Proyecto de Señalización y Comunicaciones de la variante de Altzola

ANEJO 7: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

TTE-IS-22002-COMS-GEN-ANX-0007



Preparado para:

Nombre: Euskal Trenbide Sarea
Dirección: San Vicente, 8 Planta 14
CP: 48001
Localidad: Bilbao

Preparado por:

Nombre: CAF Turnkey & Engineering
Dirección: Laida Bidea, Edificio 205
CP: 48170
Localidad: Zamudio

Proyecto de Señalización y Comunicaciones de la variante de Altzola

ANEJO 7: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

TTE-IS-22002-COMS-GEN-ANX-0007

REV.0

Revisión del documento		
Revisión	**Fecha**	**Objetivo de la revisión**
0	17-06-2022	Edición Inicial
1	28-10-2022	Se incluyen comentarios de ETS

Preparado por		***Revisado por***		***Revisado por***	
Nombre	Nestor Negro / Unai Meabe	**Nombre**	Ibai Ormaza	**Nombre**	Mikel San Salvador
Firma	NNO / UMM	**Firma**	IBS	**Firma**	MSS
Fecha:	28-10-2022	**Fecha:**	28-10-2022	**Fecha:**	28-10-2022

Índice de Contenidos

1. OBJETO DEL DOCUMENTO 1
2. COMUNICACIONES 2
2.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CCTV 2
2.1.1. Criterios de dimensionamiento 2
2.1.2. Cálculos justificativos grabadores 2
2.2. ESTUDIO DE COBERTURA DE RADIOCOMUNICACIONES TETRA 2
2.2.1. Criterios de diseño 3
2.2.2. Requerimientos de zonas cubiertas y niveles de potencia 4
2.2.3. Cálculo de Potencia 4
3. SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA 5
3.1. BUCLES DE EUROLOOP 5
3.2. CIRCUITOS DE VÍA 5
3.3. CABLES DE SEÑALIZACIÓN 8

Índice de Figuras

Figura 1: Requisitos espacios cubiertos por TETRA 4
Figura 2: Cálculos radioeléctricos Altzola 4

Índice de Tablas

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

El objeto de este anejo es presentar los cálculos justificativos desarrollado en el Proyecto de Señalización y Comunicaciones de la Variante de Altzola.

Dada la naturaleza de la disciplina de señalización, únicamente se incluye lo siguiente:

- Cálculos de la longitud de bucle del sistema de protección de tren
- Cálculos para determinar la longitud de los CdV de trayecto y la ubicación de los emisores y receptores en vía
- Cálculos de los tipos de cable principales para conectar los armarios distribuidos en campo y el enclavamiento

En relación con el proyecto de comunicaciones, se incluye lo siguiente:

- Cálculos justificativos de las necesidades de almacenamiento del sistema de CCTV
- Cálculos de cobertura de radiocomunicaciones TETRA en el interior del túnel de Altzola

2. COMUNICACIONES

2.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE CCTV

2.1.1. Criterios de dimensionamiento

En la nueva caseta técnica de Altzola se dispondrá de un sistema de videovigilancia formado por 2 cámaras. El contenido capturado por dichas cámaras se enviará mediante la infraestructura de fibra óptica a la estación de Mendaro, para su almacenamiento en el videograbador que ETS tiene previsto renovar de forma previa a la ejecución de este proyecto en Altzola. Además, el contenido se podrá visualizar en tiempo real desde otras ubicaciones, tal como el Puesto de Mando de Amara.

