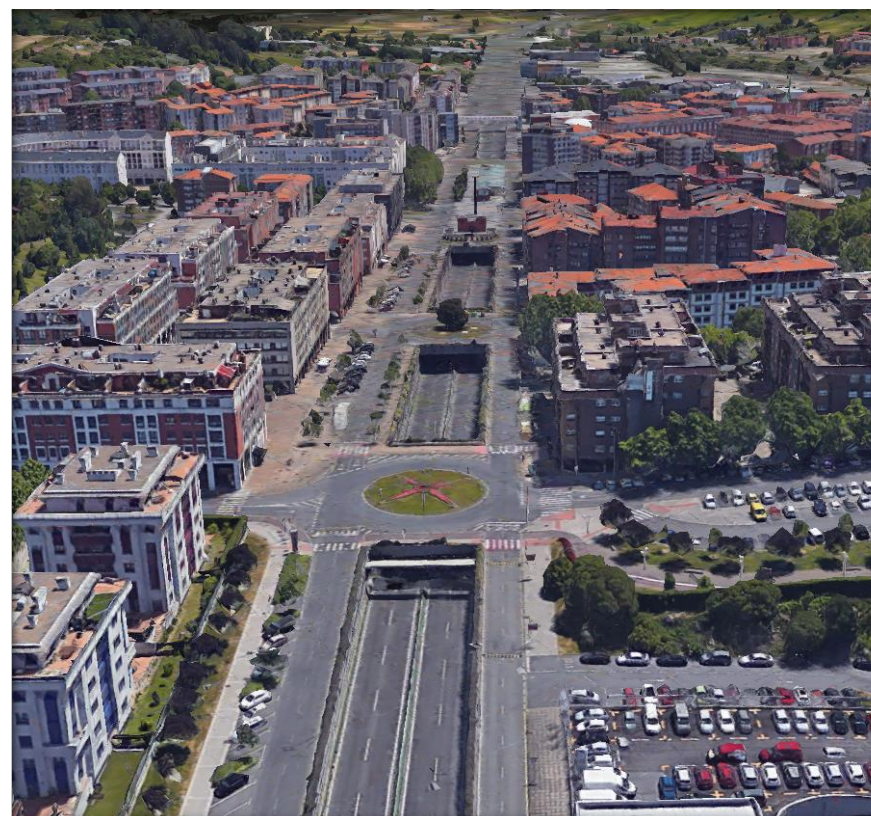


PROYECTO CONSTRUCTIVO DE ADECUACIÓN DEL TÚNEL DE LA AVANZADA EN LA BI-637

Nº EX.: 2020/004/073/10

PROYECTO DE ADECUACIÓN DEL TÚNEL DE LA AVANZADA EN LA BI-637



Anejo 10 - SISTEMAS DE SEGURIDAD, VIGILANCIA Y CONTROL



Control de firmas

Realizado	Aprobado
Miguel Ángel Rivero Villa	Jorge Alcalde Bezhold
Fecha y Firma	Fecha y Firma
No precisa firma si está aprobado electrónicamente mediante ruta	

Información del Documento	
Código Documento	P0210L59-ATA-AP-IT-AN-0010
Referencia	P0210L59

Registro de cambios				
Rev	Fecha	Autor	Sección afectada	Cambios
0	2021-05-10	M.A. Rivero	Todas	Edición inicial
1	2021-10-20	M.A. Rivero	Todas	Actualización

INDICE

1	INTRODUCCION.....	5	5.3.1	Servidor DAI.....	24
1.1	Características principales del túnel de La Avanzada	5	5.3.2	Base de datos de incidentes y alarmas	24
1.2	Decreto Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras	5	5.3.3	Interfaz gráfica de operador.....	24
1.3	Clasificación del túnel de La Avanzada	5	6	SISTEMAS DE COMUNICACIONES	26
1.4	Objetivo de las instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control	5	6.1	Sistema de Postes SOS.....	26
2	NORMAS Y RECOMENDACIONES CONSIDERADAS	6	6.1.1	Introducción	26
3	SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO	9	6.1.2	Postes SOS	26
3.1	Señalización dinámica.....	9	6.1.3	Red de comunicaciones.....	28
3.1.1	Equipamiento en los accesos del túnel de La Avanzada.....	10	6.1.4	Puesto de operación del sistema de postes SOS	30
3.1.2	Equipamiento en el interior del túnel de La Avanzada	10	6.2	Sistema de megafonía	30
3.1.3	Equipos de señalización	10	6.2.1	Introducción	30
3.2	Control de gálibo	12	6.2.2	Estudio electroacústico para el túnel de La Avanzada.....	30
3.2.1	Introducción	12	6.2.3	Funcionalidades del sistema de megafonía	30
3.2.2	Funcionalidad	12	6.2.4	Arquitectura del sistema de megafonía	31
3.2.3	Descripción del sistema de control de gálibo	12	6.2.5	Distribución de zonas	31
3.2.4	Situación de los sistemas de control de gálibo.....	13	6.2.6	Equipamiento del sistema de megafonía	34
3.3	Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos.....	13	6.3	Sistema de radiocomunicaciones	36
3.3.1	Introducción	13	6.3.1	Introducción	36
3.3.2	Descripción del sistema	14	6.3.2	Arquitectura del sistema de radiocomunicaciones	36
3.3.3	Centralización del sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos	14	6.3.3	Interconexión con el sistema de megafonía	38
3.3.4	Situación actual	14	7	SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO, REDES Y CENTRO DE CONTROL.....	39
3.3.5	Actuaciones en el túnel de La Avanzada	15	7.1	Descripción funcional.....	39
3.4	Control ambiental. Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras	15	7.2	Arquitectura del Sistema de Control Centralizada.....	40
3.4.1	Introducción	15	7.2.1	Nivel 0 - Nivel de Campo	40
3.4.2	Descripción del Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras.....	15	7.2.2	Nivel 1 - Nivel de Control y Comunicaciones	42
3.5	Señal activa con radar	16	7.2.3	Nivel 2 - Nivel de Supervisión y Operación.....	45
3.5.1	Descripción del sistema	16	7.2.4	Nivel 3 - Nivel de Organización y Explotación del Túnel	45
3.5.2	Funcionamiento.....	16	8	CANALIZACIONES.....	46
3.5.3	Comunicación	17	8.1	Introducción	46
3.5.4	Componentes del sistema.....	17	8.2	Canalización de comunicaciones y baja tensión para la interconexión de los equipos de interior de túnel	46
4	SISTEMA DE VÍDEO EN CIRCUITO CERRADO	18	8.3	Canalización de comunicaciones y baja tensión para la interconexión de los equipos de exterior del túnel.....	46
4.1	Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)	18	8.4	Canalización troncal existente para la interconexión con el Centro de Control MKZ de Malmasín.....	46
4.2	Elementos fundamentales del sistema	18			
4.3	Descripción del sistema de CCTV	18			
4.3.1	Cámaras de vídeo	18			
4.3.2	Sistema de transmisión de la señal de televisión. Red de vídeo dedicada.....	20			
4.3.3	Sistema de recepción de las señales de vídeo en el Centro de Control	21			
5	SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES.....	23			
5.1	Introducción	23			
5.2	Requisitos y funcionalidades del sistema de Detección Automática de Incidentes (DAI)	23			
5.3	Arquitectura del sistema DAI	24			

FIGURAS

Figura 1: Clasificación de túneles en servicio atendiendo al nivel de servicio y longitud	5
Figura 2: Señales Aspa-Flecha	11
Figura 3: Señales de Control de Velocidad (CLV)	12
Figura 4 : Esquema del sistema de control de gálibo para el túnel de La Avanzada	13
Figura 5: Esquema de ubicación de espiras en calzada	14
Figura 6: Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC).....	16
Figura 7: Señal activa de radar a instalar en las bocas del túnel de la Avanzada.....	16
Figura 8: Alineación y orientación de la señal activa de radar	17
Figura 9: Esquema conexionado del sistema de CCTV	22
Figura 10: Proceso y reacción en tiempo del sistema de Detección Automática de Incidentes	23
Figura 11: Poste SOS típico de interior de túnel	27
Figura 12: Poste SOS típico de exterior de túnel.....	27
Figura 13: Módulo VoIP que se incorporará en los postes SOS maestros	27
Figura 14: Esquema de conexionado de los postes SOS	29
Figura 15: Escala STI-PA	30
Figura 16: Esquema zonas de los altavoces y etapas de potencia	33
Figura 17: <i>Esquema de ubicación y orientación de los altavoces</i>	34
Figura 18: Esquema del sistema de radiocomunicaciones	37
Figura 19: Sistema de control centralizado	40
Figura 20: Topología de la red de comunicaciones	44

TABLAS

Tabla 1: Tráfico y % de pesados en las estaciones de aforo de la BI-637 - Año 2019	5
Tabla 2: Equipamiento de señalización dinámica especificado en el DFST	9
Tabla 3: Ubicación de los Paneles de Mensaje Variable.....	11
Tabla 4: Ubicación de los semáforos RAV	11
Tabla 5: Ubicación de las señales Aspa-Flecha (ASF)	12
Tabla 6: Ubicación de las señales de Control de Velocidad (CLV).....	12
Tabla 7: Ubicación de las barreras	12
Tabla 8: Ubicación actual de las Estaciones de Toma de Datos	14
Tabla 9: Ubicación de cámaras DOMO IP HD en el exterior y locales técnicos del túnel de La Avanzada.....	18
Tabla 10: Ubicación de cámaras fijas IP HD en el interior del túnel de La Avanzada	19
Tabla 11: Ubicación de cámaras DOMO IP HD en el interior de túnel y galerías de evacuación	19
Tabla 12: Ubicación de cámaras Térmicas IP en el interior de túnel	20
Tabla 13: Ubicación de los postes SOS	28
Tabla 14: Distribución de los postes SOS en los switches industriales	28
Tabla 15: Distribución en zonas de los altavoces y etapas de potencia	32
Tabla 16: Ubicación de las Unidades de Periferia Distribuida.....	40
Tabla 17: Ubicación de los nodos de la red de comunicaciones multiservicio IP de Túnel	43

1 INTRODUCCION

El propósito del presente anejo es realizar un diseño de los sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control con que se dotará al túnel de La Avanzada.

Las condiciones particulares que presenta el túnel de La Avanzada hacen que cualquier incidente que pueda ocurrir en su interior tenga una repercusión muy superior a la existente en una carretera a cielo abierto. Con el fin de garantizar en todo momento las condiciones de seguridad en el interior del mismo, el túnel deberá estar dotado con el equipamiento de Seguridad, Vigilancia y Control necesario según la normativa vigente.

En este anejo, se describe el Sistema de Gestión Centralizada que concentrará la información suministrada por los diferentes sistemas instalados en el túnel y la transmitirá al Centro de Control del MKZ de Malmasín, de forma que desde éste sea posible monitorizar y controlar en tiempo real el conjunto de las instalaciones.

1.1 Características principales del túnel de La Avanzada

Las características principales del túnel serán las siguientes:

- Longitud de 824 m aproximadamente.
- Túnel bidireccional, doble sentido de circulación y dos carriles por sentido.
- Doce (12) galerías de evacuación (6 por sentido).
- Túnel urbano.
- Limitación de velocidad a 80 km/h.
- IMD y porcentaje de vehículos pesados.

ESTACIÓN	DÍA MEDIO		DÍA LABORABLE	
	IMD (veh/d)	% PESADOS	IML (veh/d)	% PESADOS
84A	92.896	3,00%	100.238	3,50%

Tabla 1: Tráfico y % de pesados en las estaciones de aforo de la BI-637 - Año 2019

- Circulación de mercancías peligrosas.

1.2 Decreto Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras

La Diputación Foral de Bizkaia elaboró una Norma Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras y, posteriormente, se aprobó el Decreto Foral 135/2006, de 23 de agosto, sobre Seguridad de Túneles en Carreteras, en adelante DFST, como una norma de seguridad de túneles, para la explotación y con instrucciones técnicas para el diseño seguro de los túneles dentro del Territorio Histórico de Bizkaia. Por lo tanto, el túnel de La Avanzada debe cumplir con las disposiciones existentes en el DFST.

El DFST define con precisión las disposiciones y especificaciones de carácter técnico referentes a las Instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control para el túnel de La Avanzada.

El presente anejo sigue las disposiciones y especificaciones técnicas que se recogen en el DFST, verificando, aunque no sea de obligado cumplimiento, que se cumple con las disposiciones recogidas en la Directiva 2004/54/CE.

Las soluciones planteadas parten de las bases establecidas en el DFST, con el criterio fundamental de la seguridad de las personas, previniendo las situaciones de riesgo que puedan poner en peligro la vida humana, el medio ambiente o la infraestructura del túnel, y proporcionando los requisitos necesarios para mitigar las posibles consecuencias de una situación de riesgo, permitiendo que las personas involucradas puedan ponerse a salvo a sí mismas y que los usuarios de la carretera puedan intervenir inmediatamente, asegurando una acción eficaz por parte de los servicios de emergencia, protegiendo el medio ambiente y limitando los daños materiales.

1.3 Clasificación del túnel de La Avanzada

El DFST establece los siguientes criterios de clasificación:

- Longitud del túnel
- El volumen de tráfico soportado o que se prevé que soporte el túnel, incluyendo la probabilidad y frecuencia de congestión de tráfico dentro del túnel
- El sentido de la circulación por tubo, único o doble
- Otros factores de riesgo relevantes: pendiente del túnel o su trazado

A su vez, establece tres umbrales de longitud del túnel:

- L1 = 500 m
- L2 = 350 m
- L3 = 200 m

De la misma forma, establece un umbral para el nivel de servicio que tiene en cuenta la posibilidad de congestión en el túnel en un plazo cercano y realiza una distinción entre los túneles en servicio y túneles nuevos.

Atendiendo a su nivel de riesgo, el DFST clasifica los túneles en tres tipos: I, II y III, siendo los de tipo I los de mayor riesgo. Los criterios de clasificación se muestran en la siguiente figura, para túneles en servicio, como es el caso del túnel de La Avanzada.

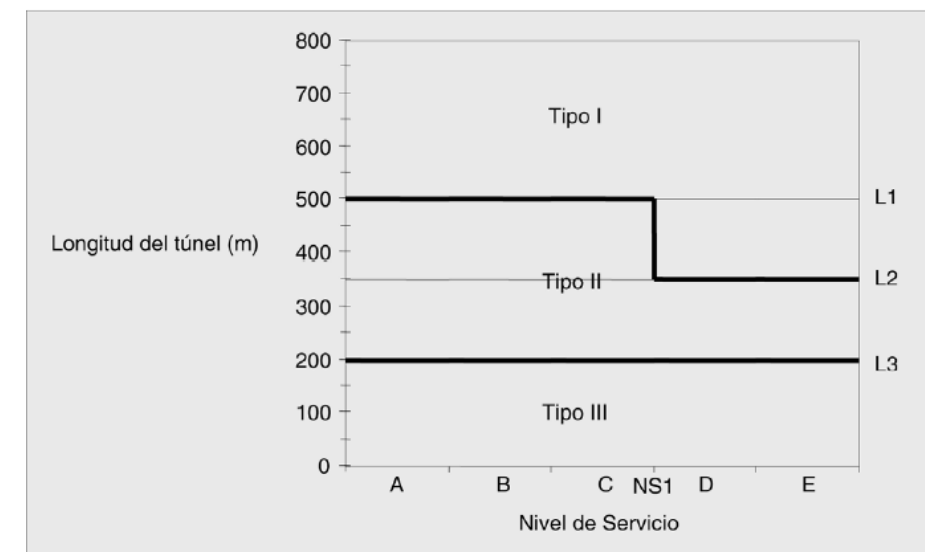


Figura 1: Clasificación de túneles en servicio atendiendo al nivel de servicio y longitud

El túnel de La Avanzada, con una longitud de 824 m aproximadamente, se clasifica como TIPO I

1.4 Objetivo de las instalaciones de Seguridad, Vigilancia y Control

Aunque los accidentes que se producen en túneles son bastante inferiores a los que se producen a cielo abierto, en un túnel se requieren unas condiciones de seguridad interior muy especiales, porque incidencias que en una vía exterior son fácilmente controladas, en un túnel pueden degenerar en situaciones caóticas de elevado riesgo, tanto humano como material.

Las razones que justifican la existencia de tantas medidas de seguridad en el interior de los túneles son las siguientes:

- Las retenciones producidas en el interior resultan más problemáticas, debido a la ausencia de rutas alternativas de acceso al exterior.

- Tampoco existe una vía de fácil escape lateral para las personas si se producen incidentes peligrosos, tales como un incendio o un accidente.
- La concentración de humos y gases tóxicos producidos por los vehículos es mucho mayor que en el exterior.
- La visibilidad es menor que en el exterior, tanto en cuanto a la iluminación como al campo de visión.

Al concurrir en el túnel de La Avanzada una serie de circunstancias tan numerosas y variadas, los sistemas necesarios para su control son numerosos y complejos. Cada uno de ellos puede funcionar de manera independiente, pero deben ser tratados de una forma global, realizando una gestión integral del sistema completo.

Los objetivos de las instalaciones en el túnel de La Avanzada son los siguientes:

- Prevenir situaciones de riesgo que puedan poner en peligro las vidas humanas, el medioambiente y la infraestructura de obra civil e instalaciones del túnel.
- Mitigar las posibles consecuencias de una situación de riesgo, proporcionando los requisitos ideales para:
 - Permitir que las personas involucradas en la situación de riesgo puedan ponerse a salvo ellas mismas
 - Permitir que los usuarios de la carretera puedan intervenir inmediatamente, a fin de evitar males mayores
 - Asegurar una acción eficaz por parte de los servicios de emergencia
 - Proteger el medioambiente
 - Limitar los daños materiales

Las instalaciones que se proyectan en el túnel de La Avanzada son las siguientes:

- Sistema de Gestión de Tráfico
 - Señalización Dinámica
 - Sistema de Control de Gálibo
 - Sistema de Detección, Clasificación y Contaje de vehículos
 - Control ambiental. Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras (SEVAC)
 - Señales activas de radar
- Sistema de Vídeo en Circuito Cerrado
 - Sistema Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)
 - Sistema Detección Automática de Incidentes (DAI)
- Sistemas de Comunicaciones
 - Sistema de postes SOS
 - Sistema de Megafonía
 - Sistema de Radiocomunicaciones
- Sistema de Control Centralizado

2 NORMAS Y RECOMENDACIONES CONSIDERADAS

La normativa de referencia para determinar las instalaciones de los sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control del túnel de La Avanzada son las siguientes:

- Decreto Foral 135/2006, de 23 de agosto, sobre Seguridad de Túneles de Carreteras, que constituye la referencia obligada para el planeamiento, proyecto, construcción y puesta en servicio de todos los túneles en el Territorio Histórico de Bizkaia.
- Decreto Foral 91/2012, Instrucciones Técnicas de Seguridad en Túneles para el Diseño Seguro. VI. Sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control. (Pendiente de aprobación la revisión).

Aunque no son de estricto cumplimiento, también se considerará la siguiente normativa:

- Directiva 2004/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre requisitos mínimos de seguridad para túneles de la red transeuropea de carreteras.
- Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado.
- Instrucción 8.1-IC de febrero de 2014, de Señalización Vertical.

A continuación, se indica la normativa aplicable a cada uno los sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control.

Normativa general de protección y ensayos

- UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
- UNE-EN 60068:2000 Ensayos ambientales
- UNE-EN 50200:2016 Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia
- UNE-EN 50362:2003 Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de energía y transmisión de datos de gran diámetro, sin protección, para uso en circuitos de emergencia
- UNE-EN 60332:2009 Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 3-10: Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical. Equipos.

Normativa de señalización

- UNE 135314:2017 Señalización vertical. Perfiles de acero galvanizado empleados como postes de sustentación de señales, carteles laterales y paneles direccionales. Elementos móviles de sustentación. Tortillería. Características y métodos de ensayo.

Normativa de señalización luminosa

- UNE-EN 485-3:2003 Aluminio y aleaciones de aluminio. Chapas, Bandas y Planchas. Tolerancias dimensionales y de forma de productos laminados en caliente
- UNE-EN 12352:2007 Equipamiento de regulación del tráfico. Dispositivos luminosos de advertencia de peligro y balizamiento
- UNE-EN 12368:2015 Equipos de control de tráfico. Cabezas de semáforo
- UNE-EN 12675:2018 Semáforos. Requisitos funcionales de seguridad
- UNE-EN 12966 Señales verticales para carreteras. Señales de tráfico de mensaje variable
- UNE-EN 50293 Sistemas de señalización del tráfico por carretera. Compatibilidad electromagnética.
- UNE-EN 60249-2-10 Materiales base para circuitos impresos
- UNE 199021-3:2011 Equipamiento para la gestión del tráfico. Reguladores de tráfico. Parte 3: Características eléctricas.
- UNE 199021-1:2011 Equipamiento para la gestión del tráfico. Reguladores de tráfico. Parte 1: Características funcionales.

