal de la línea.

Se proyectarán los sistemas de comunicación necesarios para las estaciones. Se incluirán las correspondientes centralitas, terminales, repartidores, puestos telefónicos y equipos complementarios. Se analizarán las modificaciones necesarias en el CTC correspondiente para incluir los nuevos tramos a nivel del puesto de mando.

Para el diseño de estos sistemas se tendrá en cuenta la alta fiabilidad y disponibilidad que deben tener estos equipos para poder mantener la explotación con los niveles de servicios requeridos, sobre todo teniendo en cuenta que serán el medio de transmisión de las informaciones de seguridad de los bloqueos y otras instalaciones de la línea.

Durante la fase de obras, se deberá mantener la circulación actual de trenes hasta la actual estación de Lorca San Diego, es por ello que el sistema de radiotelefonía Tren-Tierra deberá dar cobertura provisional adaptándose a las diferentes fases de obras que se planteen.

#### 3.4.1 Principios generales

Desde un punto de vista operacional se satisfarán los siguientes requisitos generales:

- La utilización de equipos de tecnología punta, flexibles y con facilidades de ampliación y elevadas capacidades de gestión.
- La necesidad de integración de la red. El sistema se integrará perfectamente con el resto de la infraestructura existente en la línea y las implicaciones de compatibilidad con las redes transeuropeas de Alta Velocidad.
- La evolución del sistema propuesto, se realizará de forma que se minimicen los cambios en la parte hardware del mismo, realizándose preferentemente mediante actualizaciones software de los equipos.
- Es importante señalar que el tipo de sistema de comunicaciones a desarrollar está íntimamente ligado al nivel de aplicación ERTMS que se prevea, ya que el nivel 2 necesitan un sistema de comunicación tren-tierra tipo GSM-R.

### 3.4.2 Arquitectura de red.

El sistema de telecomunicaciones propuesto tendrá una arquitectura, definida para una red multiservicios, basada en el tipo B-ISDN, así como servicios analógicos y de datos. Sobre esta base, se equiparan los módulos y dispositivos necesarios para dotar las funcionalidades y servicios requeridos.

Atendiendo a una clasificación funcional, los sistemas identificados serán:

- El medio físico de transmisión (fibra óptica)
- El sistema de transmisión
- El sistema de conmutación
- El sistema de control y gestión de la red
- El sistema de supervisión de la fibra óptica
- Soporte específico para el sistema GSM-R

Atendiendo a los servicios de telecomunicación demandados, así como las prestaciones a exigir en los diferentes emplazamientos de la línea de Alta Velocidad, se relacionan a continuación los accesos que el sistema de Telecomunicaciones deberá proveer en las distintas dependencias de la línea ferroviaria:

- Estaciones comerciales
- Edificios técnicos y cabinas de trayecto
- Centros de mantenimiento
- Subestaciones eléctricas y centros de autotransformación (en caso de 2x25 kV)
- Centros de regulación y control de tráfico

- Interfonía.

Además de los puntos mencionados, la red de telecomunicaciones debe proveer puntos de acceso a las estaciones base del sistema GSM-R en caso de optar por este sistema de comunicación.

Además se tendrá en cuenta la posible integración del Sistema de Gestión de los elementos a proyectar en el futuro Centro de Gestión correspondiente a la futura línea de Alta Velocidad Murcia - Almería.

### 3.4.3 Arquitectura del sistema de transmisión

Se considerarán dos tecnologías diferentes, para la red de transmisión: Transmisión SDH y Conmutación ATM.

Se plantea la utilización de una red de conmutación ATM como soporte de las comunicaciones fijas, que permite reencaminar servicios dependiendo de las necesidades, a la vez que optimiza el ancho de banda necesario. Sin embargo, no tiene, hasta el momento, la probada fiabilidad de la transmisión SDH, y además, la topología lineal de una línea férrea no se adapta bien a la configuración mallada que permite extraer el máximo de posibilidades de una red ATM.

La posible solución indicada, se basa en una red con un anillo SDH STM-4, soportado en fibra óptica, equipando nodos en las principales estaciones de tránsito. O bien una red mayada ATM soportada por la fibra óptica, equipando nodos en las citadas estaciones.