Concretamente, para el dimensionado de la capacidad extra necesaria en el videograbador de Mendaro, se han considerado las siguientes hipótesis de cálculo:

- Resoluciones utilizadas:
  - Flujo de vídeo en modo visualización cámara: 18 fps / 4CIF.
  - Flujo de vídeo en modo grabación cámara situación normal: 6 fps / H.264 720p.
  - Flujo de vídeo en modo grabación cámara situación alarma: 24 fps / H.264 720p.
- Tiempo promedio de grabación de imágenes: 24 horas / día.
- Tiempo de almacenamiento: 1 mes
- Índice grabación normal frente a situación alarma: 90% - 10%
- Porcentaje de reserva en almacenamiento por escalabilidad: 25%

Acorde a las resoluciones anteriormente descritas, se establecen los siguientes anchos de banda estimados por cámara:

- Cámara en modo grabación normal: 1,2 Mbps.
- Cámara en modo grabación alarma: 3,6 Mbps.

2.1.2. Cálculos justificativos grabadores

A partir de los criterios anteriores, la capacidad necesaria para almacenar las imágenes de una cámara durante un mes será:

- (1,2 Mbps * 0.90 + 3,6 Mbps*0.1) * (1byte/8bits) * (1.000.000 / M) * (60 seg/min) * (60 min/hora) * (24 horas/día) * 30 días * 1.25 = 583 GB (aproximado)

Por lo tanto, para las 2 cámaras de la nueva caseta técnica, será necesario un almacenamiento de 1,166 TB que se deberá tener en cuenta a la hora de dimensionar la capacidad del nuevo videograbador de Mendaro.

2.2. ESTUDIO DE COBERTURA DE RADIOCOMUNICACIONES TETRA

El presente proyecto deberá garantizar la cobertura TETRA a lo largo del nuevo tramo, desde la salida norte del túnel de Karkizano hasta la conexión del nuevo trazado con la vía existente una vez superado el barrio de Altzola.

En este apartado se incluye el estudio de cobertura de radiocomunicaciones del sistema TETRA a lo largo del nuevo túnel de Altzola, que cuenta con una longitud total aproximada de 500 m.

2.2.1. Criterios de diseño

Los criterios de diseño principales a aplicar en la definición de la solución radio del tramo de la variante de Altzola son los siguientes:

2.2.1.1. Parámetros de potencia de dispositivos

Los parámetros teóricos empleados para los cálculos realizados son los siguientes

- Potencia de salida fija de señal de repetidor de 40 dBm (10 W)
- Umbral de equipamiento móvil: -88,0 dBm.
- Umbral para equipamiento portátil: -73,0 dBm.

Se considera equipamiento móvil a las unidades de trenes que circulan por la vía, los cuales interactúan con la red TETRA a través del cable radiante instalado longitudinalmente a lo largo del eje de las vías.

Por otro lado, se consideran dispositivos portátiles los equipos de comunicación utilizados por personal de operación, que pueden requerir conectividad en el interior del túnel.

2.2.1.2. Umbrales mínimos de Potencia

El conjunto del sistema radio debe garantizar un nivel mínimo de señal en cada ubicación. Este nivel es distinto en función del tipo de terminal a emplear:

- Umbral de recepción en túnel:
  - -88,0 dBm (umbral relativo a los terminales móviles embarcados)
  - -73,0 dBm (umbral relativo a los terminales portátiles)

2.2.1.3. Propagación de Ondas en Espacio Libre

El espacio libre puede ser considerado como vacío y no se consideran perdidas. Cuando las ondas electromagnéticas se encuentran en el vacío, se llegan a dispersar y se reduce la densidad de potencia lo que es llamado atenuación. La atenuación se presenta tanto en el espacio libre como en la atmosfera terrestre. La atmosfera terrestre no se le considera vacío debido a que existen partículas que pueden absorber la energía electromagnética. A este tipo de reducción de potencia se le llama perdida por absorción, la cual no se presenta cuando las ondas viajan afuera de la atmósfera terrestre.

El modelo de propagación en el espacio libre predice que la potencia recibida decrece a media que la separación entre las antenas receptora y transmisora aumenta. La energía recibida en el espacio libre es función de la distancia y está dada por:

$$P_r(d) = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2 L}$$

La ecuación del espacio libre muestra que la potencia recibida decae al cuadrado de la distancia de separación entre las antenas. Esto implica que la potencia recibida decae con la distancia a medida de 20 dB / década.