- UNE 199021-2:2011 Equipamiento para la gestión del tráfico. Reguladores de tráfico. Parte 2: Métodos de prueba.
- UNE 135401 Equipamiento para la señalización vial. Reguladores de tráfico
 - UNE 135-401-4:2003 IN Protocolo de comunicaciones. Tipo M
 - UNE 135-401-5:2003 IN Protocolo de comunicaciones. Tipo V
 - UNE 135-401-6:2003 Compatibilidad electromagnética

Normativa del sistema de CCTV

- UNE-EN 62676-3:2015 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad. Parte 3: Interfaces analógicas y digitales de video
- UNE-EN 62676-1-1:2015 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad. Parte 1-1: Requisitos del sistema. Generalidades.
- UNE-EN 62676-4:2015 Sistemas de videovigilancia para utilización en aplicaciones de seguridad. Parte 4: Directrices de aplicación

Normativa del sistema de Postes SOS

- UNE 135701 Equipamiento para Señalización Vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante Postes SOS
 - UNE 135701-1:2004 Requisitos generales
 - UNE 135701-2:2006 Elementos, funciones y características técnicas del poste
 - UNE 135701-4:2007 Transmisión por fibra óptica. Especificación funcional y características técnicas

Normativa del sistema de radiocomunicaciones

- Normativa Europea de equipos de comunicaciones ETSI EN 303 035-1
- Medidas de atenuación del cable radiante de acuerdo a la recomendación IEC
- ETSI EN 300674-1:2004 Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Dedicated Short Range Communication (DSRC) transmission equipment (500kbit/s/ 250kbit/s) operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical(ISM) band; Part 1: General characteristics and test methods for Road Side Units (RSU) and On-Board Units (OBU).
- ETSI EN 300674-2-1:2004 Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Dedicated Short Range Communication (DSRC) transmission equipment (500kbit/s /250 kbit/s) operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band; Part 2: Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE Directive; Sub-part 1: Requirements for the Road Side Units (RSU).
- ETSI EN 300674-2-2:2004 Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Dedicated Short Range Communication (DSRC) transmission equipment (500 Kbit/s / 250 Kbit/s) operating in the 5,8 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) band; Part 2: Harmonized EN under article 3.2 of the R&TTE Directive; Sub-part 2: Requirements for the On Board Units (OBU).
- ETSI EN 301489-1 V1.7.1 (2006-07): Electromagnetic compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Electro-Magnetic Compatibility (EMC) standard for Radio Equipment and services; Part 1: Common technical requirements.
- ETSI EN 301 489-3 V1.4.1 (2002-08) Electro-Magnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 3: Specific conditions for Short-Range Devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 40 GHz

Normativa del sistema de megafonía

- UNE-EN 60849 “Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia”.
- UNE-EN 54-4:2010 y UNE 23007 “Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 4: sistema de alimentación”.
- UNE-EN 54-16:2010 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 16: Control de la alarma por voz y equipos indicadores
- UNE-EN 54-24:2010 Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 24. Componentes de los sistemas de alarma por voz. Altavoces.
- Normas UNE 23007 “Sistemas de detección y alarma de incendios”
- Normas UNE-EN 60268-16:2011 “Equipos para sistemas electroacústicos. Parte 16: Evaluación objetiva de la ininteligibilidad del habla mediante el índice de transmisión del habla. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2011)”

Normativa de sensores de variables atmosféricas de carreteras

- UNE-EN ISO 14001 Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso
- UNE 199071-1:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 1: Características funcionales.
- UNE 199071-3:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 3: Equipamiento.
- UNE 199071-5:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 5: Conservación y mantenimiento.
- UNE 199071-2:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 2: Protocolo aplicativo.
- UNE 199071-4:2014 Equipamiento para la gestión del tráfico. Sensores de variables medioambientales en carretera. Sensores de variables atmosféricas en carretera. Parte 4: Métodos de prueba

Normativa del sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

- UNE 135421 Equipamiento para la señalización vial. Estaciones de toma de datos
 - UNE 135421-1 Requisitos eléctricos y de seguridad
 - UNE 135421-3 Requisitos funcionales y protocolos aplicativos
 - UNE 135421-4 Métodos de prueba y ensayo

Normativa sistema de gestión centralizada

- UNE 135411 Equipamiento para la señalización vial. Estaciones remotas:
 - UNE 135411-1 Características eléctricas
 - UNE 135411-2 Compatibilidad electromagnética
 - UNE 135411-3 Características funcionales
 - UNE 135411-4 Armario de estaciones remotas
 - UNE 135411-5 Protocolo de servicios
- UNE 135431 IN. Equipamiento para Señalización Vial. Redes de transporte para los Sistemas de Gestión de Accesos

- UNE 135460 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico
 - UNE 135460-1-1 Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicios de comunicaciones y de configuración
 - UNE 135460-1-2 Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicio de tiempo real. Servicio de datos históricos
 - UNE 135460-3-1 Funcionalidades de gestión y control del tráfico. Mecanismo para señalización multicentro.

Normativa de cableado

Las normas fundamentales de aplicación en cuanto a cableado son:

- UNE-EN 50288-2-1:2013 Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 2-1: Especificación intermedia para cables apantallados aplicables hasta 100 MHz. Cables para instalaciones horizontales y verticales en edificios.
- UNE-EN 50288-2-2:2001 Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 2-2: Especificación intermedia para cables apantallados aplicables hasta 100 MHz - Cables para instalaciones en el área de trabajo y cables para conexionado
- UNE-EN 50173-2:2018 Tecnología de la información. Sistemas de cableado genérico
- UNE-EN50174-1: 2011. Instalación del cableado. Parte 1: Especificación y aseguramiento de la calidad.
- UNE-EN50174-2: 2011. Instalación del cableado. Parte 2: Métodos y Planificación de la instalación en el interior de los edificios.
- UNE-EN50174-3: 2013. Instalación del cableado. Parte 3: Métodos y Planificación de la instalación en el exterior de los edificios.
- ISO/IEC 11801: 2017. Generic cabling for customer premises
- Normas UNE 21123 “Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV”
- Normas UNE-EN 60228 “Conductores de cables aislados”
- Normas UNE-EN 60793 “Fibra óptica”
- Normas UNE-EN 60794 “Cables de fibra óptica”
- Normas UNE-EN 60228 “Conductores de cables aislados
- Normas CEI 60502 “Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas de 1 kV (Um=1,2kV) a 30kV (Um=36kV)”

Normativa en desarrollo

Hay un conjunto de documentos que están en proceso de discusión y revisión en el grupo de trabajo CNT 135, Equipamiento para la Señalización Vial, de AENOR y que deben ser tenidos en consideración:

- UNE 135460-1-1:2006 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 1-1: Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicios de comunicaciones y de configuración.
- UNE 135460-3-1:2006 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 3-1: Funcionalidades de gestión y control del tráfico. Mecanismo para señalización multicentro.
- UNE 135460-1-2:2006 Equipamiento para la señalización vial. Centros de gestión de tráfico. Parte 1-2: Gestión de servicios de estaciones remotas. Servicio de tiempo real. Servicio de datos históricos.
- UNE 135701-1:2004 EX Equipamiento para la señalización vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante postes S.O.S. Parte 1: Requisitos generales.

- UNE 135701-2:2006 Equipamiento para la señalización vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante postes S.O.S. Parte 2: Elementos, funciones y características técnicas del poste.
- UNE 135701-4:2007 Equipamiento para la señalización vial. Sistemas de ayuda y transmisión de datos mediante postes S.O.S. Parte 4: Transmisión por fibra óptica. Especificación funcional y características técnicas.

3 SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO

El sistema de gestión de tráfico abarca un conjunto de instalaciones específicas, cuyos objetivos serán:

- Asegurar unas condiciones operativas razonablemente seguras para los conductores, pasajeros, servicios de emergencia y servicios de conservación, minimizando los efectos adversos de accidentes, condiciones meteorológicas y ambientales adversas, obstrucciones en la vía, firme deslizante, etc.
- Mantener la capacidad operativa de la carretera de La Avanzada mediante la prevención de situaciones de congestión.
- Minimización del impacto de la congestión y mejora de la fluidez y de los tiempos de recorrido.
- Informar adecuadamente a los usuarios que circulan por el túnel de La Avanzada de los aspectos necesarios para garantizar la máxima seguridad en la circulación.
- Conocer en todo momento el estado de tráfico en el túnel y en la carretera de La Avanzada.
- Informar de situaciones de riesgo o emergencia.
- Dar instrucciones sobre las acciones a llevar a cabo y evitar el acceso a los túneles de vehículos que presenten un gálibo excesivo.
- Proveer medios de ayuda a usuarios que han sufrido algún problema (accidente, avería, confusión, etc.).

Las instalaciones que se dispondrán para la gestión del tráfico serán las siguientes:

- Sistema de señalización dinámica
- Sistema de control de gálibo
- Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos
- Sistema de control ambiental. Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras

La siguiente tabla muestra los criterios de diseño de cada instalación para el túnel de La Avanzada especificados en el DFST, siendo un túnel urbano, bidireccional y Tipo I.

SISTEMA	EQUIPAMIENTO
Señalización Dinámica Exterior, en los accesos a las bocas	• Sección de señales de aspa-flecha, semáforo RAV y señal limitadora de velocidad en el dintel de la boca de entrada, por carril. • Sección de señales de aspa-flecha por carril para la operación en bidireccional del túnel. • Conjunto de barreras degondables con semáforos doble rojo en cada una de ellas y alarma acústica. A una distancia inferior a 200 metros de la boca de entrada y antes del paso entre calzadas. • Sección de semáforos rojo-ámbar-verde a 150 metros de la boca del túnel. Se instalarán dos espiras después de esta sección para automatizar la gestión de colas en caso de cierre del túnel. • PMV 2G+3L de 12 caracteres que se ubicará antes del último desvío. • PMV 2G+3L de 12 caracteres en la entrada del túnel en ambos sentidos.
Señalización Dinámica Interior	• Sección de señales aspa-flecha cada 300 - 400 m, con distribución uniforme de las secciones a lo largo del túnel (si se prevé operación bidireccional una de cada dos secciones deberá ser visible también en el sentido contrario al habitual).

SISTEMA	EQUIPAMIENTO
	• Sección de señales de limitación de velocidad cada 300 - 400 m con distribución uniforme de las secciones a lo largo del túnel. • PMV 1G+2L de 12 caracteres como mínimo a una interdistancia inferior a 800 metros.
Control de Gálibo	• Señal de preaviso de control de gálibo • A 150 m, pórtico de control de gálibo de acero de 6m de altura, con detección mecánica y electrónica a 5 metros de altura por carril. • A 200 m del pórtico, señal oculta de exceso de gálibo en el lado derecho. • A 150 m de la señal oculta, área reservada para la detección del vehículo con gálibo excesivo Se instalará un poste SOS para que el usuario pueda comunicarse con el Centro de Control
Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos	• Mínimo de dos secciones de detectores, situadas en las proximidades del acceso y de la salida del mismo. • Se instalarán detectores a todos los ramales de acceso o salida y los carriles pertenecientes a bifurcaciones o confluencias de calzadas en el interior del túnel para la adquisición de los datos estadísticos.
Control ambiental	• Instalación de un SEVAC en el túnel

Tabla 2: Equipamiento de señalización dinámica especificado en el DFST

Las particularidades de los accesos y la limitación del gálibo existente en el túnel de La Avanzada se traducirán en un incumplimiento parcial de las especificaciones del DFST. A continuación, se definen las actuaciones que se llevarán a cabo para cada uno de los sistemas de gestión de tráfico.

3.1 Señalización dinámica

La señalización dinámica permitirá a los operadores del Centro de Control MKZ de Malmasín informar a los conductores sobre el estado del túnel, de las situaciones de riesgo y de las medidas de protección que deberán adoptar para minimizar los daños ante escenarios imprevistos, facilitando la gestión del túnel y sus accesos.

La gestión del sistema de señalización dinámica será realizada por los operarios del Centro de Control, que controlarán los distintos elementos a través de la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet del túnel de La Avanzada y del doble enlace de fibra óptica de 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control MKZ.

El sistema de señalización estará basado en un sistema dinámico que permitirá variar la información emitida a los usuarios en función de las circunstancias particulares que en cada momento se den en el túnel de La Avanzada.

Las causas que pueden aconsejar la exhibición de señalización dinámica son las siguientes:

- Causas producidas por los propios vehículos: incendios, accidentes, averías, retenciones y congestiones.
- Causas producidas por el incorrecto funcionamiento de otras instalaciones en el túnel: baja luminosidad, alta concentración de humos, etc.
- Situaciones en los accesos del túnel: lluvia, niebla, hielo, nieve
- Mantenimiento y conservación del túnel

La información que se presentará a los usuarios será la siguiente:

- Información de carácter general: obras, estado de la vía y de los túneles, y condiciones meteorológicas que afecten a la visibilidad y al deslizamiento.
- Información con datos que se obtendrán por el sistema de vigilancia y detección de incidentes: accidentes, retenciones, congestiones, cierre y carriles inutilizados, necesidad de cambio de carril, conveniencia u obligación de utilizar un carril, velocidad aconsejable de forma circunstancial, tiempos de recorrido, etc.
- Información con datos obtenidos fuera del túnel y que se presentará en los accesos a los mismos: desvíos aconsejables, estado de congestión en itinerarios alternativos o complementarios.

Según la funcionalidad del sistema se distinguirá entre:

- Señalización dinámica en los accesos del túnel
La señalización dinámica en los accesos del túnel tiene como función informar de incidentes y riesgos existentes en el interior del túnel y, en caso de incidente grave o trabajos de mantenimiento y explotación en el interior o en los accesos del mismo, permitir el cierre del túnel en caso necesario. Como se ha comentado anteriormente, la particularidad de la limitación del gálibo existente en el túnel de La Avanzada se traducirá en un incumplimiento parcial de las especificaciones del DFST.
- Señalización dinámica en el interior del túnel
La señalización dinámica en el interior del túnel suele ser útil particularmente para informar sobre incidentes a la salida del túnel o en el interior. Constituyen un instrumento esencial para adoptar medidas de precaución tales como limitación de la velocidad y otras. En los casos más graves como incendio permitirá interrumpir el tráfico en el interior del túnel.

3.1.1 Equipamiento en los accesos del túnel de La Avanzada

El equipamiento en los accesos del túnel de La Avanzada se dispondrá tomando, siempre que sea posible, las recomendaciones propuestas en el DFST para túneles bidireccionales.

Previamente a proyectar el equipamiento en los accesos al túnel de La Avanzada, se deben analizar los factores que influyen en su diseño, como son las características del trazado (visibilidad de la boca, existencia de desvíos o incorporaciones, etc.) y las características geométricas de la vía (anchura de arcones y carriles, pasos de mediana, etc.)

Se ha previsto la instalación de los siguientes elementos de señalización redundante en los accesos al túnel:

- Sección de señales de aspa-flecha, semáforo RAV y señal limitadora de velocidad en el dintel de la boca de entrada, por carril.
- Barreras degondables con semáforos doble rojo, alarma acústica y detector de presencia de vehículo. La sirena advertirá a los conductores de la bajada de la barrera. Se dispondrán barreras en los accesos al túnel.
- Sección de semáforos rojo/ámbar/verde sobre pórtico en los accesos al túnel. Se instalarán dos espiras después de esta sección para automatizar la gestión de colas en caso de cierre del túnel.
- Paneles de Mensaje Variable 2G+3L de 12 caracteres. Se ubicarán en la entrada del túnel, en todos los accesos y en las incorporaciones a dichos accesos al túnel de La Avanzada.

3.1.2 Equipamiento en el interior del túnel de La Avanzada

La señalización dinámica en el interior del túnel está condicionada por las limitaciones de gálibo existentes en el túnel de La Avanzada, que no permiten disponer señalización dinámica en el interior del túnel.

3.1.3 Equipos de señalización

Paneles de Mensaje Variable

Los Paneles de Mensaje Variable (PMV) señalarán las distintas incidencias y recomendaciones que condicionen el desarrollo del tráfico.

La información que se presentará dependerá de si la situación en el túnel de La Avanzada o sus proximidades es normal o ha habido alguna emergencia.

En una situación normal, la información será principalmente la siguiente:

- Estado del tráfico
- Situaciones de congestión
- Salidas a los diferentes enlaces para rutas alternativas
- Prohibiciones, obligaciones, recomendaciones y avisos, tales como circular por determinados carriles por obras, salidas a enlaces cortados, desvíos u otros.
- Consejos de seguridad vial

Ante una emergencia, se considerará prioritaria la difusión de la siguiente información:

- Localización, severidad y consecuencias de los incidentes
- Afecciones al tráfico, estado de las salidas a los enlaces
- Posibles rutas alternativas

En los accesos e incorporaciones al túnel de La Avanzada se dispondrán dos tipos de Paneles de Mensaje Variable:

- PMV 3L+2G: 3 líneas con 12 caracteres alfanuméricos y 2 pictogramas full color
- PMV 3L+1G: 3 líneas con 12 caracteres alfanuméricos y 1 pictograma full color

Las características de los PMV serán las siguientes:

- Cumplimiento norma UNE-EN 12966 y marcado CE, con los siguientes parámetros mínimos de prestaciones fotométricas:
 - Luminancia: Clase L3
 - Relación de Contraste: Clase R2
 - Ángulo: B6.
 - Color: Clase C2
 - En cuanto a las prestaciones físicas:
 - Temperatura: T2 (entre -25°C y 55°C)
 - Protección: P2 (IP55)
 - Resistencia a la polución clase D3

La zona gráfica normalmente indicará la prohibición de circular a más velocidad de la permitida en el interior del túnel. En caso que el túnel se encuentre cerrado, los paneles informarán de esta circunstancia, mostrando también la dirección donde debe realizarse el desvío con una flecha en la zona gráfica del panel.

La ubicación de los paneles será la siguiente:

PMV	TIPO	SUJECCIÓN	UBICACIÓN
PMV-01	PMV 3L+2G	Pórtico	Corredor de Uribe Kosta, dirección Bilbao y antes del desvío de la rotonda de Artaza
PMV-02	PMV 3L+1G	Banderola	Incorporación a la vía lateral de la carretera de La Avanzada en sentido Bilbao desde la rotonda de Artaza.
PMV-03	PMV 3L+1G	Banderola	Incorporación a la vía lateral de la carretera de La Avanzada en sentido Bilbao desde los barrios de Artatza y Negurigane.
PMV-04	PMV 3L+2G	Pórtico	En la carretera de La Avanzada y a 500 de la boca Getxo (en sentido Bilbao).
PMV-05	PMV 3L+1G	Banderola	En la carretera de La Avanzada y a 900 m de la boca Bilbao (en sentido Getxo).
PMV-06	PMV 3L+2G	Pórtico	En la carretera de La Avanzada y a 500 m de la boca Bilbao (en sentido Getxo).
PMV-07	PMV 3L+1G	Banderola	En la vía lateral de la carretera de La Avanzada en sentido Getxo.

Tabla 3: Ubicación de los Paneles de Mensaje Variable

Los mensajes mostrados en los PMV se gestionarán desde el Centro de Control MKZ de Malmasín. Para ello, la aplicación de gestión integral dispondrá de un módulo específico dedicado a los PMV.

La aplicación de gestión centralizada permitirá visualizar simultáneamente los mensajes mostrados en todos los PMV gestionados. Los mensajes que se muestren podrán editarse manualmente o seleccionarlos de una lista de mensajes preconfigurados.

La aplicación de gestión centralizada contará con funciones que permitan crear planes de señalización en los PMVs en respuesta a situaciones recurrentes. Estos planes de señalización podrán ser activados por iniciativa de los operadores o a propuesta del sistema mediante el gestor de planes en el que se integrarán los protocolos de actuación definidos en el Plan de Autoprotección (P.A). El objetivo de esta medida será acelerar el flujo de información desde que ocurre un incidente hasta que los usuarios de la vía afectada son informados de ello. Reducir este tiempo será vital para minimizar el impacto de las incidencias. Cuanto antes se avise a los conductores para que detengan sus vehículos o tomen rutas alternativas, existirá menor riesgo de colisiones por alcance o de formación de congestión.

Los PMV contarán con funciones de mantenimiento y diagnóstico de errores, enviando al Centro de Control información sobre fallos tales como píxel fundido, fallo en carga de baterías u otros.

Semáforo rojo-ámbar-verde

El túnel de La Avanzada dispondrá de diez (10) semáforos rojo-ámbar-verde (en adelante RAV) de tipo LED en los accesos de las bocas y en el dintel del túnel.

Serán de tres focos de Ø300 mm, estarán instalados sobre pórticos de acero no visitables. Los semáforos cumplirán los requisitos establecidos en las “Recomendaciones para la aplicación de la Norma Europea de semáforos UNE-EN 12368:2015 a los semáforos de LEDs”. A continuación, se muestra la ubicación de los semáforos.

ELEMENTO	UBICACIÓN
SEM-01, SEM-02, SEM-03	Acceso Boca del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
SEM-04, SEM-05	Dintel Boca del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
SEM-06, SEM-07, SEM-08	Acceso Boca del Túnel de la Avanzada sentido Getxo
SEM-09, SEM-10	Dintel Boca del Túnel de la Avanzada sentido Getxo

Tabla 4: Ubicación de los semáforos RAV

Señal Aspa-Flecha (ASF)

Las señales aspa-flecha (ASF) indican la situación de carril abierto, cerrado o desvío, cumplirán la UNE-EN-12966 y marcado CE. Dispondrán de 4 caracteres posibles, todos ellos sobre fondo negro:

- Aspa roja. Indicación de cierre de carril.
- Flecha verde. Indicación de carril abierto.
- Flecha inclinada ámbar a la izquierda. Indicación de cambio de carril a la izquierda.
- Flecha inclinada ámbar a la derecha. Indicación de cambio de carril a la derecha.



Figura 2: Señales Aspa-Flecha

Las características de las señales aspa-flecha a instalar serán las siguientes:

- Prestaciones fotométricas:
 - Luminancia: Clase L3
 - Relación de Contraste: Clase R2
 - Ángulo: B4 para tronco de autopista e interior de túnel, B6 para entornos urbanos y ramales de accesos.
 - Color: Clase C2
- Prestaciones físicas:
 - Temperatura: T2 (entre -25°C y 55°C)
 - Protección: P2 (IP55)
 - Resistencia a la polución clase D3
- Dimensiones de 1000 x 1000 x 1000 mm
- Altura del pictograma será de 800 mm.
- Sistema de anclaje definible

Se colocará una pareja de aspa-flecha en el dintel de las bocas de acceso.

La ubicación de las señales será la siguiente:

ELEMENTO	UBICACIÓN
ASF-01, ASF-02	Dintel Boca de entrada del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
ASF-03, ASF-04	Dintel Boca de salida del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao (reversibles)
ASF-05, ASF-06	Dintel Boca de entrada del Túnel de la Avanzada sentido Getxo
ASF-07, ASF-08	Dintel Boca de salida del Túnel de la Avanzada sentido Getxo (reversibles)

Tabla 5: Ubicación de las señales Aspa-Flecha (ASF)

Señales de Control de Velocidad (CLV)

Las señales de Control de Velocidad (CLV) indicarán la velocidad máxima de circulación en el túnel, cumplirán la UNE-EN-12966 y marcado CE. La señal de control de velocidad (CLV) tendrá las siguientes características:

- Orla roja: formada por tres circunferencias concéntricas de leds rojos. El diámetro de la circunferencia de radio mayor debe ser de 800 mm.
- Dígitos. Se podrá representar tres (3) dígitos mediante una placa visualizadora de leds formada por una matriz de píxeles. Los píxeles estarán compuestos con un mínimo de 4 leds. El tamaño del dígito será de 300 mm.