Para el sistema de transmisión, se establecerán los subanillos de acceso, para suministrar los servicios requeridos a las distintas dependencias ferroviarias desarrolladas a lo largo de la vía.

En uno u otro caso las comunicaciones serán soportadas por cables de fibra óptica.

### 3.4.4 Tráfico

Para un correcto diseño de la solución de Red, se hace imprescindible definir el tráfico previsto a soportar por el Sistema de Comunicaciones. Para ello, se ha distinguido entre el tráfico originado por los propios sistemas de Telecomunicación objeto del estudio (Conmutación de Voz, Conmutación de Datos y Sistemas de Gestión), y el tráfico que, generado por sistemas externos, debe ser soportado por la red; a saber, GSM-R, Señalización, Electrificación, Telesupervisión, Control de estaciones, etc.

### 3.4.5 Sistema de transmisión

La arquitectura del Sistema de Transmisión debe estar basada en las tecnologías más modernas y ser compatible con los últimos avances en conmutación y gestión de red. De las opciones mencionadas con anterioridad (SDH o ATM) se ha elegido la primera opción ya que está más extendido su uso en el ámbito ferroviario.

El sistema de transmisión dará soporte tanto a la transmisión de señales de telefonía, vídeo, etc., como a la transmisión de datos. En cuanto a estos últimos existirá una clara diferenciación entre datos críticos, que son los relacionados directamente con la explotación ferroviaria.

El subsistema de acceso, se establecerá en anillos subtendidos entre los nodos del anillo troncal, y será el encargado de suministrar, las interfaces de comunicación entre los distintos puntos de acceso a lo largo de la línea de Alta Velocidad, (Estaciones, Edificios Técnicos, Subestaciones, casetas de señalización, etc.).

Así mismo dará soporte a las comunicaciones entre las estaciones base BTS y los centros de conmutación y control BSC, del subsistema radio GSM-R.

Todo el sistema de transmisión dará soporte para el transporte de la red de Supervisión.

Por todo ello la fiabilidad de la red de transmisión será la razón esencial de la misma, estableciéndose caminos físicos alternativos (fibra óptica fundamentalmente), protecciones

en anillo, redundancias de elementos críticos, etc. de forma que quede asegurada la operatividad de la información de explotación ferroviaria.

La arquitectura de red y el Sistema de Gestión, estarán configurados para funcionar en estructuras de Anillos autoprotegidos. Con este tipo de estructura topológica, en el supuesto de que una fibra se rompa o un nodo deje de funcionar, el tráfico será automáticamente reencaminado y el servicio continuará sin interrupción.

### 3.4.6 Sistema de acceso

La Red de Acceso se situará en una capa de nivel inferior a la Red de transporte (SDH). Como ya se ha comentado, por esta red de acceso se dará conexión a los servicios ubicados en aquellas localizaciones existentes a lo largo del trazado ferroviario entre Estaciones.

Para conectar todas las dependencias ferroviarias con estos Centros Nodales de comunicación, se establecerá una red de acceso en anillo con protección de camino, mediante equipos multiplexores.

En primer lugar hay que destacar la configuración en anillo requerida. Los nodos que van apareciendo entre las Estaciones se van a conectar, de un modo alternado, a uno u otro de los cables de fibra óptica que discurrirán por ambos lados de la vía. Así se proporciona un nivel más de seguridad frente a roturas en uno de los cables ópticos o fallo de alguno de los terminales ópticos.

Esto es de especial importancia para garantizar la comunicación permanente, de los circuitos de explotación ferroviaria así como la operatividad de las estaciones base de GSM-R.

Los nodos de acceso se equiparán básicamente en las siguientes dependencias ferroviarias:

- En las estaciones
- En los Edificios Técnicos

- En Casetas GSM-R
- En Casetas de señalización
- En Subestaciones eléctricas
- En Puestos de autotransformación

### **3.4.7 Sistema de conmutación de voz**

La red de conmutación de voz debe integrar la Telefonía Fija (Telefonía operacional, Telefonía Fija de Vigilancia, Telefonía de Mantenimiento, Telefonía Administrativa y de Gestión e Interfonía). Se cuidará la compatibilidad con las redes de conmutación públicas y propietarias concurrentes en la red de transmisión.