Las pérdidas por trayectoria que representan la atenuación de la señal como una cantidad positiva medida en dB, son definidas como la diferencia en dB entre la potencia transmitida efectiva y la potencia recibida. Puede o no incluir el efecto de ganancia de

las antenas, pero cuando la ganancia de las antenas es excluida, se asume que tiene ganancia unitaria y la ecuación se convierte en:

$$PL(dB) = 10\log\frac{P_t}{P_r} = -10\log\left[\frac{\lambda^2}{(4\pi)^2 d^2}\right]$$

Las ondas electromagnéticas son aquellas ondas que no necesitan un medio material para propagarse, incluyéndose entre otras, la luz visible y las ondas de radio, televisión y telefonía. La velocidad de la onda depende del medio por el que se propague. Si la onda electromagnética viaja por el vacío su velocidad es igual a la de la luz 300.000Km/segundo. Sin embargo, si se propaga por el aire cambia, pero es prácticamente igual a la del vacío.

Las pérdidas de espacio libre se calculan a partir de la siguiente expresión:

Lp(dB) = 32.4 + 20 log f (MHz) + 20 log D (km)

2.2.2. Requerimientos de zonas cubiertas y niveles de potencia

A continuación, se recogen los requerimientos de cobertura del proyecto de Altzola:

EMPLAZAMIENTO	COBERTURA	NIVEL DE SEÑAL
Túnel	SÍ	-88 dBm (equipamiento móvil) -73 dBm (terminales portátiles)

Figura 1: Requisitos espacios cubiertos por TETRA

2.2.3. Cálculo de Potencia

Se incluye a continuación un esquema con el cálculo de potencia de cobertura radioeléctrica en el túnel de Altzola.

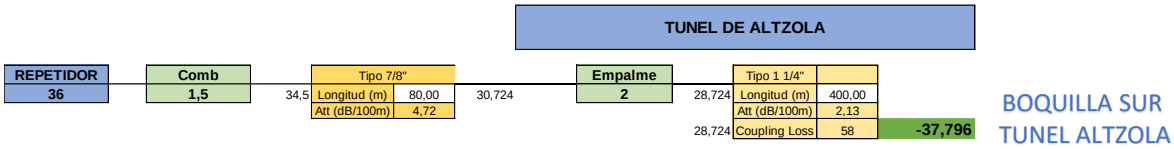


Figura 2: Cálculos radioeléctricos Altzola

3. SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA

3.1. BUCLES DE EUROLOOP

A continuación, se incluye una tabla con la longitud de los bucles de euroloop de cada una de las señales ferroviarias de la variante de Altzola:

SEÑAL	LONGITUD DE BUCLE	JUSTIFICACIÓN
S1	400+25	La distancia entre la señal S1 y S4 es de 941 metros, por lo que admite los bucles de 400 metros para la protección de ambas señales
S2	400+25	La distancia entre la señal S2 y S3 es de 941 metros, por lo que admite los bucles de 400 metros para la protección de ambas señales
S3	400+25	La distancia entre la señal S2 y S3 es de 941 metros, por lo que admite los bucles de 400 metros para la protección de ambas señales
S4	400+25	La distancia entre la señal S1 y S4 es de 941 metros, por lo que admite los bucles de 400 metros para la protección de ambas señales

3.2. CIRCUITOS DE VÍA

En el presente proyecto, se ha previsto que la detección del tren tanto en los trayectos como en el cruzamiento de Altzola se realice mediante circuitos de vía de audiofrecuencia.

Se ha realizado el diseño de circuitos de vía tomando como referencia los siguientes criterios de longitud máxima:

- Circuito de vía de alimentación lateral: 475 metros
- Circuito de vía de alimentación central: 650 metros

En cualquier caso, estas longitudes pueden variar en función del fabricante de los circuitos, por lo que el adjudicatario deberá adaptar la solución de proyecto a sus especificaciones particulares.