Figura 3: Señales de Control de Velocidad (CLV)

Las características de las señales aspa-flecha a instalar serán las siguientes:

- Prestaciones fotométricas:
 - Luminancia: Clase L3
 - Relación de Contraste: Clase R2
 - Ángulo: B4 para tronco de autopista e interior de túnel, B6 para entornos urbanos y ramales de accesos.
 - Color: Clase C2
- Prestaciones físicas:
 - Temperatura: T2 (entre -25°C y 55°C)
 - Protección: P2 (IP55)
 - Resistencia a la polución clase D3
- Dimensiones de 1000 x 1000 x 1000 mm
- Altura del pictograma será de 800 mm.
- Sistema de anclaje definible

Se colocará una pareja de señales de control de velocidad en el dintel de las bocas de acceso.

La ubicación de las señales será la siguiente:

ELEMENTO	UBICACIÓN
CLV-01, CLV-02	Dintel Boca de entrada del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
CLV-03, CLV-04	Dintel Boca de entrada del Túnel de la Avanzada sentido Getxo

Tabla 6: Ubicación de las señales de Control de Velocidad (CLV)

Sistema de barreras

La barrera es un sistema cuya finalidad es la de informar al usuario que el túnel se encuentra cerrado. Se instalará una por cada entrada del túnel y dispondrán un brazo de 7 m.

Las barreras se dispondrán a una distancia de la boca del túnel no inferior a 50 m y siempre antes de los pasos de mediana móviles previstos. El brazo será degondable y dispondrán a su vez de semáforos doble-rojo, alarma acústica y detector de presencia de vehículos.

La ubicación de las barreras será la siguiente:

ELEMENTO	UBICACIÓN
BAR-01	Acceso boca de entrada del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
BAR-02	Acceso boca de entrada del Túnel de la Avanzada sentido Getxo

Tabla 7: Ubicación de las barreras

3.2 Control de gálibo

3.2.1 Introducción

El control de altura en los túneles es esencial para defender la infraestructura de vehículos de dimensiones extraordinarias o excesivas. La función principal es detectar e impedir el paso a todos los vehículos que circulen con una altura que pueda representar un peligro para los usuarios y para las instalaciones del túnel de La Avanzada, además de causar una situación de grave riesgo para la seguridad vial.

La normativa de referencia obliga a prever sistema de control de gálibo en los accesos del túnel e instalar equipos que informen a los conductores con la suficiente antelación, para evitar que estos entren al mismo y tomen vías alternativas.

3.2.2 Funcionalidad

El principio se basa en la detección conjunta por parte de una barra metálica que colgará del pórtico y por parte de dos sensores de la presencia de un vehículo con exceso de gálibo permitido: detección de una masa metálica mediante espiras en la calzada y detección de altura mediante células fotoeléctricas.

Una vez se ha producido la detección del vehículo con exceso de gálibo, se informará al usuario de la situación a través de los PMV instalados en los accesos del túnel y se le instará a que abandone la vía o tome la ruta alternativa a través de las vías laterales.

Al tiempo que se produce la detección de exceso de gálibo, el sistema enviará una alarma al Centro de Control MKZ de Malmásin, con el fin de avisar a los operadores de la situación detectada.

3.2.3 Descripción del sistema de control de gálibo

Para la detección del exceso de gálibo en el túnel de La Avanzada se dispondrá de un sistema mecánico y de un sistema automático, ambos situados en el mismo pórtico.

El sistema global de control de gálibo a instalar contará del siguiente equipamiento:

- Señal previa informativa de control de altura
- Sistema de detección mecánica y electrónica sobre pórtico
- Paneles de Mensaje Variable, los cuales presentarán un mensaje fijo de exceso de gálibo y desvío inmediato por rutas alternativas al túnel de La Avanzada, a través de las vías laterales.

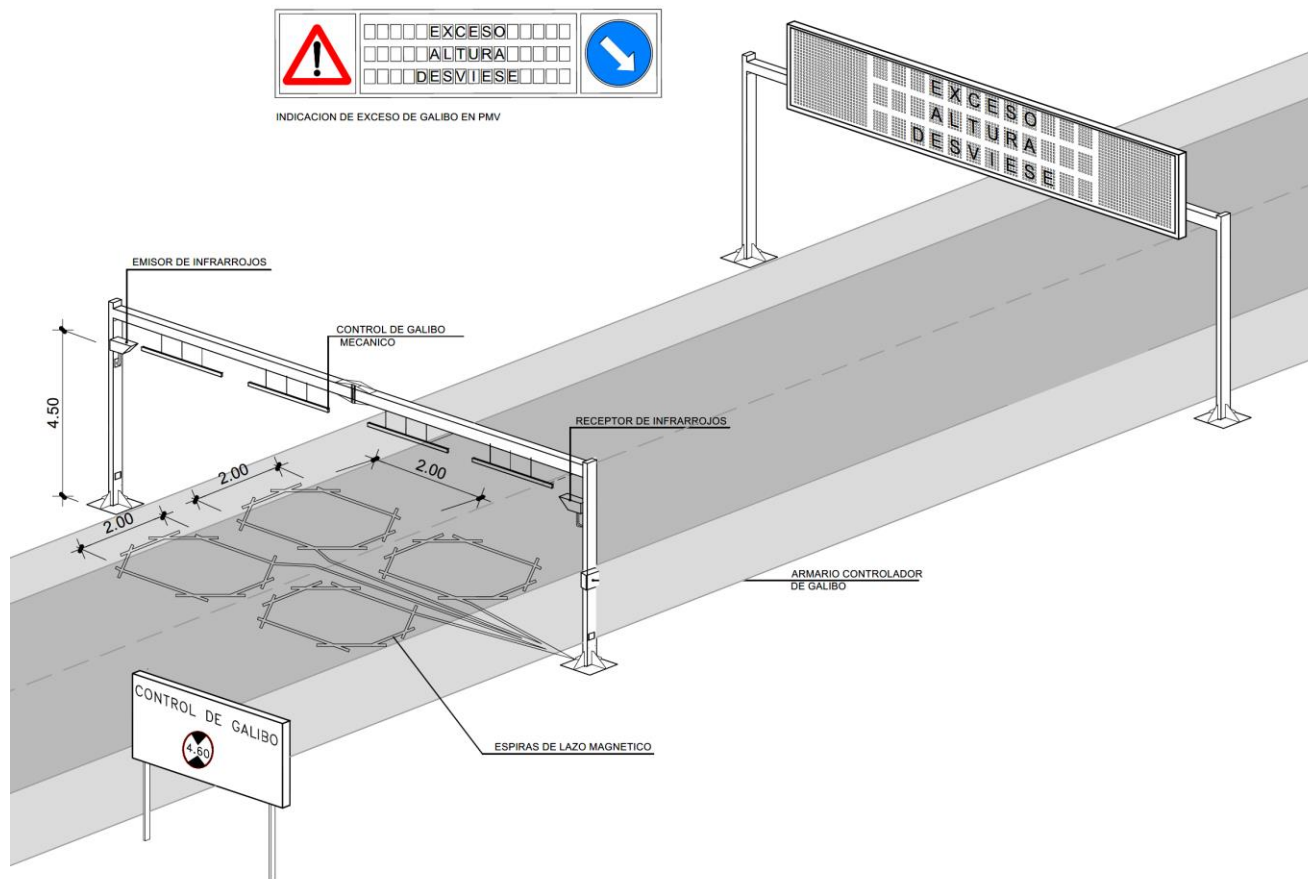


Figura 4 : Esquema del sistema de control de gálibo para el túnel de La Avanzada

El sistema mecánico de control de gálibo consistirá en una barra metálica que colgará del pórtico de acero, a una altura de 4,50 m.

Los sistemas automáticos de control de gálibo a instalar estarán formados por los siguientes elementos:

- Equipo detector de vehículos formado por espiras de lazo magnético, que se dispondrán en los carriles, y un detector inductivo. Incorpora la utilización de un microprocesador que permitirá el tratamiento digital de las señales obtenidas.
- Una barrera de infrarrojos modulado, compuesta por un emisor-receptor inerte a la radiación solar o a cualquier tipo de iluminación ambiental y de alcance mínimo garantizado de 25 m. Presentará las siguientes características:
 - Aislamiento IP67G (protección contra agua y aceites)
 - Inmunidad a luz extraña de 40.000 lux a 20° de incidencia
 - Alta resistencia a golpes y vibraciones.

El detector de vehículos de lazo inductivo permitirá que la activación de la alarma de gálibo sea válida, únicamente cuando se confirme la presencia de vehículo. De esta forma, se evitará que el sistema sea activado por elementos casuales que corten el haz de la barrera.

El sistema dispondrá de un parasol para evitar la influencia negativa de polvo y agua de lluvia sobre el cristal de la fotocélula.

La programación del control de gálibo se realizará mediante un equipo basado en microprocesador o control distribuido (PLC). Este elemento electrónico vigilará las señales de los detectores y activará la señal de gálibo enviando la señal al Centro de Control. Recibirá las señales de los detectores, de la fotocélula y las suyas propias, las procesará y transmitirá la señal correspondiente (alarma de gálibo o alarma del sistema) al Centro de Control, al Panel de Mensaje Variable y al PLC redundante de la arquitectura de control.

3.2.4 Situación de los sistemas de control de gálibo

Se instalarán 5 sistemas de control de gálibo en las inmediaciones del túnel de La Avanzada, en los siguientes puntos:

- GAL-01: En el Corredor de Uribe Kosta, dirección Bilbao. Se ubicará antes del desvío a la Rotonda de Artaza para permitir que los vehículos con exceso de altura tomen dicho desvío y eviten entrar en la carretera de La Avanzada.
- GAL-02: Incorporación a la vía lateral de la carretera de La Avanzada en sentido Bilbao desde la Rotonda de Artaza. El control de gálibo se ubicará al comienzo de la vía lateral para impedir el acceso al túnel en caso necesario.
- GAL-03: Incorporación a la vía lateral de la carretera de La Avanzada en sentido Bilbao desde el barrio de Artatza y Negurigane.
- GAL-04: En el tronco de la carretera de La Avanzada en sentido Getxo.
- GAL-05: En la vía lateral de la carretera de La Avanzada en sentido Getxo. El control de gálibo se ubicará antes de la última incorporación al tronco antes del túnel.

3.3 Sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

3.3.1 Introducción

El sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos será el sistema de medida de datos de tráfico del túnel de La Avanzada para conocer los parámetros básicos de tráfico. El sistema permitirá obtener información en todos los sectores como apoyo a la señalización dinámica y al control de tráfico en el interior. El sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos estará basado en Estaciones de Toma de Datos (ETD) compuestas por detectores electromagnéticos y espiras situadas bajo el pavimento. Para el sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos, se podrá contar como sistema redundante las cámaras térmicas instaladas en los accesos y en el interior del túnel.

Las ETD son equipos especialmente concebidos para adquirir y analizar datos de tráfico con funcionamiento autónomo fácilmente centralizable. La ETD, dependiendo de la configuración, integrará y almacenará los datos en espera de una solicitud de comunicación de los mismos.

Las Estaciones de Aforo aportarán datos de interés para análisis instantáneos de tráfico, dentro de la gestión integral del túnel y servirán de base para el análisis a posteriori de estrategia para el futuro:

- Nivel de servicio del túnel
- Cumplimiento de los límites de velocidad por parte de los conductores
- Tiempo de normalización después de un cierre de túnel. Efecto en el tráfico y mejora de las secuencias programadas
- Dependencia de horas punta de coches pesados con aumento de los niveles de CO y opacidad
- Análisis para mejora de infraestructuras para el futuro

3.3.2 Descripción del sistema

El sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos se compone del siguiente equipamiento:

- Sensor, de tipo inductivo o espira, enterrada bajo el pavimento de la calzada.
- Detector electromagnético, tarjeta electrónica en formato rack, encargado de acondicionar la señal procedente del sensor y transmitirla a la ETD. Consta de un circuito RLC oscilador que alimenta a la espira y de un circuito que interpreta las variaciones de frecuencia originadas por el paso de vehículos sobre la misma.
- Estación de Toma de Datos (ETD), cuya función es la de procesar las señales medidas por el detector. La ETD podrá cumplir dos funciones diferentes: conocimiento exacto del tipo y aforo de tráfico, para finalidades estadísticas, y la detección de incidentes. Normalmente, las ETD's se dimensionan para un máximo de 24 detectores simples o 12 en el caso de que fueran dobles. Constará de los siguientes elementos:
 - Fuente de alimentación
 - Unidad Central de Proceso (CPU)
 - Tarjeta de memoria
 - Tarjeta de entradas/salidas digitales

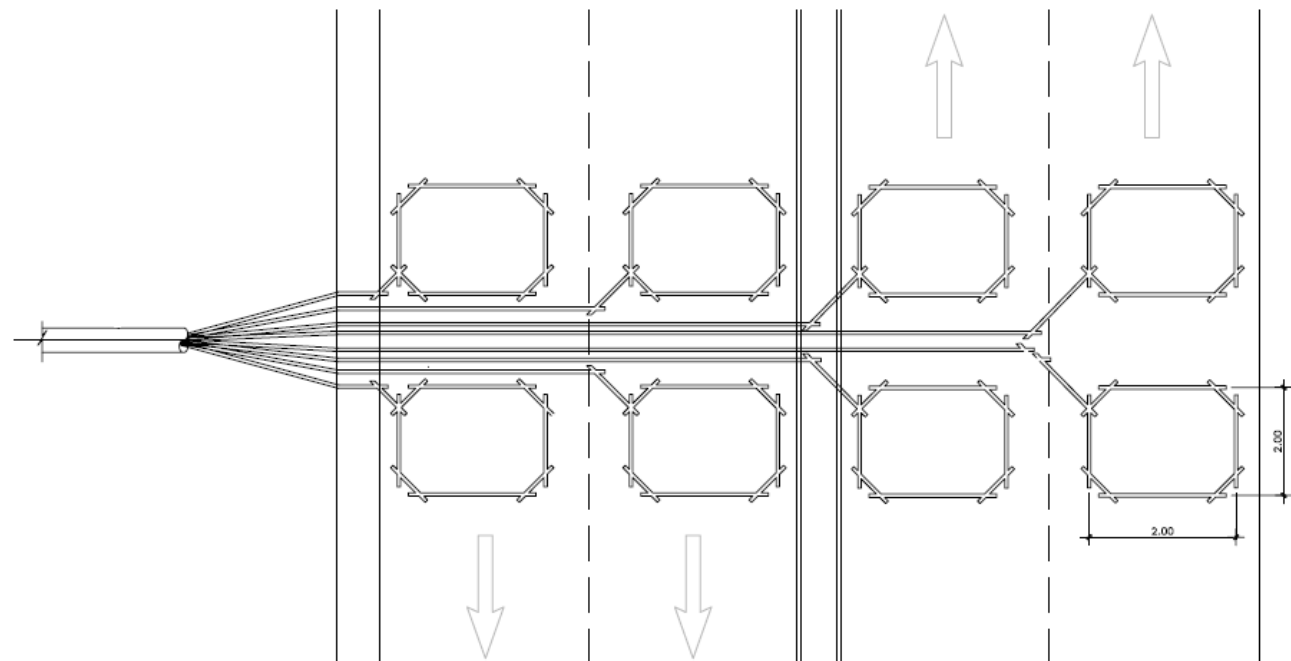


Figura 5: Esquema de ubicación de espiras en calzada

El sistema de detección, clasificación y conteo realizará una medición del tráfico mediante la cual conocerá la demanda y la variación de los datos estadísticos que lo caracterizan. Los principales parámetros que controlará son:

- Intensidad. Número de vehículos que han pasado por un detector durante el periodo de integración.
- Velocidad (Km/h). Velocidad media de los vehículos en el periodo de integración.
- Longitud (decímetros). Longitud media de los vehículos que han pasado por las espiras durante el periodo de integración.

- Distancia media entre vehículos. (metros). Promedio de distancias entre la parte trasera de un vehículo y la delantera del siguiente.
- Ocupación (%). Tanto por ciento del periodo de integración que una espira ha permanecido ocupada por vehículos.
- Detección de congestión (Booleano: 1 = Hay congestión; 0 = No hay congestión).
- Detección de Intensidad inversa. Indica si ha circulado algún vehículo en sentido contrario al establecido (Booleano 1= Algún vehículo ha circulado en sentido contrario; 0 = Ningún vehículo ha circulado en sentido contrario).
- Sentido de Circulación Establecido. Para caso de detectores dobles indica cuál de los dos sentidos (0 = Directo, 1 = Inverso) es el vigente actualmente.
- Clasificación de Vehículos por Longitud. En número absoluto de vehículos y por clase, clasificación mínima en 2 umbrales de longitud.
- Clasificación de Vehículos por Velocidad. En número absoluto de vehículos y por clase, clasificación mínima en 3 umbrales de velocidad.

Además de estos datos estadísticos será capaz de proporcionar las siguientes alarmas:

- Congestión de Carril. La ETD ha de poder determinar el estado de "Congestión en Carril".
- Vehículo en Sentido Contrario por carril.
- Cambio de Sentido en carril. Se determinará automáticamente tras la detección de paso de 3 vehículos consecutivos en sentido contrario.

Las ETD incorporarán periodos para la integración de las variables, con una estrategia cuya finalidad consiste en mantener siempre la información más reciente de los puntos que en ese momento requieran mayor atención:

- Un primer periodo, con frecuencia de procesamiento configurable según los requerimientos entre los valores de segundos y minutos, dependiendo del rango de atención requerido para el túnel de La Avanzada. Cuanto menor sea el tiempo de integración, el número de los valores a integrar será menor y, por lo tanto, del valor medio de los mismos entregará una idea más real del estado del tráfico.
- Un segundo periodo de integración concebido como histórico. Agrupará los valores provenientes del primer periodo y sólo entrará en funcionamiento cuando se vaya a producir un desbordamiento del buffer que almacena datos integrados en el primer periodo.

Los datos calculados y los parámetros de configuración de las ETD se almacenan en memoria no volátil, de forma que los datos no se pierden en caso de fallo de los componentes que integran el sistema.

3.3.3 Centralización del sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos

La adquisición de los datos del sistema se realizará interrogando periódicamente a las ETD a través de las Estaciones Remotas de Túnel.

3.3.4 Situación actual

El túnel de La Avanzada dispone de un sistema de detección, clasificación y conteo de vehículos, mediante 4 ETD's pertenecientes a la red de alta capacidad, que se encuentran ubicadas en el tramo central de la carretera de La Avanzada:

ETD	PK
ETDI-26	11+260
ETDI-27	12+250
ETDI-27A	12+250
ETDI-28	13+190

Tabla 8: Ubicación actual de las Estaciones de Toma de Datos

Las ETD instaladas constan de:

- ETDI 26
 - 16 detectores dobles
 - 9 espiras dobles
 - 11 espiras simples
- ETDI 27
 - 24 detectores dobles
 - 24 espiras dobles
- ETDI 27A
 - 20 detectores dobles
 - 20 espiras dobles
- ETDI 28
 - 6 detectores dobles
 - 4 espiras dobles
 - 3 espiras simples

3.3.5 Actuaciones en el túnel de La Avanzada

En la adecuación y ampliación del túnel se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Se mantendrán todas las ETD instaladas en la actualidad
- Se reubicará la ETDI 27 y la ETDI 27A en el interior de las salidas de emergencia 3B y 3G.
- Se repondrán todas las espiras del interior del túnel, que serán destruidas durante la fase de obra.

3.4 Control ambiental. Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras

3.4.1 Introducción

Las condiciones meteorológicas y circunstancias medioambientales a lo largo de la carretera de La Avanzada, tales como lluvia, viento, hielo en la calzada, visibilidad reducida, etc. generarán estados degradados de la circulación y del estado del pavimento que podrán ocasionar accidentes.

Los Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC) tendrán como función principal la toma de datos meteorológicos y su transmisión al sistema de gestión para la visualización en tiempo real. Como funcionalidad adicional, los datos tomados por cada SEVAC se analizarán para realizar propuestas de señalización o actuaciones concretas de explotación.

El software de gestión permitirá la explotación histórica de los datos meteorológicos para la realización de previsiones o estadísticas, así como para la realización de informes temporales. Además, incorporará un módulo de recomendación que, mediante combinaciones lógicas de valores de los parámetros meteorológicos, de los parámetros de tráfico y de incidentes introducidos, realizará avisos al personal de explotación o recomendará señalización en los paneles de mensaje variable.

Todas las normas o condiciones de avisos y señalización, deben ser programadas por el personal de explotación.

Además, los SEVAC serán capaces de predecir las siguientes situaciones:

- Riesgo de formación de hielo en la superficie de la calzada
- Riesgo de aparición de escarcha
- Riesgo de aparición de rocío en la superficie de la calzada

- Temperatura de la superficie de la calzada baja

3.4.2 Descripción del Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras

Se instalará una SEVAC en la cubierta del túnel de La Avanzada, junto al Centro de Transformación-02.

Dispondrá de una unidad de control (CPU) ubicada dentro de un armario de intemperie y un báculo especial de 6 m de altura para la ubicación de los sensores.

El armario albergará el siguiente equipamiento:

- Unidad de Control de Proceso (CPU)
- Fuente de alimentación
- Tarjetas de entradas/salidas para conectar los diferentes sensores
- Detector de presión barométrica

Los sensores otorgarán información precisa de las condiciones meteorológicas existentes en la zona del túnel.

La SEVAC se conectará al PLC redundante de la arquitectura de control, la cual le pedirá los datos bajo demanda en el tiempo que tenga configurado. Normalmente, se utilizarán tiempos de integración de 1,5 ó 15 minutos.