El sistema deberá ser compatible con el que se instale en línea de Alta Velocidad Murcia – Almería. Así mismo contemplarán las modificaciones y adaptaciones necesarias para integrar la red a proyectar con la de la línea antes mencionada.

Además el sistema de conmutación de voz deberá permitir que se establezca la comunicación entre el túnel y el Centro de Control Técnico del mismo, así como entre los servicios territoriales de intervención, los servicios de seguridad, los propios trenes y el Centro de Control Técnico del túnel.

### **3.4.8 Sistema de transmisión de datos**

Se ha dimensionado el sistema de transmisión de datos de forma que se pueda dar servicio a todos los elementos y puntos de la línea que deban estar comunicados entre sí. Para ello se proyectan las interfaces necesarias según las distintas tecnologías a conectar.

### **3.4.9 GSM-R**

Para la comunicación vía radio con el tren se diseñara un sistema GSM-R (esto permitiría ERTMS nivel 2).

Para poder establecer comunicación entre los servicios territoriales de intervención y el Centro de Control Técnico fundamentalmente, se aprovechará la cobertura radiofónica que proporciona el sistema GSM-R. Dicha cobertura, necesaria para proporcionar conexión entre el Centro de Control de Tráfico y el maquinista del tren, será utilizada también en caso de incidencia para que desde el Centro de Control Técnico se pueda mantener comunicación con los servicios de emergencia, para lo que se deberá dotar de unidades portadoras móviles de GSM-R a dichos servicios.

ALTERNATIVA 1. En superficie. Al desarrollarse esta alternativa íntegramente en superficie, el desarrollo de la red consistirá únicamente en la instalación de las BTSs a lo largo del tramo (con la infraestructura necesaria).

ALTERNATIVA 2. Soterrada.

Para establecer dicha cobertura de GSM-R, en el caso de la alternativa 2, se dotará al túnel de un sistema de cable radiante.

De acuerdo con el objeto del Estudio Informativo y para poder cumplir los objetivos mencionados en el mismo, se deberá diseñar una Red de Telefonía Móvil Ferroviaria GSM- R, incluyendo en la infraestructura, las torres preparadas para soportar las antenas requeridas por el sistema GSM-R y habrá que contemplar que debido al soterramiento planteado, es necesario dotar de cobertura al Túnel.

El alcance previsto para el Estudio Informativo, se compone de:

- Ejecución de la Obra Civil y Torres necesarias para la construcción de los emplazamientos GSM-R. En la cual estará incluida la cimentación requerida en cada emplazamiento, casetas contenedoras, fibra óptica de comunicación, alimentación eléctrica, soportes en las torres y dimensionamiento adecuado de las mismas.
- Suministro, instalación y puesta en servicio del equipamiento fijo de la red GSM-R, correspondiente al subsistema de radio, para asegurar la cobertura con los criterios

de calidades establecidos en todo el trayecto incluidas en la estación de “Lorca Sutullena”.

- Suministro e instalación de las unidades repetidoras de túnel necesarias para el sistema GSM- R, con su correspondiente cable radiante, soportes adecuados, elementos para su supervisión, alimentación de energía y comunicación (FO).
- Actualización de la central de Atocha, para incluir los últimos servicios requeridos y garantizar la interoperabilidad de la red.

La cobertura radioeléctrica en el túnel, para el sistema GSM-R, se lograr introduciendo la señal radio en el interior mediante repetidores de cobertura. Los repetidores se instalan en las paredes del túnel, en su parte inferior, guardando una distancia mínima a los alimentadores. Los repetidores de cobertura GSM-R se conectan a la unidad maestra, que se sitúa en las casetas GSM-R situadas en las bocas del túnel.

En el estudio informativo se ha tenido en cuenta esta solución, dado que se trata de un túnel de 2.550 metros en un núcleo urbano y con una estación de “Lorca Sutullena” dentro del propio túnel.