El trayecto entre la señal de entrada E2 a Elgoibar y la ubicación prevista para la señal de entrada E1 a Altzola es de 1.154 metros, por lo que la detección del tren en este trayecto se ha diseñado con dos circuitos de vía de alimentación central de 577 metros aproximadamente. A continuación, se incluyen los PKs previstos para los emisores y receptores correspondientes:

Circuito de Vía	Elemento	PK
VT22A	Receptor 1	54900
VT22A	Emisor Central	55189
VT22A	Receptor 2	55477

Circuito de Vía	Elemento	PK
VT22B	Receptor 1	55477
VT22B	Emisor Central	55766
VT22B	Receptor 2	56054

Por otro lado, el trayecto entre la señal de entrada E1 a Mendaro y la ubicación prevista para la señal de entrada E2 a Altzola es de 1.920 metros, por lo que la detección del tren en este trayecto se ha diseñado con tres circuitos de vía de alimentación central de 640 metros aproximadamente. A continuación, se incluyen los PKs previstos para los emisores y receptores correspondientes:

Circuito de Vía	Elemento	PK
VT22C	Receptor 1	58151
VT22C	Emisor Central	58471
VT22C	Receptor 2	58791

Circuito de Vía	Elemento	PK
VT22D	Receptor 1	58791
VT22D	Emisor Central	59111
VT22D	Receptor 2	59431

Circuito de Vía	Elemento	PK
VT22E	Receptor 1	59431
VT22E	Emisor Central	59751
VT22E	Receptor 2	60071

Por último, dado que la longitud entre las señales de salida del cruzamiento es de 941 metros, se ha previsto que la detección del tren en esta zona, para cada vía, se realice mediante un circuito de vía de alimentación central y un circuito de vía de alimentación lateral.

Circuito de Vía	Elemento	PK
VE1	Receptor 1	1+071
VE1	Emisor Central	1+396
VE1	Receptor 2	1+721

Circuito de Vía	Elemento	PK
VE2	Receptor 1	1+071
VE2	Emisor Central	1+396
VE2	Receptor 2	1+721

Circuito de Vía	Elemento	PK
VE3	Receptor	1+721
VE3	Emisor Lateral	2+012

Circuito de Vía	Elemento	PK
VE4	Receptor	1+721
VE4	Emisor Lateral	2+012

3.3. CABLES DE SEÑALIZACIÓN

El diseño del cálculo de los cables troncales y sus hilos de reserva se ha realizado teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se ha utilizado como referencia el cableado de señalización realizado en los últimos proyectos de ETS, realizando el diseño con cables normalizados.
- Se cableará con hilos independientes cada uno de los dos focos rojos que componen el doble rojo de las señales de entrada y salidas, para adaptarse a la secuencia de fusión de focos de la funcionalidad de señales de ETS.
- El cableado de los emisores de los CdV será independiente del cableado de los receptores.
- Se ha considerado al menos un 10% de hilos de reserva en los cables troncales.

En el diseño realizado se han considerado los siguientes cables:

ELEMENTO	TIPO DE CABLE
Señal entrada 4 FOCOS + BLANCO	12x1,5 (2R)
Señal salida 4 FOCOS + BLANCO	12x1,5 (2R)
Señal maniobra	4x1,5
Señal avanzada	4x1,5
Emisor CdV	1x4x1,4 (2R)
Receptor CdV	1x4x1,4 (2R)
Accionamiento de aguja	4x1,5
Mando local de aguja	9x1,5(1R)

Los cables troncales utilizados han sido los siguientes:

- 27x1,5 (Señales, accionamientos, euroloop)
- 37x1,5 (Señales, accionamientos, euroloop)
- 48x1,5 (Señales, accionamientos, euroloop)
- 3x4x1,4 (Circuitos de vía de audiofrecuencia)
- 5x4x1,4 (Circuitos de vía de audiofrecuencia)
- 7x4x1,4 (Circuitos de vía de audiofrecuencia)