Los sensores que se propone instalar son los siguientes:

- Anemómetro
- Veleta
- Sensor de Calzada: Los datos que proporciona el sensor una vez tratados son:
 - Temperatura
 - Calzada seca, húmeda, mojada, húmeda ó mojada con aditivos
 - Punto de congelación
 - Altura de la película de agua
 - Presencia de nieve, escarcha o hielo
 - Riesgo de formación de hielo en calzada y punto de congelación de la mezcla líquida en calzada
- Sensor de visibilidad
- Higrómetro.
- Sensor de Temperatura

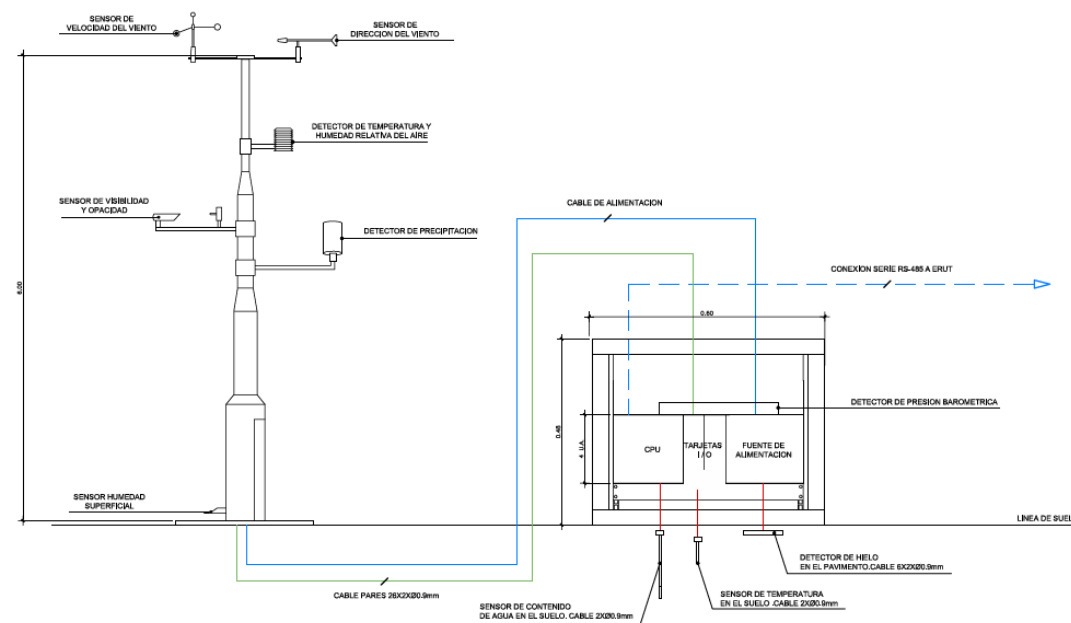


Figura 6: Sensor de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC)

3.5 Señal activa con radar

3.5.1 Descripción del sistema

Se propone la instalación de señales activas de radar en las bocas del túnel de La Avanzada para la gestión de la velocidad de los vehículos.

La señal activa con radar es un sistema de mensajes dinámico que proporcionará información al conductor sobre la velocidad del vehículo. Tendrá por objeto llamar la atención de los conductores sobre su velocidad de conducción y hacer que la reduzcan hasta la velocidad regulada o segura en el interior del túnel.

La señal activa con radar se integrará en las soluciones de seguridad de tráfico que necesita el túnel de La Avanzada.



Figura 7: Señal activa de radar a instalar en las bocas del túnel de la Avanzada

Si la velocidad del vehículo supera la velocidad límite máxima programada, unos LEDs emitirán destellos para alertar al conductor de su exceso de velocidad.

Estas señales actuarán tanto de día como de noche y en todas las condiciones meteorológicas, mediante una combinación de tres fuentes. Dispondrá de una lámina retrorreflectante que reflejará la luz ambiente por el día y la luz reflejada de los faros que se acercan después del anochecer. Un sistema de LED de alto rendimiento energético es activado por una célula fotoeléctrica, que controlará la intensidad y el comportamiento de salida de los LEDs.

3.5.2 Funcionamiento

La alineación y orientación de la señal activa con radar influirá en la precisión de la medida de la velocidad. Las características del radar son las principales limitaciones a tener en cuenta. El radar enviará un cono con un ángulo de 12° para detectar objetivos más allá de 180 m.

La precisión de la medida de la velocidad de una señal es mejor cuando el centro del eje del radar coincide con el eje del objetivo en movimiento a medir. La precisión decrece cuando aumenta el ángulo del objeto en movimiento a medir. La precisión decrece cuando aumenta el ángulo del objeto en movimiento y cuando se desvía del centro del eje del radar.

La señal deberá ubicarse 2 m sobre la perpendicular al suelo y deberá girarse horizontalmente hacia la carretera para permitir una cobertura del tráfico que se aproxima.

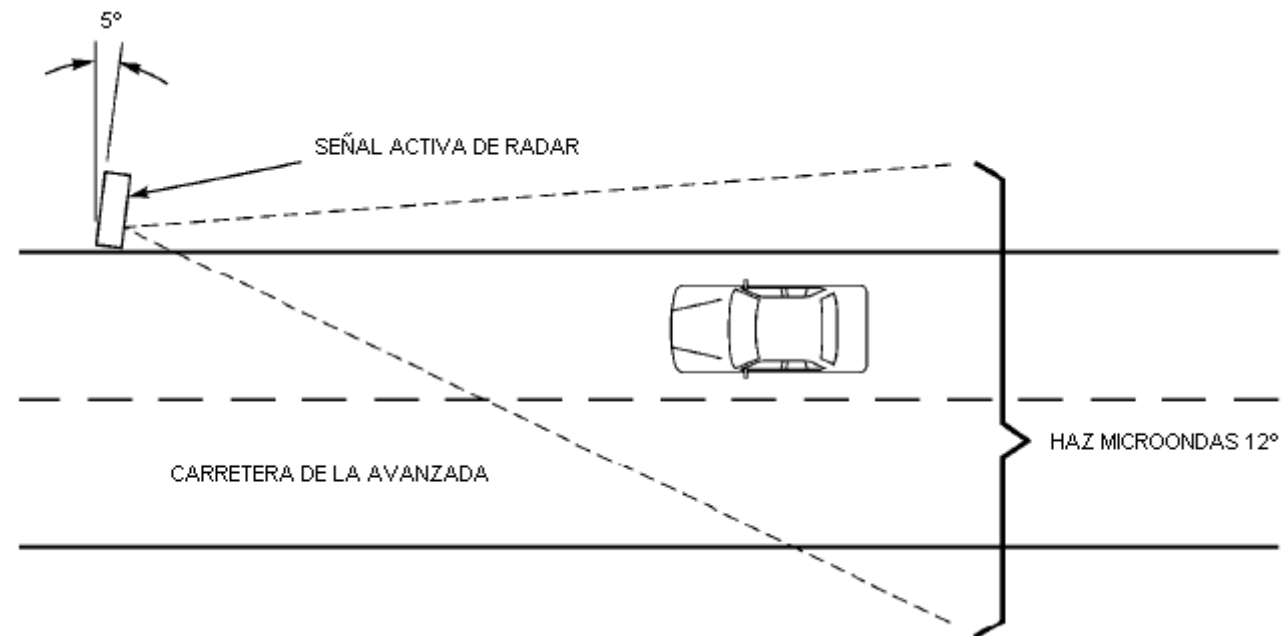


Figura 8: Alineación y orientación de la señal activa de radar

Operación del radar

La señal de radar estará continuamente evaluando la carretera en busca de objetos metálicos con una débil ráfaga de energía de onda a una frecuencia específica (24,125 GHz). Cuando esta energía encuentra objetos metálicos, parte de la energía se reflejará de nuevo al radar.

Si el objeto metálico está en movimiento, la frecuencia de la onda reflejada cambiará en una cantidad proporcional a la velocidad de movimiento del objeto. Este cambio de frecuencia característica es conocido como efecto Doppler. La unidad del radar calculará la diferencia entre la frecuencia de energía transmitida y la frecuencia de la energía reflejada para determinar la velocidad relativa del objeto móvil.

Si hay varios objetos en movimiento, el radar devolverá la del objeto que produce la señal de reflexión más fuerte (será el vehículo visible con la mayor masa).

Propiedades del radar

El rango de detección de todos los detectores de ondas dependerá de las propiedades de reflexión del objeto medido y de interferencias debido a objetos circundantes.

Se pueden esperar las siguientes propiedades:

- Vehículos largos y planos producen un rango de detección del radar mayor
- Superficies reflectantes dispersas y de baja absorción dan como resultado un rango de detección grande
- Mientras más oscuros sean los objetos de medida, la zona de detección será más corta (dispersión de la difracción y pérdidas de follaje, pérdidas por sombras).

Dependiendo del tipo de vehículo y de las propiedades de reflexión, el coche tendrá un rango de detección de 150 - 230m, para el camión el rango de distancia será sobre un 50% mayor debido a la mayor superficie de reflexión y para motocicletas se reducirá a un 50%.

3.5.3 Comunicación

Todas las señales estarán equipadas con un puerto serie, que permitirá establecer un enlace de comunicación con las unidades de periferia.

3.5.4 Componentes del sistema

Los componentes de la señal activa con radar serán los siguientes:

- Módulo de control del display. Controlará el comportamiento de la señal y los elementos más importantes como la unidad de procesamiento, memoria, soporte lógico y otros componentes. Recogerá los datos serie del radar y proveerá de la velocidad de información de salida al módulo del display. También tendrá la capacidad de almacenar los datos de velocidad.
- Radar
- Módulo de panel híbrido. Consistirá en un híbrido de tecnología entre un diodo emisor de luz (LED) y obturadores electromagnéticos con la lámina reflectante. El panel consistirá en una matriz de 16 x 8 píxeles.
- Módulo de control de alimentación
- Fuente de alimentación
- Módulo de borrado de panel
- Unidad de sensor de la fotocélula
- Equipo de ventilación

4 SISTEMA DE VÍDEO EN CIRCUITO CERRADO

4.1 Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

El túnel de La Avanzada y sus proximidades dispondrá de un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), que permitirá que los operadores del Centro de Control MKZ consigan por inspección visual detectar y analizar en tiempo real los posibles accidentes o incidentes que se hayan producido en el túnel, con lo que se mejorará la explotación.

El CCTV también se utilizará para confirmar el riesgo detectado por el sistema de detección automática de incidentes y calibrar la magnitud del incidente, además de ayudar al diseño de la respuesta y realizar un análisis posterior a partir de las situaciones registradas.

Los objetivos del sistema CCTV son los siguientes:

- Detección y vigilancia de acontecimientos y situaciones especiales de la circulación y otros que puedan incidir en la coordinación de las funciones de vigilancia y protección.
- Ayuda a la detección y evaluación del alcance de las incidencias. La videovigilancia constituye uno de los elementos clave en el control y seguimiento de las distintas fases en las que se puede dividir la gestión de incidentes.
- Detección temprana de incrementos térmicos y visión en condiciones adversas, así como supervisar la evacuación de los usuarios del túnel en condiciones de baja visibilidad.
- Análisis y supervisión de alarmas y demandas de ayuda cursadas desde los postes SOS dentro del túnel
- Obtención de información sobre el estado de funcionamiento de las instalaciones

El operador del Centro de Control podrá visualizar imágenes del túnel y sus accesos para:

- Monitorización del estado real del tráfico, bien como observación directa, o bien como medio de verificación de informaciones de otros sistemas.
- Monitorización de las condiciones meteorológicas.
- Servir de apoyo a los operadores en labores de explotación
- Servir de apoyo a los operadores en el seguimiento de la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad.
- Servir de apoyo en la gestión de incidentes

4.2 Elementos fundamentales del sistema

Los principales elementos de los que constará el CCTV que se propone instalar en el túnel de La Avanzada serán los siguientes:

- Accesos del Túnel y locales Técnicos:
 - Los accesos del túnel y locales técnicos estarán vigilados por cámaras motorizadas PTZ IP tipo DOMO de alta definición (1080p). Las cámaras DOMO se instalarán sobre báculos de 15 m.
 - Los accesos del túnel dispondrán de cámaras térmicas IP para la detección temprana de puntos calientes y visualización de los accesos en condiciones de baja visibilidad.
- Interior de Túnel:
 - Se instalarán cámaras IP fijas de alta definición (1080p) con módulo de procesamiento DAI (las funcionalidades se describen en el apartado 5) en ambos hastiales, para conseguir una cobertura visual del 100% del túnel sin ángulos muertos ni puntos ciegos. Para ello la separación entre cámaras no superará los 100 metros.

- Instalación cámaras motorizadas PTZ IP tipo DOMO de alta definición (1080p) en el interior de las galerías de evacuación (permitiendo visualizar las galerías de evacuación).
- Cámaras Termicas IP en el interior del túnel que permitan monitorizar completamente la calzada, permitiendo supervisar la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad.
- Sistema de transmisión de las señales de vídeo en el interior del túnel de La Avanzada:
 - Switches industriales de Nivel 2 instalados en el interior de las galerías.
 - Cableado FTP para la conexión de los codificadores a los switches
 - Red Multiservicio IP (Red de comunicación de vídeo, datos y audio) Gigabit Ethernet de túnel.
- Sistema de recepción de las señales de vídeo entre el túnel y los locales técnicos, en los locales técnicos se dispondrán de switches de Nivel 2 que estará conectados a la Red Multiservicio IP (Red de comunicación de vídeo, datos y audio) Gigabit Ethernet de túnel.
- Sistema de transmisión de las señales de vídeo al Centro de Control MKZ de Malmasín. Los switches de Nivel 2 (Red IP Multiservicio 1GB de Túnel) del Centro de Transformación 1 y 2 estarán conectados a un nodo troncal (Nivel 3) que mediante un doble enlace de fibra óptica de 10 GB se conectarán con el Centro de Control MKZ de Malmasín.
- El equipamiento del Centro de Control MKZ será el siguiente:
 - Sistema de selección, control y visualización de las imágenes.
 - Servidor DAI.
 - Videograbadores.
 - Videowall de la sala de control.

4.3 Descripción del sistema de CCTV

4.3.1 Cámaras de vídeo

4.3.1.1 Accesos del Túnel de la Avanzada y locales técnicos

Cámaras DOMO PTZ HD IP

En el exterior del túnel, se instalarán cámaras PTZ IP tipo DOMO de alta definición (1080p) en los accesos del túnel y en las incorporaciones al mismo (puntos singulares). Igualmente se instalarán cámaras DOMO en el exterior de los locales técnicos para visualizar los accesos a los mismos.

Las cámaras DOMO se instalarán sobre báculos de 15 m de altura. Estas cámaras servirán para vigilar el acceso a los locales técnicos, así como posibles retenciones e incidentes que se produzcan en los accesos del túnel. Todos los PMV de exterior y puntos de detección de gálibo, se podrán visualizar desde alguna de las cámaras DOMO instaladas en el exterior.

La ubicación de las cámaras se muestra a continuación:

CCTV	UBICACIÓN
DOM-01E	Tronco del Corredor de Sopelana
DOM-02E	Vía lateral de la BI-637 s/Bilbao
DOM-03E	Vía lateral de la BI-637 s/Bilbao
DOM-04E	Acceso túnel de la Avanzada sentido Bilbao
DOM-05E	Tronco N-637 sentido Getxo
DOM-06E	Vía lateral de la BI-637 s/Getxo
DOM-07E	Acceso túnel de la Avanzada sentido Getxo
DOM-08E	Centro de Transformación N°2
DOM-09E	Centro de Transformación N°1

Tabla 9: Ubicación de cámaras DOMO IP HD en el exterior y locales técnicos del túnel de La Avanzada

Las características principales de las cámaras DOMO a instalar son las siguientes:

- Cámara de exterior PTZ (día/noche), para ubicar en exterior sobre mástil.
- Resolución. 1080p HD
- Cámara domo IP, color, 2MP HDR y compresión H.265
- Zoom 30x con Estabilización Electrónica de Imagen
- Zoom óptico 30x motorizado y Zoom digital x12.
- Sensor 1/2" CMOS
- Compresión: H.265, H.264, M-JPEG.

4.3.1.2 Interior del túnel de La Avanzada

Cámaras fijas HD IP:

Se instalarán 24 cámaras de vídeo fijas IP HD en color en el interior del túnel, 12 en cada uno de los hastiales, con una distancia de separación de aproximadamente 75 m. Las cámaras dispondrán de un módulo de procesamiento DAI (las funcionalidades se describen en el apartado 5).

Las limitaciones de gálibo del túnel condicionarán la ubicación de las cámaras, que se dispondrán en los hastiales del túnel.

El criterio que se seguirá para la ubicación de las cámaras, consistirá en disponer una buena visibilidad de los carriles de circulación y de los arcones (generalmente donde los usuarios detendrán sus vehículos en caso de incidente) y dar cobertura completa a todo el trazado del túnel, de forma que se puedan determinar los incidentes por el sistema DAI con mayor facilidad. La ubicación de las cámaras permitirá conseguir una cobertura visual del 100% del túnel, sin ángulos muertos ni puntos ciegos.

Las características principales de las cámaras fijas que se instalarán serán las siguientes:

- Cámara de color IP Full HD, con análisis DAI integrado.
- Resolución 1920x1080, 30 fps y con formato de codificación H.264.
- Lente 1/2.7i-7-22mm-DC-AutoIR-3MP o equivalente.
- Soporte
- Carcasa.

La ubicación de las cámaras se muestra a continuación:

CCTV	UBICACIÓN	UBICACIÓN
CAM-01	Túnel de la Avanzada	Hastial s/Bilbao
CAM-02		Hastial s/Bilbao
CAM-03		Hastial s/Bilbao
CAM-04		Hastial s/Bilbao
CAM-05		Hastial s/Bilbao
CAM-06		Hastial s/Bilbao
CAM-07		Hastial s/Bilbao
CAM-08		Hastial s/Bilbao
CAM-09		Hastial s/Bilbao
CAM-10		Hastial s/Bilbao
CAM-11		Hastial s/Bilbao
CAM-12		Hastial s/Bilbao
CAM-13		Hastial s/Getxo
CAM-14		Hastial s/Getxo
CAM-15		Hastial s/Getxo
CAM-16		Hastial s/Getxo
CAM-17		Hastial s/Getxo

CCTV	UBICACIÓN	UBICACIÓN
CAM-18		Hastial s/Getxo
CAM-19		Hastial s/Getxo
CAM-20		Hastial s/Getxo
CAM-21		Hastial s/Getxo
CAM-22		Hastial s/Getxo
CAM-23		Hastial s/Getxo
CAM-24		Hastial s/Getxo

Tabla 10: Ubicación de cámaras fijas IP HD en el interior del túnel de La Avanzada

Cámaras DOMO PTZ HD IP:

En el interior de túnel se instalarán cámaras PTZ IP tipo DOMO de alta definición (1080p) instaladas en la bóveda del túnel, en la mediana y enfrentadas a las galerías de evacuación de ambos sentidos. Estas cámaras permitirán visualizar los accesos de las galerías de ambos sentidos de circulación, así como la visualización con más detalle de cualquier incidente que pueda ocurrir en el interior del túnel.

Igualmente, en el interior de las galerías se instalarán igualmente cámaras PTZ IP tipo DOMO de alta definición (1080p) para visualizar sus accesos, así como su interior.

Las características principales de las cámaras DOMO a instalar son las siguientes:

- Cámara de exterior PTZ (día/noche), para ubicar en exterior sobre mástil.
- Resolución. 1080p HD
- Cámara domo IP, color, 2MP HDR y compresión H.265
- Zoom 30x con Estabilización Electrónica de Imagen
- Zoom óptico 30x motorizado y Zoom digital x12.
- Sensor 1/2" CMOS
- Compresión: H.265, H.264, M-JPEG.

Ubicación de las cámaras

La ubicación de las cámaras se muestra a continuación:

CCTV	UBICACIÓN
DOM-01I	Bóveda y en mediana
DOM-02I	Bóveda y en mediana
DOM-03I	Bóveda y en mediana
DOM-04I	Bóveda y en mediana
DOM-05I	Bóveda y en mediana
DOM-06I	Bóveda y en mediana
DOM-01G	Galería N°1 sentido Bilbao
DOM-02G	Galería N°2 sentido Bilbao
DOM-03G	Galería N°3 sentido Bilbao
DOM-04G	Galería N°4 sentido Bilbao
DOM-05G	Galería N°5 sentido Bilbao
DOM-06G	Galería N°6 sentido Bilbao
DOM-07G	Galería N°1 sentido Getxo
DOM-08G	Galería N°2 sentido Getxo
DOM-09G	Galería N°3 sentido Getxo
DOM-10G	Galería N°4 sentido Getxo
DOM-11G	Galería N°5 sentido Getxo
DOM-12G	Galería N°6 sentido Getxo

Tabla 11: Ubicación de cámaras DOMO IP HD en el interior de túnel y galerías de evacuación

Cámaras Térmicas IP:

Se instalarán cámaras térmicas IP en los accesos del túnel, así como en el interior de túnel (ambos sentidos) cada 160 m aproximadamente. Estas cámaras permitan monitorizar completamente la calzada, permitiendo detectar puntos calientes y supervisar la evacuación del túnel en condiciones de baja visibilidad. Además de lo anterior, servirá como sistema redundante al sistema de detección, clasificación y contaje de vehículos.

Las características principales de las cámaras Térmicas son las siguientes:

- Cámara IP térmica de alta sensibilidad para uso exterior, <9Hz,
- Resolución VGA 640x480p a 9ips.
- Sensibilidad térmica <50mK. Pixel pitch 17µm.
- Varios flujos H.264 (MP) y adicional M-JPEG.
- Analítica de vídeo integrado para aplicaciones críticas que permite detectar, seguir y analizar objetos, además de generar alarmas predefinidas, reduciendo las falsas alarmas, ampliando el rango de identificación, gestionando multitudes y colas, flujos y contra flujos.

La ubicación de las cámaras se muestra a continuación:

CCTV	UBICACIÓN
CAT-01	Pórtico semáforos s/Bilbao
CAT -02	Pórtico semáforos s/Bilbao
CAT-03	Pórtico semáforos s/Bilbao
CAT-04	Hastial s/Bilbao
CAT -05	Hastial s/Bilbao
CAT -06	Hastial s/Bilbao
CAT -07	Hastial s/Bilbao
CAT -08	Hastial s/Bilbao
CAT -09	Pórtico semáforos s/Getxo
CAT -10	Pórtico semáforos s/Getxo
CAT -11	Pórtico semáforos s/Getxo
CAT -12	Hastial s/Getxo
CAT -13	Hastial s/Getxo
CAT -14	Hastial s/Getxo
CAT -15	Hastial s/Getxo
CAT -16	Hastial s/Getxo

Tabla 12: Ubicación de cámaras Térmicas IP en el interior de túnel

4.3.2 Sistema de transmisión de la señal de televisión. Red de vídeo dedicada

El sistema de transmisión se basará en vídeo digital comprimido sobre una red multiservicio 1 Gigabit Ethernet. El sistema de transmisión de vídeo podrá beneficiarse de las características intrínsecas de la red y, como cualquier protocolo IP, las funciones de administración son incorporadas en la transmisión: gestión y configuración de la red, robustez frente a fallos, etc. Estas funciones de administración y control utilizarán el protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol).

Se propondrá la utilización de una red de nueva generación, que consiste en una red funcional multiservicio, basada en tecnología IP (red IP MLPS-VPN), ofreciendo los siguientes servicios: ingeniería de tráfico, soporte de VPNs y calidad de servicio QoS (con múltiples clases de servicio CoS).

El vídeo digitalizado requiere un enorme ancho de banda para su transmisión (108 Mbps - 270 Mbps) y una enorme capacidad para su almacenamiento, por lo que se realizará compresión de vídeo mediante el algoritmo H.264 o MPEG-4. Para transmitir el vídeo a través de la red Gigabit Ethernet, se codificará el vídeo comprimido de acuerdo con el protocolo TCP/IP.

El sistema de transmisión de la señal de televisión al Centro de Control propuesto estará formado por los siguientes elementos:

- Cableado de cámara
- Switches industriales
- Red de comunicaciones multiservicio TCP/IP Gigabit Ethernet sobre fibra óptica

Cableado de cámara

Las cámaras fijas, DOMO y térmicas IP se conectarán mediante cable SFTP CAT 6 a la red de comunicaciones multiservicio 1 Gigabit Ethernet sobre fibra óptica de túnel. Para las cámaras que estén separadas a más de 100 metros de un switch de la red de comunicaciones, se conectarán a estos mediante fibra óptica y sus correspondientes conversores de medio (FO/UTP).

Switches industriales

Los switches industriales implementarán la red de comunicaciones multiservicio (comunicaciones de vídeo, voz y datos) Gigabit Ethernet sobre fibra óptica.

En los switches se conectarán los siguientes equipos:

- Señales Aspa-Flecha (ASF), Control de Velocidad (CLV) y Paneles de Mensaje Variable (PMV).
- Las cámaras DOMO, fijas y térmicas IP.
- Los postes SOS IP
- Sistema de Control de Gálibo, PLCs de Contaje de Vehículos
- Las Unidades de Periferia Distribuida (UPD), en las ubicaciones que se dispongan.
- Los PLCs, centrales de detección y extinción de incendios, matriz de megafonía, radiocomunicaciones en los switches industriales de los Centros de Transformación de cubierta.

Los switches industriales que se dispondrán en el túnel de la Avanzada y en los accesos serán de los siguientes tipos:

- 8 puertos Gigabit Ethernet 10BaseT/100Base-Tx/1000BaseT
- 16 puertos Gigabit Ethernet 10BaseT/100Base-Tx/1000BaseT

Además, todos ellos dispondrán:

- 2 puertos SFP Gigabit con conectores 1000-Base LX/LC sobre fibra óptica monomodo.
- Soporte de protocolos Spanning Tree y Rapid Spanning Tree
- Soporte de protocolos de gestión SNMP, http/TFTP
- Soporte de protocolos de configuración TELNET, Boota, DHCP
- EtherNet/IP, PROFINET

Red de comunicaciones multiservicio TCP/IP Gigabit Ethernet sobre fibra óptica

La red de vídeo será una red de comunicaciones multiservicio Gigabit Ethernet (1000 Mbps) sobre fibra óptica monomodo con una topología en anillo.

La red de comunicaciones multiservicio permitirá la transmisión de vídeo y el intercambio de información de telemando (cámaras DOMO), desde las cámaras al Centro de Control MKZ de Malmasín. Para lo cual, se establecerá un doble enlace de 10 Gigabit Ethernet de fibra óptica monomodo entre el Centro de Transformación 02 y el Centro de Control MKZ.

La implementación de la red multiservicio se realizará a través de los switches industriales 1 Gigabit Ethernet, que se dispondrán a lo largo del túnel, en los Centros de Transformación y en los accesos exteriores del túnel.

Los principios que deberá cumplir la red serán los siguientes:

- Red robusta, de forma que existirá redundancia de caminos de acceso a cada uno de los nodos que la conforman. De esta forma, se garantizará que el fallo en uno de los equipos de comunicaciones no impida el acceso al resto de elementos de la red.
- Ancho de banda suficiente para permitir la correcta transmisión de toda la información

4.3.3 Sistema de recepción de las señales de vídeo en el Centro de Control

El Centro de Control MKZ recepcionará las imágenes de las cámaras de vídeo y será el punto donde se gestionarán, operarán y visualizarán todas las cámaras del sistema CCTV.

Las funciones del sistema de recepción serán las siguientes:

- Gestión, operación y control integral del sistema CCTV
- Control de usuarios
- Visualización de las imágenes en tiempo real (gestión de rondas de visualización, parametrización de las propiedades del vídeo, control del movimiento de las cámaras, etc.)
- Gestión de las grabaciones de vídeo

El sistema de recepción en el Centro de Control MKZ deberá contar con el siguiente equipamiento:

- Videograbadores. Estos equipos estarán conectados a la red local IP del Centro de Control MKZ y se almacenarán las imágenes de las cámaras durante 15 días.
- Servidor DAI. En el servidor DAI residirá la aplicación de gestión del sistema.
- Switch Gigabit Ethernet, que implementará la red de área local del Centro de Control y que estará conectado al nodo troncal que mediante un enlace de doble fibra óptica monomodo se comunicará con el nodo troncal del túnel de La Avanzada.
- Puesto de operación para la gestión del sistema de visualización y la gestión de vídeo. Las imágenes que se mostrarán en las pantallas del Videowall se seleccionarán mediante el puesto de operación con la aplicación de visualización correspondiente.
- Videowall de visualización de los túneles gestionados desde MKZ.

Desde el Centro de Control MKZ se transmitirá la señal de telemando hasta las diferentes cámaras DOMO vía TCP/IP a través de la red multiservicio 1 Gigabit Ethernet.

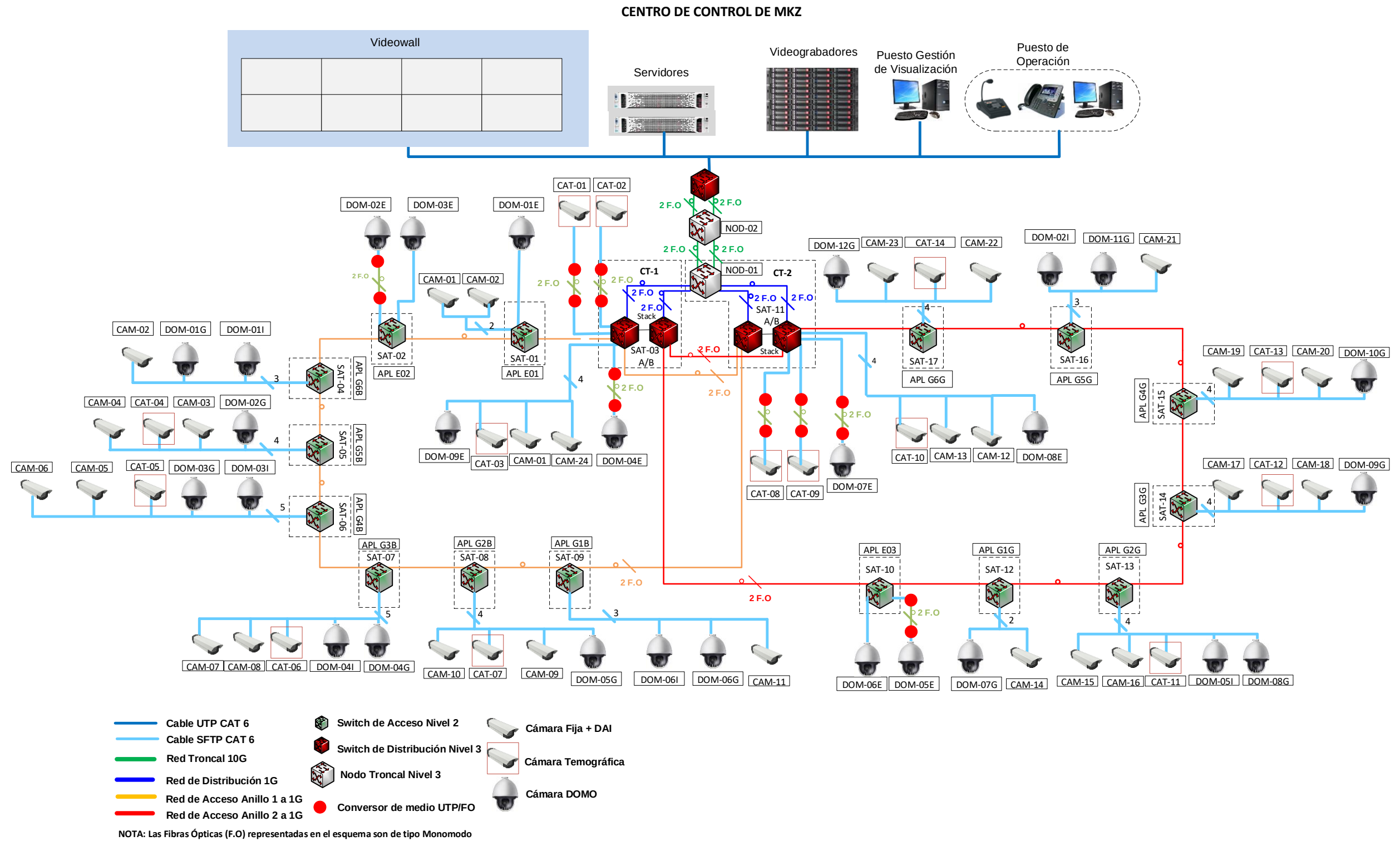


Figura 9: Esquema conexionado del sistema de CCTV

5 SISTEMA DE DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE INCIDENTES

5.1 Introducción

El túnel de La Avanzada dispondrá de cámaras CCTV fijas IP con un módulo integrado para la detección automática de incidentes (DAI) en tiempo real basado en técnica de procesamiento digital de imágenes. El sistema de detección automática de incidentes del Túnel de la Avanzada, se integrará en el sistema de DAI existente en el Centro de Control de MKZ, sistema que presenta un alto rendimiento de detección, bajo porcentaje de falsas alarmas y ninguna interferencia con la detección de retenciones.

Su fuente son las imágenes en banda base recibidas de las cámaras fijas situadas en el interior de los túneles.

La detección de incidentes por vídeo será para todos los niveles de tráfico y en todos los carriles. Las características principales del sistema serán las siguientes:

- Eficiencia en la detección de incidentes en todas las condiciones
- Frecuencia de falsas alarmas muy baja
- Reducir al máximo el retraso de la detección
- Verificación inmediata del incidente

La gestión de incidentes tendrá los siguientes procesos:

- Detección. Determinación de que un incidente ha ocurrido y transmisión de la información del mismo al Centro de Control MKZ, en donde pueden iniciarse medidas correctoras.
- Proceso de análisis del incidente, que podrá llevar consigo una verificación del mismo y deberán estar programados planes de actuación y emergencia cubriéndose la mayoría de los incidentes posibles.
- Actuación. Aplicación de medidas de control de tráfico en el área del incidente, incluyendo el cierre y apertura de carriles, establecimiento de rutas alternativas, área de estacionamiento de vehículos de emergencia y acciones para la seguridad de los usuarios y personal de emergencia.
- Recuperación de la capacidad. Trabajos de limpieza y recuperación de la capacidad de la autopista en las condiciones existentes antes del incidente.

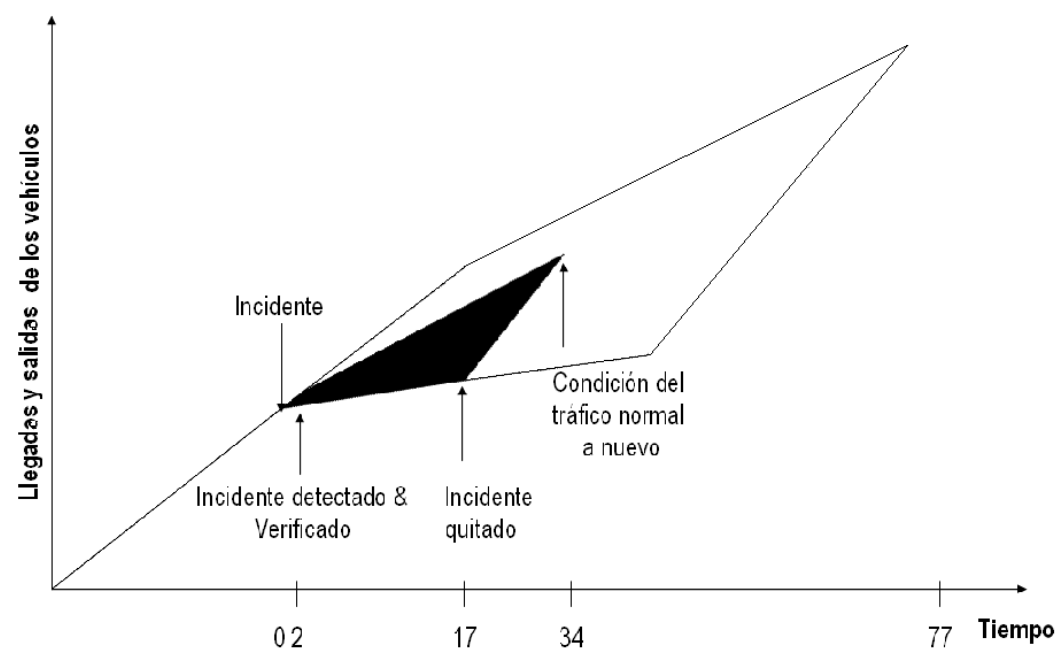


Figura 10: Proceso y reacción en tiempo del sistema de Detección Automática de Incidentes

5.2 Requisitos y funcionalidades del sistema de Detección Automática de Incidentes (DAI)

El sistema DAI deberá proporcionar:

- Alarma inmediata y automática sobre la detección de un nuevo evento anormal, antes que las consecuencias del incidente puedan ser advertidas por el operador
- Un análisis rápido de la situación para tomar una decisión inmediata y adecuada
- Alarmas técnicas:
 - Cámara movida de su posición de referencia
 - Pérdida de señal de una cámara
 - Calidad pobre en la señal de vídeo
 - Fallo en uno de los equipos del sistema
 - Problema en la red de comunicaciones

Este sistema es un complemento idóneo a los sistemas tradicionales de detección como postes SOS, y permite la detección de situaciones no contempladas por sistemas de detección basados en espiras, fundamentalmente vehículos que circulen muy lentamente o que se detengan en cualquier parte del túnel de La Avanzada, la existencia de obstáculos importantes en la calzada (mercancías caídas, etc.), y la circulación de peatones y ciclistas.

El sistema debe poder reconocer incidentes para no dar múltiples alarmas producidas por el mismo incidente. Detectará los siguientes incidentes:

- Parada de vehículo con tráfico fluido o con congestión, ya sea en la calzada o en el arcén.
- Detección de ralentización del tráfico, indicando en comienzo y el final del grupo de vehículos afectados.
- Detección de vehículo lento en calzada o arcén, con umbral parametrizable en condiciones de tráfico normal.
- Detección de colas
- Presencia de viandantes, ya sea en la calzada o en el arcén.
- Presencia de obstáculo en la calzada.
- Vehículo en sentido contrario, en calzada o arcén.
- Pérdida de visibilidad/detección de humo

El sistema DAI deberá ser fiable y proporcionar un índice marginal de falsas alarmas para permitir una vigilancia totalmente automática. Las características del sistema serán las siguientes:

- Procesará las imágenes de las cámaras fijas instaladas en el interior del túnel y en las galerías de evacuación.
- Secuencias de vídeo de pantalla completa mediante compresión MPEG-4
- Base de datos de secuencias de vídeo relacionadas con los eventos
- Sistema modular
- Ajuste a distancia
- Alta calidad de información visual con análisis previo y posterior al incidente (hasta 30 fps)
- Tiempo de detección inferior a 10 segundos, con un alto índice de detección y bajo índice de falsas alarmas

El sistema DAI deberá ofrecer las siguientes posibilidades de grabación:

- Grabación de secuencias de incidentes. El sistema guardará las imágenes de las cámaras donde se produce el incidente 2 minutos antes de que este se inicie hasta que se dé por concluido el incidente, este sistema se debe activar tanto para una alarma generada por el DAI como por una alarma externa. Además, se podrá salvar cualquier imagen de cualquier cámara, aunque no esté asociado a ningún incidente
- Grabación de vídeo multicámara. Permitirá la grabación de secuencias de vídeo de una o varias cámaras situadas antes o después de la cámara en alarma para analizar y comprender las causas de un incidente en diferido.

La comunicación entre el Servidor y el operador con la aplicación de gestión integral se realizará por medio del protocolo TCP/IP. El sistema enviará al operador:

- Alarmas de incidentes
- Alarmas técnicas de funcionamiento del sistema
- Camino sobre el servidor hasta las secuencias

El algoritmo usado para la detección de incidentes tendrá que adaptar su detección a los cambios de medio ambiente para minimizar las falsas alarmas: cambios en condiciones de tráfico, cambios en las condiciones de luz y cambios de condiciones meteorológicas. En el túnel de La Avanzada, el algoritmo tendrá que aprender automáticamente las posibles fases de alumbrado en el túnel para minimizar la probabilidad de falsas alarmas cuando se cambia la modalidad de la iluminación.

5.3 Arquitectura del sistema DAI

El sistema DAI que se instalará en el túnel de La Avanzada estará compuesto cámaras CCTV fijas con módulos integrados de procesamiento de imágenes y un servidor DAI con la plataforma software correspondiente para la gestión del sistema. Las señales de las distintas cámaras fijas se transmiten hasta los armarios de los postes SOS, donde se encuentran los switches de comunicaciones industriales. La comunicación entre las cámaras CCTV con módulo DAI integrado y el servidor DAI, ubicado en el Centro de Control MKZ, se realizará a través de la red de comunicaciones multiservicio del túnel y el doble enlace de fibra óptica entre el túnel y el Centro de Control.

5.3.1 Servidor DAI

El servidor DAI consistirá en un equipo con suficiente espacio de almacenamiento como para almacenar el software de gestión del sistema DAI y el banco de datos compuesto por las secuencias de imágenes de vídeo digitalizadas y las alarmas.

Las cámaras CCTV con módulo DAI se integrarán en el servidor DAI existente en el Centro de Control MKZ. Las funciones del servidor DAI serán las siguientes:

- Comunicación con cámaras CCTV con módulo DAI integrado.
- Centralización de datos (alarmas, secuencias de imágenes)
- Gestión de la Base de Datos de secuencias de vídeo de incidentes y alarmas
- Comunicación con el sistema de gestión integral del túnel vía TCP/IP
- Interfaz para la administración técnica y funcional del sistema DAI
- Auto testeo continuo del sistema
- Mantenimiento y supervisión técnica de los equipos
- Configuración del sistema DAI: parámetros, configuración de las máscaras, activación o inhibición de pistas o de cámaras, etc.

La plataforma de software para la gestión del sistema DAI dispondrá de dos aplicaciones principales:

- Herramienta de control:

- En caso de incidente, presentará en pantalla una imagen de alarma.
- Generará una secuencia de vídeo con informaciones previas y posteriores al incidente.
- El software examinará continuamente los diversos módulos de detección. (Las alarmas y las secuencias de vídeo serán comunicadas al servidor y almacenados en un banco de datos)
- Interfaz entre el sistema de detección de incidentes y el sistema de gestión integral del túnel
- Herramienta de informe:
 - Generación de cuadros y diagramas

5.3.2 Base de datos de incidentes y alarmas

La Base de Datos de Incidentes y Alarmas almacenará todos los incidentes y alarmas comunicados al servidor. La visualización de cualquiera de estos incidentes se realizará a través de una ventana del interfaz del operador.

En el servidor mantendrá en todo momento la configuración del sistema de Detección Automática de Incidentes completo (incluyendo los umbrales de detección) en una base de datos denominada Base de Datos de Configuración. El sistema permitirá realizar de manera sencilla y rápida cualquier cambio en la configuración del sistema.

5.3.3 Interfaz gráfica de operador

En el Centro de Control MKZ se dispondrá del software, que contiene la aplicación para el completo manejo y supervisión del túnel y equipos.

Esta aplicación se mostrará al operador mediante un interfaz gráfico, que permitirá a éste conocer en todo momento el estado del túnel, mediante la visualización del estado del mismo en tiempo real. Además, las alarmas del sistema DAI se integrarán en la aplicación de gestión centralizada (SCADA) existente en el Centro de Control de MKZ.

Las principales operaciones que se podrán realizar a través del interfaz del operador serán las siguientes:

- Visualización y gestión de las secuencias de alarmas
- Administración técnica del sistema DAI

Visualización y gestión de las secuencias de alarmas

- Visualización del nivel de servicio
- Visualización de las secuencias de alarmas

La supervisión funcional del sistema se efectuará a través de una interfaz de operador que presentará una vista del conjunto de las cámaras procesadas.

Esta interfaz permitirá:

- Listado de incidencias en los equipos DAI
- Identificación visual de las cámaras implicadas en el incidente
- Visualización inmediata de la secuencia de vídeo de la alarma pendiente
- Visualización en tiempo real de las imágenes de cualquier cámara
- La visualización de las alarmas de disfunción del sistema
- Supervisión del túnel de La Avanzada por medio de una representación gráfica. La representación gráfica permitirá:
 - Identificación de la cámara en alarma
 - Indicación en pantalla de alarmas
 - Localización del incidente en el túnel

- Visualización inmediata de la secuencia de vídeo de la alarma pendiente
- Visualización de las alarmas de disfunción del sistema
- Visualización de las medidas de tráfico

- Gestión de la base de secuencias sobre alarmas

La gestión de la base de datos de secuencias se realizará en el servidor DAI. Un programa específico permitirá manejar todos los ficheros de grabación digital almacenados y de todos los tipos (secuencia de incidente, grabación a petición del operador, extracción de una parte de la grabación permanente, etc.)

Una interfaz permitirá efectuar búsquedas según varios criterios para tener acceso rápido a la grabación deseada. La búsqueda se podrá realizar por: fecha, cámara, tipo de incidente, carril, comentario, etc.

- Sincronización de equipos.

Administración técnica del sistema DAI

La interfaz gráfica de operador permitirá llevar a cabo la configuración del sistema DAI:

- Configuración del sitio. Cada cámara fija será asociada a una definición geométrica del sitio controlado. La interfaz permitirá definir gráficamente las áreas de detección.
- Ajuste de los umbrales de detección. Para cada tipo de incidente, los niveles de detección son ajustables independientemente, carril por carril, así como: tiempo de parada de los vehículos, longitud de colas, inicio de la disminución de la velocidad, fin de disminución de la velocidad, etc.
- Ajuste de la configuración del hardware del sistema
- Ajuste a distancia de los módulos de procesado de imagen de vídeo y de los módulos de comunicación
- Actualización del firmware
- Listado de cámaras, así como de las especificaciones y propiedades del detector

El sistema informará al operador de las diferentes incidencias que tengan lugar en el funcionamiento de los equipos DAI, como pueden ser:

- Fallo de vídeo.
- Equipo manipulado.
- Fallo en las comunicaciones.
- Recuperación de las comunicaciones.
- Sincronización del equipo
- Movimiento de cámara
- Pérdida de la señal de vídeo de una cámara
- Fallo de un módulo de procesamiento

También se dispondrá de una herramienta de mantenimiento del sistema DAI, que permitirá:

- Controlar el estado y actividad de todos los procesos y programas
- Controlar las comunicaciones
- Diagnóstico del estado de todos los procesos (fallos, disfunción)
- Parada/reinicio de los procesos de video detección.

Las principales operaciones que se podrán realizar a través del interfaz del operador son las siguientes:

- Envío de órdenes a los equipos DAI.
- Orden de arranque y parada.

6 SISTEMAS DE COMUNICACIONES

El Decreto Foral 135/2006 sobre Seguridad de Túneles de Carreteras y las Instrucciones Técnicas de Seguridad en Túneles para el Diseño Seguro especifican un conjunto de instalaciones de comunicaciones:

- Sistema de Postes SOS.
- Sistema de Megafonía.
- Sistema de Radiocomunicaciones. Retransmisión por radio.

La siguiente tabla resume los criterios de diseño de cada instalación en función de la clase de túnel:

SUBSISTEMA	CLASE TÚNEL	EQUIPAMIENTO
Postes SOS	I	Se debe instalar postes SOS en: • El interior de los túneles. Interdistancia ≤ 150 m • Galerías de evacuación • Bocas de entrada y salida • En el caso de que el túnel disponga de apartaderos, se hará coincidir la ubicación del poste SOS con el apartadero Los armarios de los postes SOS se instalarán de forma que el pulsador de emergencia quede a una altura no superior a 1,5 metros y quede nivelado.
Megafonía	II	El sistema de megafonía debe cubrir: • El interior de cada uno de los tubos que constituyen los túneles. • En las bocas de acceso de cada uno de los tubos. • Galerías de comunicación entre tubos en su caso entre túneles.
Radiocomunicaciones	I	Debe proporcionar cobertura en: • El interior de cada uno de los tubos que constituyen los túneles. • En los accesos de cada uno de los tubos. • En galerías de comunicación entre tubos y en su caso entre túneles.

Según los criterios de diseño definidos por el Decreto Foral, el túnel de La Avanzada, con una longitud de 824 m aproximadamente, al ser de clase I debe disponer de los tres sistemas de comunicaciones.

6.1 Sistema de Postes SOS

6.1.1 Introducción

El sistema de postes SOS es un sistema de auxilio que permitirá la comunicación entre el usuario del túnel de La Avanzada y el operador del sistema situado en el Centro de Control MKZ.

En el túnel de La Avanzada se dispondrá un sistema de postes SOS con tecnología IP, que estará formado por un conjunto de postes IP maestros distribuidos a lo largo del túnel (junto con sus correspondientes postes esclavos) y en el interior de las galerías de evacuación que se conectarán con el Centro de Control a través de la red multiservicio TCP/IP.

El sistema constará de los siguientes elementos:

- Postes SOS IP maestros
- Postes SOS esclavos
- Red de comunicaciones multiservicio Gigabit Ethernet, para el intercambio de información (señalización y audio) entre los postes SOS y el Centro de Control.
- Central de postes SOS IP existente en el Centro de Control de MKZ, que consistirá en una aplicación software que permitirá gestionar y configurar los postes SOS. El sistema de postes SOS estará integrado en la aplicación de gestión centralizada existente en el Centro de Control de MKZ.

Asociados a este sistema de postes SOS hay varios canales de comunicación:

- Canal de establecimiento de llamada: es el que permitirá que dos puntos se pongan en comunicación vocal
- Canal de comunicación de audio: es el canal virtual punto a punto que se usará para transmitir y recibir la fonía
- Canal de alarmas y actuaciones: para poder consultar el estado de cada poste y realizar acciones sobre él.
- Canal de megafonía: canal especial para comunicaciones multicast de distribución de megafonía a varios postes a la vez.
- Canal de configuración.

6.1.2 Postes SOS

La instalación del sistema de postes SOS en el túnel de La Avanzada se compondrá de dos tipos diferentes de postes:

- Postes SOS IP maestros
- Postes SOS esclavos, que se conectarán mediante cable de cuadrete a los postes SOS IP maestros

Los postes SOS se ubicarán:

- En el interior del túnel en parejas de postes SOS maestro IP - esclavo, ubicados aproximadamente cada 150 m
- En las bocas de entrada y salida se instalará una pareja de postes SOS maestro IP - esclavo
- En cada una de las galerías de evacuación al exterior se instalará un poste SOS maestro IP

Los postes SOS maestros IP dispondrán de módulos VoIP (voz sobre IP), que realizarán la conversión de las señales analógicas de audio y datos a señales digitales IP. A su vez, el módulo dispondrá de un puerto de conexión con un poste SOS esclavo sobre cable de cuadrete.

Los armarios de los postes SOS del túnel de La Avanzada deberán alojar los siguientes módulos:

- Equipo de comunicaciones SOS

Elementos del poste SOS

El poste de auxilio estará compuesto por los siguientes elementos:

- Carcasa de los Postes SOS
- Interior de Túnel: Carcasa IP-55 de acero inoxidable de 1,5 mm de espesor, pintado en color RAL 2004, cumpliendo con la normativa vigente UNE 135701.



Figura 11: Poste SOS típico de interior de túnel

- Exterior de Túnel: Fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, con un IP-55 e IK05, siendo reflectantes las indicaciones y el SOS.

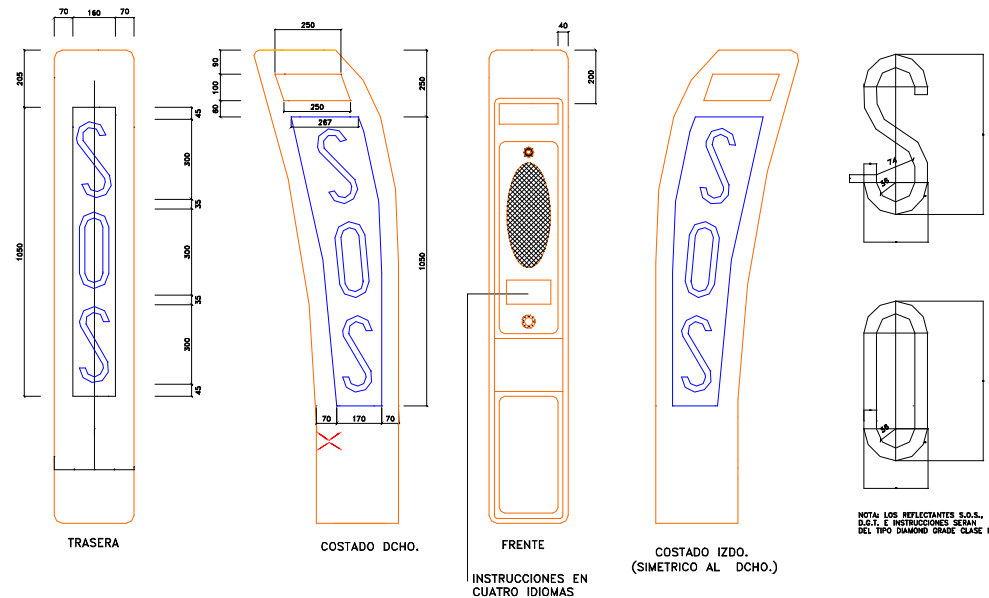


Figura 12: Poste SOS típico de exterior de túnel

- Circuitos electrónicos, incluyendo el módulo VoIP
- Pulsador de auxilio
- Instrucciones de uso: Los postes SOS llevarán las instrucciones de uso en varios idiomas (en euskera, castellano, inglés y francés) y un teléfono de emergencia al que llamar en caso de avería. También llevarán una identificación del poste SOS de forma visible para el usuario, de tal forma que en el transcurso de la conversación con el operador pueda indicar de forma unívoca y clara la identificación del poste SOS desde el que está haciendo la llamada.
- Detector de puerta abierta
- Altavoz
- Micrófono
- Puertos de conexión externa. El módulo VoIP dispondrá de los siguientes puertos de conexión externa:
 - Puerto de conexión con los elementos del poste maestro

- Puerto de conexión con los elementos del postes esclavo
- Puerto de conexión de carga de batería y tierra eléctrica
- Puerto Ethernet para conexión con el switch industrial
- Puerto de Entradas/Salidas auxiliares
- Módulo de alimentación. La alimentación de los circuitos electrónicos del poste será mediante batería, disponiendo de un módulo integrado de control para recarga de dicha batería.

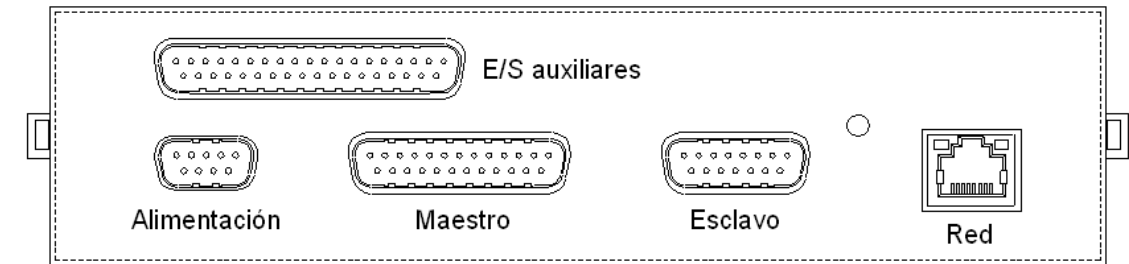


Figura 13: Módulo VoIP que se incorporará en los postes SOS maestros

Protocolo de comunicaciones

Las comunicaciones a nivel de aplicación entre los procesos de control que corren en el Puesto de Operación del sistema de postes SOS (en el Centro de Control MKZ) y los módulos de comunicaciones VoIP de los postes SOS maestros se realizarán usando el nivel de aplicación de la pila de protocolos TCP-IP.

Los protocolos que se utilizarán serán los siguientes:

- Protocolos de red: IEEE 802.3/802.3u (10Base-T/100Base-Tx), IP, TCP, UDP, DHCP, IGMP, Telnet, ICMP
- Establecimiento de llamada: H.323 o SIP
- Transporte de voz: RTP sobre UDP o codificación G711
- Mantenimiento. Para dar soporte a todas las funciones de mantenimiento, se utilizará un protocolo sobre TCP, mediante el cual, se podrá manejar toda la funcionalidad del poste: alarmas, configuración de niveles de audio, etc.
- Configuración. Se podrá realizar mediante el puerto serie local de mantenimiento o bien por IP de dos modos diferentes: a través de un Web Server integrado o a través de Telnet.

Funcionalidades

Las funcionalidades de los postes SOS maestros IP, así como de los postes esclavos asociados a los mismos, se podrán dividir en:

- Funcionalidades de cara al usuario
- Funcionalidades respecto al mantenimiento y control

Las funcionalidades de cara al usuario serán las siguientes:

- Llamada de auxilio. Cuando un usuario oprima el pulsador de auxilio, el poste envía un mensaje al Centro de Control y espera recibir el acuse de recibo de éste. Si no lo recibe repite el mensaje hasta dos veces más y si sigue sin recibirlo emite el mensaje grabado, en el sintetizador de voz, "Poste fuera de servicio" en los cuatro idiomas indicados, y quedando con un tono de línea ocupada. Si recibe la confirmación emitirá un tono de llamada y quedará en espera, hasta la puesta en fonía del sistema.
- Comunicación con el usuario:
 - Mediante tonos acústicos: Comentados anteriormente (espera y ocupado).

Sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control

- Mediante sintetizador de voz: en varios idiomas: euskera, castellano, inglés y francés.
- La comunicación se podrá originar desde el centro de control o desde el propio poste SOS mediante conexión de fonía full-duplex.
- Ajuste del volumen de salida del amplificador de audio: Puede dejarse en automático, o en manual desde el centro de control.
- Generación automática de alarmas:
 - Desconexión del poste (no comunica).
 - Fallo de alimentación.
 - Puerta abierta.
 - Extintor (caso de disponer de estos elementos).
- Transmisión de datos:
 - Se realizará empleando protocolos de VoIP vigentes
- Operatividad del poste SOS una vez finalizada la comunicación: El poste SOS, una vez se corte la comunicación con el Centro de Control, deberá pasar a operativo en un tiempo máximo de 10 segundos, de tal forma que si el usuario necesita volver a contactar con el Centro de Control pueda hacerlo sin necesidad de la intervención del operador.

Las funcionalidades respecto al mantenimiento y control serán las siguientes:

- Prueba del sistema, automática o por petición del operador, incluyendo:
 - Prueba completa del poste (maestro-esclavo): Mediante el test de mantenimiento se comprueba el estado del poste maestro, poste esclavo (cuando proceda), atenuador de entrada, atenuador de salida, nivel de volumen del maestro y nivel de volumen del esclavo.
 - Supervisión del estado en línea del Poste SOS (en línea, fuera de línea).
 - Prueba de fonía: de manera remota, el sistema permitirá la emisión por el altavoz de un tono o mensaje de prueba, que se realimentará en el micrófono, y permitirá conocer el estado de ambos desde el Centro de Control.
 - Prueba de alimentación: El poste chequeará los niveles de alimentación y de batería (si dispone).

Ubicación de los postes SOS

La ubicación de los postes SOS en el túnel de La Avanzada será la siguiente:

POSTES SOS	TIPO DE POSTES SOS	UBICACIÓN
SOS-01E	Maestro IP	Entrada del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
SOS-01G	Maestro IP	Galería 6B
SOS-02G	Maestro IP	Galería 5B
SOS-03G	Maestro IP	Galería 4B
SOS-04G	Maestro IP	Galería 3B
SOS-05G	Maestro IP	Galería 2B
SOS-06G	Maestro IP	Galería 1B
SOS-02E	Maestro IP	Salida del Túnel de la Avanzada sentido Bilbao
SOS-03E	Maestro IP	Entrada del Túnel de la Avanzada sentido Getxo
SOS-07G	Maestro IP	Galería 1G
SOS-08G	Maestro IP	Galería 2G
SOS-09G	Maestro IP	Galería 3G
SOS-10G	Maestro IP	Galería 4G
SOS-11G	Maestro IP	Galería 5G
SOS-12G	Maestro IP	Galería 6G
SOS-04E	Maestro IP	Salida del Túnel de la Avanzada sentido Getxo

POSTES SOS	TIPO DE POSTES SOS	UBICACIÓN
SOS-01I	Esclavo	Hastial sentido Bilbao
SOS-02I	Esclavo	Hastial sentido Bilbao
SOS-03I	Esclavo	Hastial sentido Bilbao
SOS-04I	Esclavo	Hastial sentido Bilbao
SOS-05I	Esclavo	Hastial sentido Bilbao
SOS-06I	Esclavo	Hastial sentido Getxo
SOS-07I	Esclavo	Hastial sentido Getxo
SOS-08I	Esclavo	Hastial sentido Getxo
SOS-09I	Esclavo	Hastial sentido Getxo
SOS-10I	Esclavo	Hastial sentido Getxo

Tabla 13: Ubicación de los postes SOS

6.1.3 Red de comunicaciones

El intercambio de información entre los postes SOS y el puesto de operación del sistema del Centro de Control MKZ se realizará a través de la red IP multiservicio Gigabit Ethernet sobre un anillo de fibra óptica monomodo que se instalará a lo largo del túnel de La Avanzada y el doble enlace de fibra óptica monomodo 10 Gigabit Ethernet entre el túnel y el Centro de Control.

La red multiservicio en anillo será robusta, de forma que existirá redundancia de caminos de acceso a cada uno de los switches industriales que la conforman, garantizando que el fallo en uno de los equipos de comunicaciones no impida el acceso al resto de los elementos de la red.

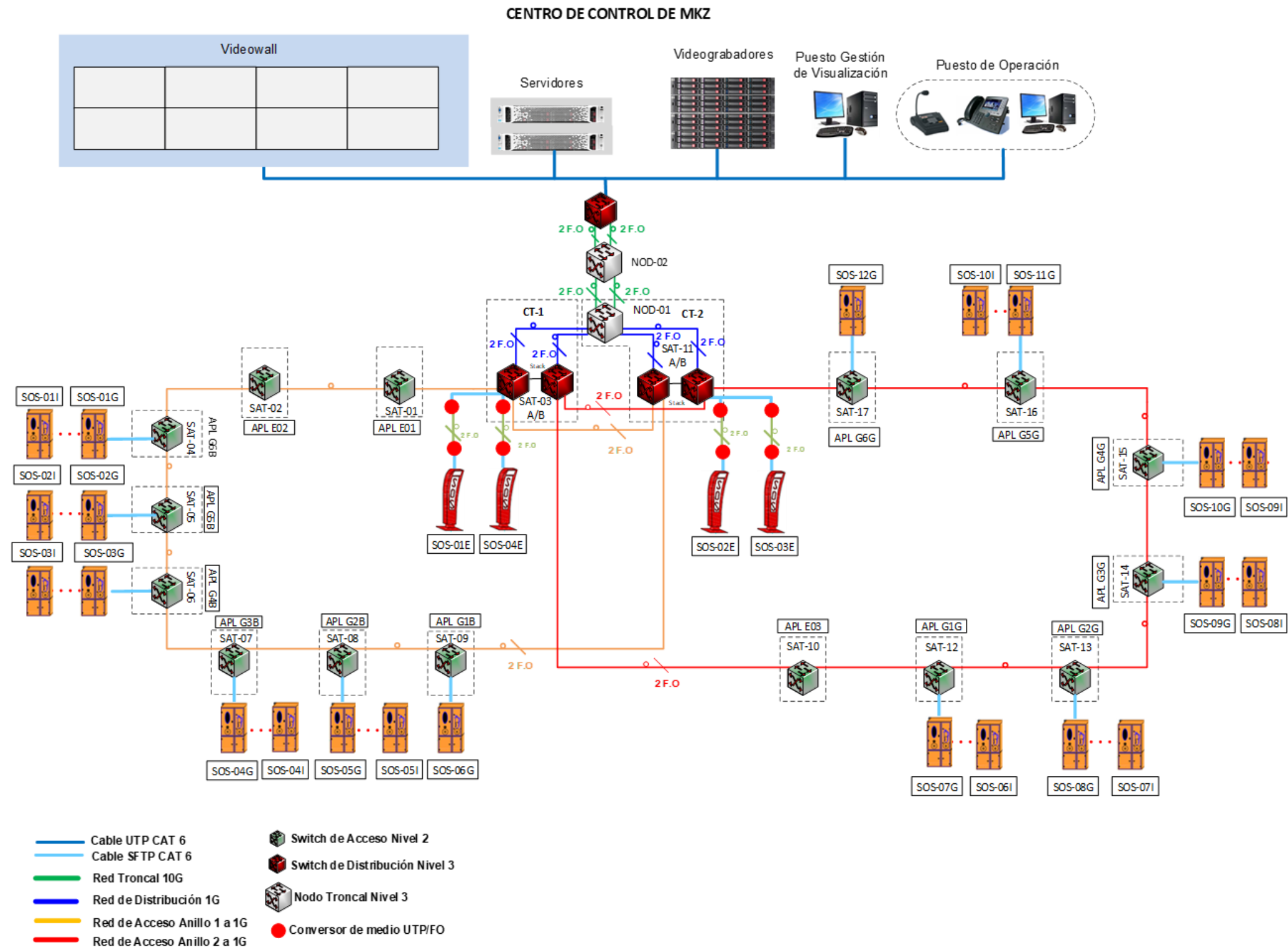
Cada uno de los postes SOS IP maestros se conectará con los switches industriales que conforman la red de comunicaciones multiservicio mediante cableado SFTP y conectores RJ-45 (Ethernet 10Base-T/100Base-Tx).

A su vez, los postes esclavos se conectarán a los postes maestros IP mediante cable de cuadrete (4 x Ø0,90 mm).

La distribución de los postes SOS en los switches industriales (nodos) es la siguiente:

SWITCHES INDUSTRIALES	UBICACIÓN	POSTES SOS MAESTRO	POSTES SOS ESCLAVO ASOCIADO AL SOS MAESTRO
SAT-01	APL-01E		
SAT-03A	CT1	SOS-01E, SOS-04E	
SAT-04	APL-G6B	SOS-01G	SOS-01I
SAT-05	APL-G5B	SOS-02G	SOS-02I
SAT-06	APL-G4B	SOS-03G	SOS-03I
SAT-07	APL-G3B	SOS-04G	SOS-04I
SAT-08	APL-G2B	SOS-05G	SOS-05I
SAT-09	APL-G1B	SOS-06G	
SAT-11B	CT2	SOS-02E, SOS-03E	
SAT-12	APL-G1G	SOS-07G	SOS-06I
SAT-13	APL-G2G	SOS-08G	SOS-07I
SAT-14	APL-G3G	SOS-09G	SOS-08I
SAT-15	APL-G4G	SOS-10G	SOS-09I
SAT-16	APL-G5G	SOS-11G	SOS-10I
SAT-17	APL-G6G	SOS-12G	

Tabla 14: Distribución de los postes SOS en los switches industriales



NOTA: Las Fibras Ópticas (F.O) representadas en el esquema son de tipo Monomodo

Figura 14: Esquema de conexionado de los postes SOS

6.1.4 Puesto de operación del sistema de postes SOS

En el Centro de Control MKZ se recibirán las llamadas y serán atendidas por un operador, para lo cual deberá tener comunicación con los postes a través del conjunto de la red de comunicaciones multiservicio IP.

El puesto de control del sistema dispondrá de una aplicación software, que será a la vez interfaz de usuario y gestor de la funcionalidad de los postes SOS. Las funciones que llevará a cabo serán las siguientes:

- Atención de llamadas
- Recepción y presentación de alarmas
- Tareas de mantenimiento (test de mantenimiento, test de fonía, etc.)
- Elaboración de partes de incidencias
- Gestión de la Base de Datos

El sistema de postes SOS estará integrado en la aplicación de gestión centralizada existente en el Centro de Control de MKZ y las llamadas se atenderán de los teléfonos IP disponibles en los puestos de operación.

6.2 Sistema de megafonía

6.2.1 Introducción

El sistema de megafonía tendrá el objetivo de orientar y ofrecer indicaciones a los usuarios del túnel en caso de situaciones de emergencia o de riesgo potencial, mediante mensajes sonoros.

Se propone un sistema de megafonía IP que se utilizará como herramienta de respuesta más inmediata de las que se puede disponer para ejecutar cualquier plan de evacuación.

En caso de emergencia dentro del túnel de La Avanzada, este sistema permitirá transmitir mensajes a todas las personas que se encuentren en su interior, galerías y bocas de una forma rápida y potente.

El sistema de megafonía permitirá la difusión de mensajes transmitidos desde el Centro de Control en:

- Interior del túnel: transmisión de mensajes hablados en situaciones de emergencia o accidentes graves con indicación de vías de evacuación, a través de las galerías y bocas.
- Galerías de evacuación al exterior: enviar mensajes de tranquilidad, consejos de actuaciones e información de los servicios de emergencia.
- Bocas de entrada al túnel: informar de la existencia de retenciones o accidentes y cierre del túnel.

Además, en el hipotético caso de producirse un incendio en el interior del túnel, la visibilidad se hace muy reducida por lo que la operatividad tanto de las cámaras del Circuito Cerrado de Televisión como de la señalización es de muy dudosa eficacia. En ese escenario es muy poco probable que los usuarios afectados utilicen los postes SOS, si es que los encuentran, para solicitar información sobre las actuaciones a realizar. Por ello, para disminuir los efectos nocivos de un incendio en un túnel se considera de vital importancia contar con un sistema de megafonía capaz de transmitir mensajes de forma eficaz.

El Decreto Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras obliga al túnel de La Avanzada a disponer de un sistema de megafonía de acuerdo con la Norma EN 60849, debiendo cumplir con lo establecido en el apartado 5.1 de dicha norma, en el que se fija las magnitudes a medir así como los valores de las mismas. Se tomarán como valores de referencia las mediciones realizadas en las bocas de los tubos y las galerías de evacuación, siendo el valor mínimo de esta medida 0.45 (en la escala STI-PA) y de 0.65 en la escala CIS.

0	STI	0.4	0.45	0.6	0.75	1
		Inaceptable	Pobre	Aceptable	Buena	Excelente
0	CIS	0.6	0.65	0.78	0.88	1

Figura 15: Escala STI-PA

6.2.2 Estudio electroacústico para el túnel de La Avanzada

Conseguir un buen sistema de megafonía en el interior de un túnel no es fácil, básicamente por dos razones:

- La reverberación es muy elevada, pues las ondas sonoras rebotan en los paramentos y bóveda, normalmente muy lisos, sin que sean absorbidas.
- El sistema de ventilación puede suponer fuertes niveles de ruido.

Además, el sistema de megafonía no puede tener una potencia acústica desmesurada, pues por encima de ciertos niveles se producen daños en el oído humano, incluso para periodos de exposición cortos, e incluso una presión de sonido muy elevada puede producir sensaciones de temor en los oyentes.

Las consideraciones acústicas que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema de megafonía para el túnel de La Avanzada serán las siguientes:

- Nivel de presión acústica directa, en función de:
 - La sensibilidad del altavoz
 - La potencia nominal aplicada
 - La atenuación del sonido en campo libre
- Relación señal / ruido (S/N). Para garantizar los resultados de inteligibilidad de la palabra, la S/N no debe ser inferior a 25 dB en locales cerrados y a 10 dB en espacios abiertos.
- Niveles de ruido previstos. El nivel de ruido variará según la situación, la hora del día y estará producido, principalmente, por el sistema de ventilación del túnel (sanitaria y emergencia) y por la densidad de vehículos que circulan por el túnel.
- Aislamiento acústico del vehículo.
- Ángulos de cobertura
- Reverberación (presencia del sonido en un recinto en un periodo de tiempo después de que dicho sonido haya dejado de producirse).

6.2.3 Funcionalidades del sistema de megafonía

El Sistema de Megafonía permitirá la difusión de mensajes de información en el túnel desde el Centro de Control. Esta funcionalidad se empleará principalmente en dos situaciones:

- Cuando se produzca la detención de un vehículo en el interior del túnel, lo cual, salvo en caso de avería, tendrá lugar en el arcén.
- En situaciones de emergencia: accidente, incendio, etc. en el interior del túnel o en los accesos al mismo.

Otras funcionalidades del sistema de megafonía son las siguientes:

- Llamadas por zonas, grupo de zonas o generales a todas las zonas
- Reproducción de avisos digitales: mensajes de emergencia.

- Repetición de mensajes o secuencia de mensajes configurables tanto en número como en intervalo de tiempo.

El sistema de megafonía propuesto está dividido en zonas de altavoces de emergencia creando zonas de megafonía. En el diseño del sistema de megafonía se han tenido en consideración los siguientes criterios de zonificación:

- Entre dos salidas de emergencia consecutivas.
- Entre las bocas del túnel y la salida de emergencia más cercana.
- Los accesos a cada uno de los tubos del túnel.
- En túneles de más de un tubo, los altavoces instalados en las galerías de interconexión entre los tubos deben pertenecer a zonas diferentes a las de los altavoces del interior de los tubos del túnel.

6.2.4 Arquitectura del sistema de megafonía

El túnel de La Avanzada se dividirá en zonas independientes y diferenciadas. Cada zona responderá a un control de audio de llamada y un volumen totalmente independiente que permite adaptar el sonido a las particularidades acústicas de los altavoces y del recinto donde van instalados, obteniendo de este modo una sonorización óptima para cada área.

El hecho de que mensajes diferentes puedan ser dirigidos simultáneamente a diferentes zonas del túnel, marca decisivamente el tipo de arquitectura con que debe contar el sistema de megafonía.

La sectorización del túnel comprende las bocas exteriores, las galerías de evacuación al exterior y, en el interior, analizándose en detenimiento más adelante.

El sistema de megafonía se basará en un sistema microprocesado de control de audio y datos sobre redes Ethernet.

Esta arquitectura permitirá descentralizar totalmente la instalación del sistema, controlarlo y configurarlo desde cualquier punto de la red.

Las características principales de este sistema serán las siguientes:

- Audio digital (UPD/IP Multicast)
 - Tiempo real
 - Calidad CD: 48 KHz/16 bits
- Control (TCP/IP)
 - Control general parámetros amplificador
 - Señales de vida
- Configuración inicial a partir de centrales de potencia y pupitres microfónicos de control
- Posibilidad de crecimiento del sistema
- Dos conexiones a Ethernet
 - Conmutación automática
 - Supervisión constante del estado del sistema. Notifica al instante cualquier error en los equipos y gestiona automáticamente la conmutación en caso de fallo de la central de megafonía central
- El sistema puede funcionar sin servidor, una vez configurado y programado
- Sistema redundante para el cumplimiento de “no single point of failure” según IEC60849
- Dirección IP por Dip Switch, que facilita la sustitución de equipos al personal de mantenimiento
- Audio digitalizado a nivel de micrófono
- Cumple normativa IEC60849

- Cumple las normativas EMC para entornos industriales
- Mensajes pregrabados en la propia central de potencia
- Contactos de entradas y salidas configurables en cada central de potencia
- Conexión para control de periféricos
- Entradas de audio analógicas para: programa, prioridad y emergencia.

El sistema de megafonía consta del siguiente equipamiento:

- Altavoces exponenciales en el interior y exterior de túnel.
- Altavoz tipo columna en el interior de las salidas de evacuación.
- Centrales de potencia
- Conmutador automático a central de reserva
- Pupitre microfónico
- Unidad de control y software del sistema de megafonía
- Cableado

6.2.5 Distribución de zonas

Se instalarán un total de 4 altavoces exponenciales en el exterior de ambas bocas del túnel de la Avanzada, 65 altavoces exponenciales a lo largo de los dos hastiales del túnel y un altavoz tipo columna en cada una de las galerías de evacuación al exterior.

El túnel se dividirá en 13 zonas independientes y diferenciadas. Cada zona responderá a un control de audio de llamada y un volumen totalmente independiente que permitirá adaptar el sonido a las particularidades acústicas de los altavoces y del recinto donde van instalados, obteniendo de este modo una sonorización óptima para cada área.

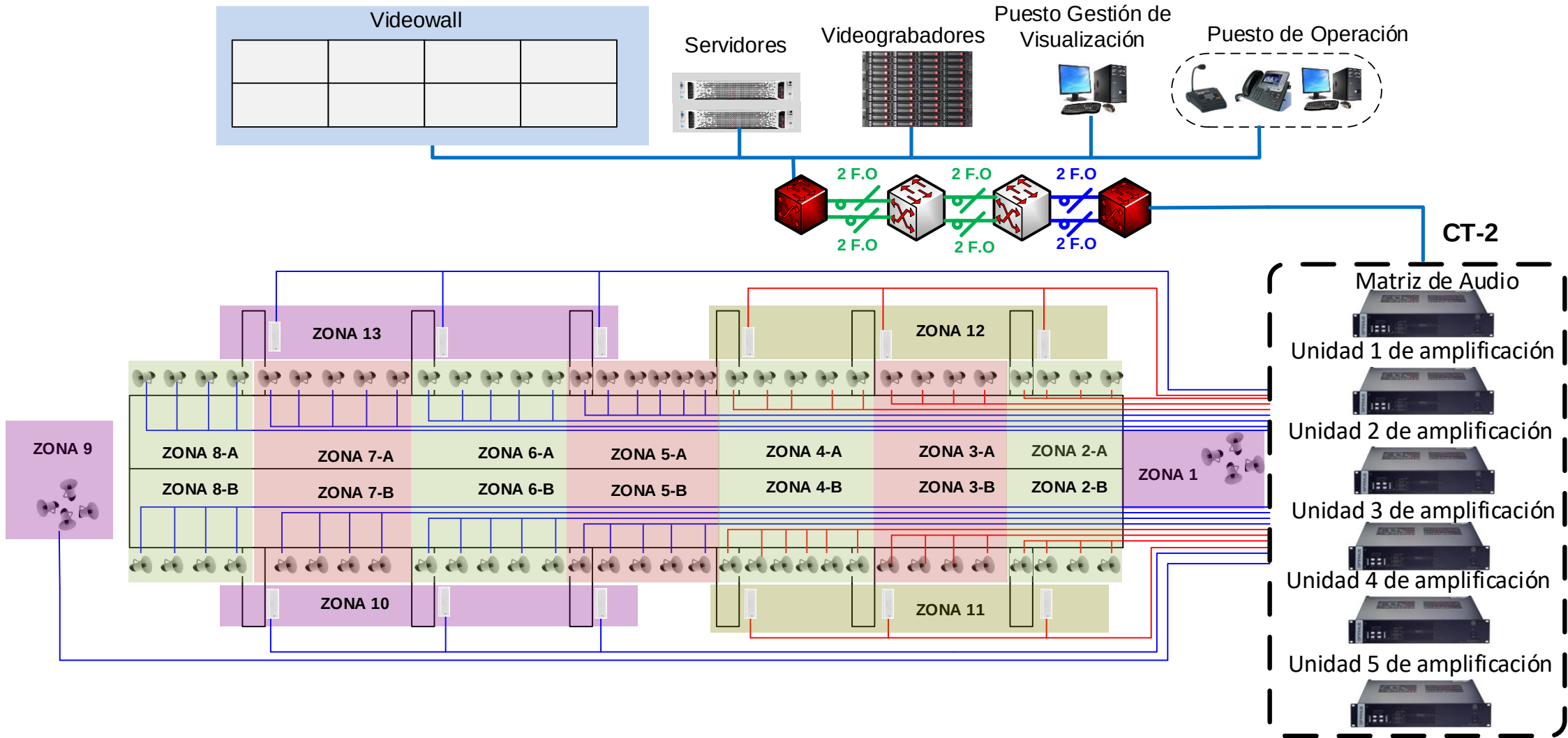
En la siguiente tabla y figura se muestra la distribución de altavoces y zonas de megafonía:

Nº Zona	Descripción	Central de Potencia	Altavoces
1	Exterior boca Bilbao	1 x 120 W	4 x 30 W
2B	Hastial s/Bilbao	1 x 120 W	4 x 30 W
2A	Hastial s/Getxo	1 x 120 W	4 x 30 W
3B	Hastial s/Bilbao	1 x 120 W	4 x 30 W
3A	Hastial s/Getxo	1 x 120 W	4 x 30 W
4B	Hastial s/Bilbao	1 x 250 W	6 x 30 W
4A	Hastial s/Getxo	1 x 150 W	5 x 30 W
5B	Hastial s/Bilbao	1 x 150 W	5 x 30 W
5A	Hastial s/Getxo	1 x 250 W	6 x 30 W
6B	Hastial s/Bilbao	1 x 150 W	5 x 30 W
6A	Hastial s/Getxo	1 x 150 W	5 x 30 W
7B	Hastial s/Bilbao	1 x 120 W	4 x 30 W
7A	Hastial s/Getxo	1 x 150 W	5 x 30 W
8B	Hastial s/Bilbao	1 x 120 W	4 x 30 W
8A	Hastial s/Getxo	1 x 120 W	4 x 30 W

Nº Zona	Descripción	Central de Potencia	Altavoces
9	Exterior boca Getxo	1 x 120 W	4 x 30 W
10	Galerías de evacuación (6B, 5B y 4B)	1 x 460 W	3 x 125 W
11	Galerías de evacuación (3B, 2B y 1B)	1 x 460 W	3 x 125 W
12	Galerías de evacuación (1G, 2G y 3G)	1 x 460 W	3 x 125 W
13	Galerías de evacuación (4G, 5G y 6G)	1 x 460 W	3 x 125 W

Tabla 15: Distribución en zonas de los altavoces y etapas de potencia

CENTRO DE CONTROL DE MKZ



- Cable apantallado 2x2,5 mm2
- Cable apantallado 2x4 mm2
- Altavoz exponencial 30 W
- Altavoz columna 125 W

Unidad 1 de Amplificación	Unidad2 de Amplificación	Unidad 3 de Amplificación	Unidad 4 de Amplificación	Unidad 5 de Amplificación
Modulo 1- 120W- ZONA 1	Modulo 1- 120W- ZONA 3A	Modulo 1- 250W- ZONA 5A	Modulo 1- 150W- ZONA 7A	Modulo 1- 460W- ZONA 10
Modulo 2- 120- ZONA 2B	Modulo 2- 250W- ZONA 4B	Modulo 2- 150W- ZONA 6B	Modulo 2- 120W- ZONA 8B	Modulo 2- 460W- ZONA 11
Modulo 3- 120W- ZONA 2A	Modulo 3- 150W- ZONA 4A	Modulo 3- 150W- ZONA 6A	Modulo 3- 120W- ZONA 8A	Modulo 3- 460W- ZONA 12
Modulo 4-120W- ZONA 3B	Modulo 4- 150W- ZONA 5B	Modulo 4- 120W- ZONA 7B	Modulo 4- 120W- ZONA 9	Modulo 4- 460W- ZONA 13

Figura 16: Esquema zonas de los altavoces y etapas de potencia

El rack del sistema de megafonía, con todo el equipamiento de amplificación, se instalarán en el Centro de Transformación 02.

En el interior del túnel de La Avanzada, los altavoces se distribuirán al tresbolillo con el objeto de minimizar los efectos negativos que la caída de una central de potencia pueda provocar.

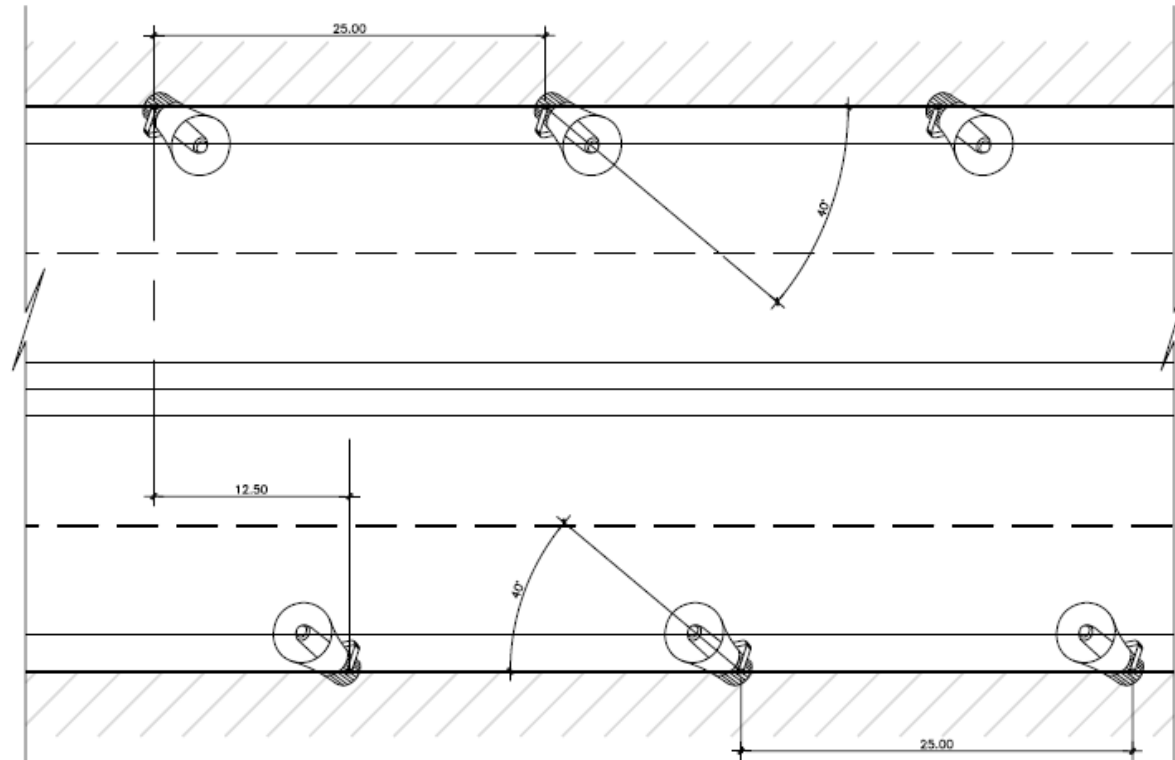


Figura 17: Esquema de ubicación y orientación de los altavoces

6.2.6 Equipamiento del sistema de megafonía

Altavoces exponenciales de interior y exterior de túnel

Los altavoces que se utilizarán para sonorizar el túnel de La Avanzada serán altavoces exponenciales de boca circular de 30 W de potencia en línea de 100 V.

La distancia de separación entre los altavoces viene determinada por el nivel de sonido que deberá proporcionar el sistema de megafonía en cualquier punto del interior del túnel. El sistema de megafonía deberá garantizar una presión acústica de 7,5 dB superior al nivel medio de ruido, para lo cual, los altavoces se colocarán al tresbolillo separados 12,5 m (25 m de separación en cada hastial).

Los altavoces exponenciales se colocarán a una altura de 4 m, se inclinarán aproximadamente 40° respecto al plano horizontal y orientados en sentido contrario a la circulación.

Se elegirá el tipo de altavoz adecuado:

- Para la reproducción de la palabra (ancho de banda)
- De alto rendimiento (eficacia y sensibilidad)
- Especialmente preparado para soportar los agentes medioambientales desfavorables (grado IP)
- Por dimensiones

Las características de los altavoces exponenciales serán las siguientes:

- Potencia RMS: 30 W
- Impedancia línea 70 V: 170Ω, 330Ω, 670Ω, 1 KΩ y 2 KΩ
- Selección de potencia: 30 W, 15 W, 7.5 W, 5 W y 2.5 W
- Respuesta en frecuencia: 250 - 10 kHz
- Sensibilidad: 110 dB SPL a 1 W, 1 m y 1 kHz
- Presión acústica: 113 dB (1W, 1 m y 500 Hz)
- Grado de protección: IP-65
- Dimensiones (mm): 285 x 227 x 277
- Peso máximo: 2 kg
- Acabado: Aluminio
- Accesorios: Soporte de acero orientable
- Grado de protección: IP-66

Proyector acústico de Galería

- Potencia: 125 W.
- Selección de potencia 125 W, 62W, 32 W y 15 W
- SPL máximo 100V: 98,8 dB
- Sensibilidad (1W / 4m): 79 dB
- Respuesta en frecuencia de 140Hz a 15 kHz.
- Ángulo de apertura a 500Hz/4kHz Horizontal 360° / 100° Vertical 90° / 10°.
- Dimensiones (mm): 277 (largo), 285 x 227 (boca cuadrada).

Módulo Audio Manager

Este módulo sirve de ayuda a la circulación de forma fluida de Audio IP en instalaciones grandes. Sus características son:

- Doble conexión a ethernet para instalaciones con sistemas de red redundante.
- Dirección IP, puerta de enlace y mascara de red guardados en memoria flash.
- Indicadores luminosos de:
 - Alarma. Se ilumina al recibir una alarma propia o del sistema.
 - Actividad.
 - Alimentación.
 - Estado de la conexión ethernet A y B (LINK/ACT y velocidad de conexión).
- Conexión USB para monitorización del sistema (usuario avanzado).

Matriz Digital, incluso módulo de ampliación y tarjetas necesarias

Matriz de audio modular con conexión IP y funciones de supervisión, para la gestión completa de sistemas de megafonía y alarma por voz.

Dispone de 10 slots para la inserción de tarjetas: fuente de alimentación, cartas de entradas, cartas de salida, salidas redundantes, etc. Dispone de un módulo de ampliación con capacidad adicional para otras 10 tarjetas.

Sus principales características son:

- Funciones de supervisión
 - Líneas de altavoces (línea abierta y cortocircuito).
 - Amplificadores: Comprobando que el equipo está encendido y si hay algún problema en el envío del audio: cable desconectado, volúmenes a 0, etapa de potencia dañada. Al detector cualquiera de estas incidencias genera una alarma avisando del problema en dicha zona.
 - Supervisión del estado de las tarjetas insertadas en la matriz y informe de estado.
- Redundancia
 - Doble conexión a IP. Estas conexiones están supervisadas constantemente y conmutan automáticamente en caso necesario.
 - El sistema, equipado con tarjetas, permite redundancia total. Distintas tarjetas se supervisan entre sí.
 - Entrada de alimentación duplicada
- Tarjeta micro SD de 16 GB que se utiliza para alojar mensajes pregrabados. Esto proporciona a la matriz de la funcionalidad de DVA (Digital Voice Announcer).
- Bus interno de 16 canales de audio.
- Cada matriz dispone de espacio para 10 tarjetas. El número de tarjetas se puede ampliar, utilizando el conector de expansión (incluido la matriz) y unidades esclavas. De este modo pueden enlazarse varios chasis entre sí (hasta 10), permitiendo llegar a 110 tarjetas en el sistema.
- La matriz dispone de:
 - Contactos de entrada y salida para funciones de emergencia (activación del modo emergencia, activación de mensajes de emergencia, notificación del modo emergencia...)
 - Real Time Clock
 - Logs de registro de alarmas y eventos
 - Indicadores de alarma en el panel frontal (visuales y acústicos)
 - Relé indicador de FAIL
- Toda la información del sistema y las alarmas se transmiten a la red (mediante la conexión IP) para que el software de control pueda obtener información sobre el estado del sistema
- Conexión con equipos externos:
 - VoIP: La matriz puede recibir llamadas de cualquier teléfono IP que utilice protocolos de señalización SIP. Los codecs compatibles son G711, G722 y Speex. La selección de zonas se realiza mediante envío de tonos DTMF.
 - Comandos XML: La matriz permite la conexión directa de software desarrollados por integradores sin la necesidad de ningún PC de front end.
 - Sistemas externos, como PIDS o Scada, pueden tener control total del sistema de PA a través de un socket TCP conectado a la matriz. Más de una conexión es permitida.
 - DLLs: Hay disponibles DLLs desarrolladas en entorno .NET para que los integradores puedan utilizarlas y controlar fácilmente el equipo.
 - 3 Contactos de entrada. Supervisión de estado: Standby, activado, cortocircuito y línea abierta.
 - 3 Contactos de salida y relé general de alarma.

Amplificadores

Las características de los amplificadores son:

- Potencia: 120W, 150W, 250 W y 460W
- Alimentación: 110VAC o 24VCC
- Consumo máximo: 233 VA
- Entradas 0 dBu: Programa - prioridad
- Salidas de altavoces: 100, 70, 50V / 16, 8, 4 ohm.
- Respuesta en frecuencia: 50 - 17.000Hz
- Distorsión armónica total < 0.7% (1KHz)
- Relación señal - ruido > 75dB

Pupitre microfónico

Consiste en un pupitre microfónico de sobremesa para sistemas de megafonía con audio y datos por IP. Dispondrá de una pantalla y teclado de control y doble conexión a Ethernet.

Las funcionalidades del pupitre microfónico serán las siguientes:

- Envío de avisos en directo
- Envío de mensajes pregrabados
- Selección de zonas
- Indicadores de estado
- Supervisión de alarmas
- Pulsadores de seguridad para envío de mensajes de alarma y pre-alarma
- Control de parámetros
- Módulo de control

Se ubicará un pupitre microfónico en el Centro de Control MKZ.

Software del sistema de megafonía

El sistema de megafonía del Túnel de la Avanzada se integrará en el software específico del sistema de megafonía disponible en el Centro de Control de MKZ y que permitirá una comprensión fácil del estado del sistema de megafonía y de las averías del mismo, programación de acciones, supervisión de equipos y una modificación rápida y ágil de los parámetros y configuraciones:

- Reflejará en pantalla del operador los cambios que se produzcan en los parámetros de megafonía
- Dispondrá de una interfaz gráfica y menús para realizar las modificaciones y programaciones necesarias.

Este software específico permitirá una supervisión remota de los equipos y se integrará en la aplicación general de gestión centralizada disponible en el Centro de Control de MKZ.

Cableado

Se instalará un mínimo de una línea de altavoz para cada central de potencia. Para zonas sin atenuadores de nivel, esta línea será de dos conductores y en ella se conectarán todos los altavoces en paralelo.

El cálculo de la sección del cableado para líneas de altavoces de 100V se realiza en función de la potencia nominal de la central de potencia que suministrará a los altavoces y la longitud del cable.

La sección de cable adecuada para cada zona será aquella que garantice que la pérdida de potencia debida al cable, para la potencia nominal de la central de potencia y la longitud total de la línea, sea inferior al 30%.

Este valor, aunque podrá parecer elevado, se adopta como válido para evitar un excesivo sobredimensionamiento del cable, aunque los altavoces estarán distribuidos a lo largo de cada línea por lo que no será necesario realizar la entrega de toda la potencia al final de la misma y los altavoces no trabajarán a máxima potencia.

Cabe destacar que, puesto que cada sector en el interior del túnel necesita de más de una línea de amplificación, cada línea alimentará a altavoces conectados al tresbolillo, alternándose a dos líneas diferentes, dotando de una mayor seguridad al sistema.

El cableado de las líneas de altavoces para el túnel de La Avanzada será de 2 x 2,5 mm² y 2 x 4 mm²

Racks del sistema de megafonía

Todos los equipos del sistema de megafonía estarán ubicados en un armario tipo rack de 19" y 42 U de altura, que se ubicará en el Centro de Transformación 02.

Los armarios rack estarán equipados con:

- Interruptor magnetotérmico de puesta en marcha con protección contra cortocircuitos
- Unidad de ventilación forzada que mantendrá la temperatura de trabajo de los equipos dentro de un rango aceptable para asegurar un correcto funcionamiento
- Módulo de maniobra
- Placa de conexiones simplificada, que facilitará el empalme de los equipos exteriores, como las líneas de altavoces, pupitres microfónicos o señales de control exteriores

6.3 Sistema de radiocomunicaciones

6.3.1 Introducción

El Decreto Foral de Seguridad de Túneles de Carreteras establece que el túnel de La Avanzada deberá disponer de un sistema de retransmisión de señales de radio de las frecuencias de uso para emergencias y explotación.

Con el fin de extender los servicios en el interior del túnel de La Avanzada, se implementará un sistema de radiocomunicaciones que proporcione de cobertura a los servicios de emergencia y de radiodifusión comercial, proporcionando las mismas prestaciones que las que se disponen en el exterior del túnel, dado que lo que realmente se realizará es una extensión de la cobertura radioeléctrica existente en el exterior del túnel al interior del mismo. Gracias a este sistema se incrementará la seguridad en su interior y a su vez, en condiciones extremas producidas por cualquier incidencia, los servicios de emergencia disponen de un sistema de comunicaciones eficaz que posibilita la coordinación de todos los servicios involucrados en el mismo.

El sistema de radiocomunicaciones dará cobertura de los servicios de explotación, mantenimiento, conservación y los servicios de emergencia:

- El interior de cada uno de los tubos que constituyen los túneles.
- En los accesos de cada uno de los tubos.
- En galerías de comunicación entre tubos y en su caso entre túneles.

Los servicios de comunicaciones a incorporar en el túnel serán:

- Radiotelefonía privada, que debiendo tener coberturas para los sistemas de radiotelefonía privada de los siguientes servicios: SOS DEIAK, Bomberos, servicios sanitarios, Ertzaintza y explotador de túnel.
- Radiodifusión de emisoras comerciales

Teniendo en cuenta los servicios considerados, el sistema diseñado deberá proveer comunicaciones para:

- Un canal UHF en la banda de 380-400 MHz para la red TETRA de los siguientes servicios:
 - SOS DEIAK.
 - Servicio de extinción de incendios y salvamento: bomberos.

- Servicios sanitarios: DYA, Cruz Roja y Red de Transporte Sanitario Urgente (RTSU).
- Ertzaintza.

- Un canal UHF en la banda 410-430MHz para la red TETRA Itelazpi para los servicios de explotación.
- 12 canales para radiodifusión de FM comercial.

El sistema descrito a continuación contará con las siguientes funcionalidades:

- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con terminal móvil o portátil también dentro del túnel.
- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con su estación base o centro de control en la población en donde presta sus servicios y viceversa.
- Terminal radio móvil o portátil dentro del túnel con terminal radio móvil o portátil fuera del túnel que se encuentre bajo la cobertura de los repetidores o estación de cobertura del servicio correspondiente y viceversa.
- Para el sistema de radiodifusión FM comercial
 - Retransmisión, de los 12 canales en la banda FM seleccionada, en cualquiera de los dos tubos de cada túnel.

Sólo se podrán retransmitir al interior del túnel aquellos canales radio que dispongan de cobertura radioeléctrica en el exterior del túnel con un nivel de señal adecuado a los requerimientos del sistema, porque señales muy deficientes en el exterior proporcionará una señal muy deficiente en el interior del túnel y, por lógica, unas comunicaciones deficientes o no admisibles. La calidad de las señales radio de los canales a incorporar en el túnel condicionará la ubicación de las antenas y del rack de radiocomunicaciones asociado a las mismas.

Los equipos del sistema de radiocomunicaciones se instalarán en el Centro de Transformación 02. Las antenas se instalarán en el exterior, en una zona lo más próxima al Centro de Transformación, y se encargarán de enlazar con las estaciones radio (estaciones repetidoras, estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar en el túnel y emisoras comerciales de FM) encargadas de proporcionar cobertura del sistema de comunicaciones en las zonas exteriores del túnel.

6.3.2 Arquitectura del sistema de radiocomunicaciones

La comunicación vía radio en el interior del túnel de La Avanzada se basará en un sistema de cable radiante, que proporcionará la cobertura radioeléctrica.

La comunicación se realizará por medio de un cable coaxial, al que se le han practicado una serie de aberturas en el conductor exterior, que permitirán la radiación de las señales que serán inyectadas por el rack de radiocomunicaciones del Centro de Transformación 02.

La solución basada en la transmisión por cable radiante permitirá una distribución de banda ancha a lo largo de todo el túnel, transmitiendo toda la banda de frecuencias sin ser influida por obstáculos móviles o fijos. La señal radiada permite una distribución de campo mucho más precisa que en el caso de utilización de antenas. Asimismo, dado que permite mayor gama de frecuencias, supondrá una mayor flexibilidad a la hora de añadir nuevos servicios de cobertura en el interior del túnel, sin necesidad de añadir nuevas antenas.

El sistema de radiocomunicaciones estará integrado por tres subsistemas:

- Sistema de captación de señales
- Sistema de enlace y transmisión de señales al interior del túnel
- Sistema de radiación de señales en el interior del túnel

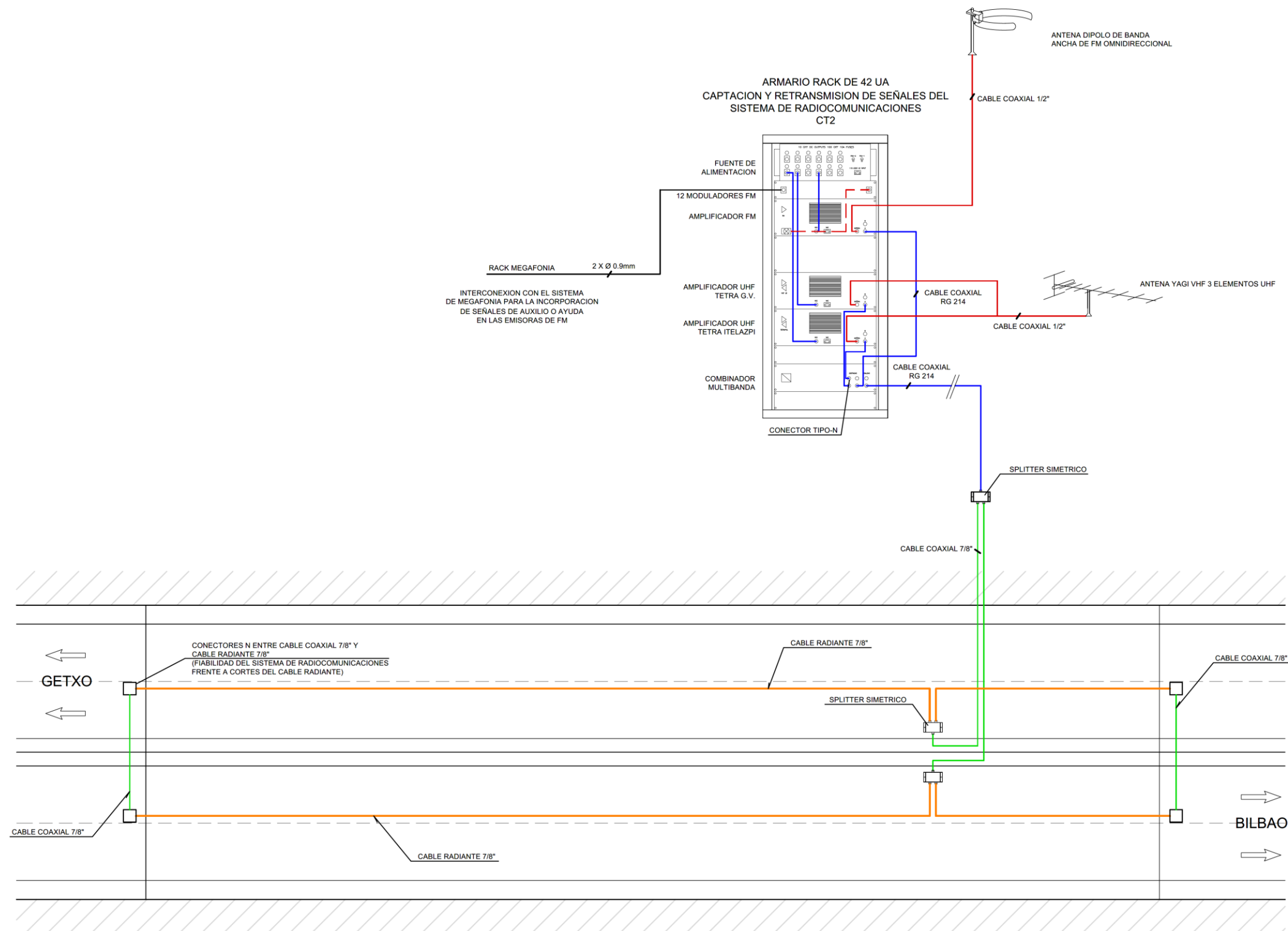


Figura 18: Esquema del sistema de radiocomunicaciones

6.3.2.1 Sistema de captación de señales

El sistema de captación de señales del túnel, será el encargado de capturar las señales de los repetidores externos y estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar al sistema de radiocomunicaciones del túnel y de su envío al sistema de retransmisión, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.

El sistema de captación de señales se instalará en las proximidades del Centro de Transformación-02. La ubicación exacta de las antenas se decidirá con posterioridad a la realización de las mediciones radioeléctricas correspondientes, para determinar un lugar con la visibilidad radioeléctrica y calidad de recepción apropiada.

Estará compuesta por las siguientes unidades:

- Antenas de enlace
- Mástil para el soporte de las antenas

Antenas de enlace

El sistema de antenas de enlace es el encargado de transmitir y recibir las señales procedentes y destinadas a las estaciones repetidoras de los canales de comunicaciones radio que se desean incorporar al sistema de radiocomunicaciones del túnel.

Estará compuesto por una antena por banda de frecuencias que captará la señal de Radio-Frecuencia. Se precisarán las siguientes antenas:

- Antena directiva tipo Yagi y 9 dBi de ganancia para el sistema TETRA.
- Antena omnidireccional de FM

En el caso que no se consiguiera una buena cobertura para todos los servicios de una misma banda de frecuencias mediante una única antena, se dispondrá de todas las necesarias para integrar todos los servicios requeridos en el sistema de radiocomunicaciones del túnel de La Avanzada.

Las antenas se conectarán con los equipos amplificadores, situados en el rack del Centro de Transformación 02, a través de un cable coaxial 1/2". Si la longitud entre el rack de captación y las antenas fuera grande, la conexión se realizará mediante cable coaxial RG214.

Mástil para soporte de antenas

Las antenas precisarán ser montadas en una torre o mástil en las proximidades de la ubicación del rack. La altura y la ubicación vendrán determinadas por las medidas de nivel de señal recibido que se obtengan.

6.3.2.2 Sistema de enlace y transmisión de señales al interior del túnel

El sistema de enlace y retransmisión de señales al interior del túnel tendrá las siguientes funciones:

- Amplificar las señales capturadas por las antenas, de los repetidores externos y estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar al sistema de radiocomunicaciones.
- Enviar las señales al sistema de radiación, encargado de realizar la cobertura interior del túnel.
- Hacer llegar las señales generadas en el interior del túnel por los terminales radio a las estaciones repetidoras externas y estaciones base de cobertura de los servicios a incorporar al sistema.

El sistema de equipos amplificadores de enlace y de cobertura del túnel se alojará dentro de un rack en el Centro de Transformación 02 y estará compuesto por los siguientes equipos:

- 1 amplificador bidireccional selectivo TETRA Gobierno Vasco en la banda 380-395 MHz para 4 portadoras.
- 1 amplificador bidireccional selectivo TETRA Itelazpi en la banda 410-430 MHz para 2 portadoras.
- 1 Amplificador unidireccional selectivo de canal correspondiente a las doce emisoras comerciales de FM. Este amplificador incluirá una entrada de audio para permitir la retransmisión de mensajes de información o emergencias transmitidos por el sistema de megafonía en los canales de FM.

El subsistema de enlace se completará con un acoplador multibanda de señales de RF. El sistema acoplador multibanda será el encargado de proporcionar una única salida de la vía de transmisión y una única salida de la vía de recepción de las señales procedentes y destinadas al túnel de FM y UHF, mediante la combinación de las señales que se encuentran en las diferentes bandas de frecuencia.

El subsistema de transmisión de las señales al túnel estará formado por el siguiente equipamiento:

- 3 Splitters o divisores de señal simétricos. En el rack de radiocomunicaciones del Centro de Transformación 02 se dispondrá de un splitter para dividir la señal de RF a los otros dos splitters que se dispondrán en el túnel, los cuales enviarán la señal a los dos cables radiantes de cada uno de los sentidos, permitiendo el correcto ajuste del sistema y evitando la realimentación cable radiante - antena. Para evitar la realimentación cable radiante - antena, se llevará la señal de radio proveniente del Centro de Transformación-02 por cable coaxial 7/8" hasta los splitters.
- Cable coaxial RG-214. La conexión entre la fuente de alimentación y las unidades amplificadoras, entre éstas y el acoplador multibanda, y entre el acoplador y el splitter se realizará mediante cable coaxial RG-214.

Sistema de radiación de señales en el interior del túnel

La técnica elegida para la radiodifusión de las señales de los distintos servicios al interior del túnel será el cable radiante. El cable radiante tiene muchas ventajas frente al uso de antenas cuando se trata de dotar a un túnel de carretera de cobertura. Algunas de las ventajas son las siguientes:

- Inmunidad de la señal de frecuencias más bajas ante curvaturas
- Inmunidad de señales de bajas frecuencias ante vehículos de grandes dimensiones
- Radiación de señal de forma más equitativa

El cable radiante transcurrirá longitudinalmente por los dos sentidos de circulación del túnel y se instalará en el techo del mismo, pero escorado hacia los carriles izquierdos de circulación (carriles rápido).

Será el encargado de hacer las funciones de sistema radiante o antena y, por lo tanto, su función es la de transmitir las señales de RF a los terminales radio que se encuentran en el interior del túnel y la de recibir las señales de RF generadas por los terminales en el interior del túnel.

El cable radiante que se instalará, dada la longitud máxima del túnel (824 m) y la máxima frecuencia de los servicios del sistema, corresponde a un cable con sección 7/8".

El cable radiante cumplirá las siguientes características:

- Libre de halógenos
- Cubierta no corrosiva
- Bajo en emisión de humos
- Retardante a la llama
- Retardante al fuego

Para dotar de redundancia al sistema de radiocomunicaciones, resistente a un corte del cable radiante, se propone conexión de los extremos de los cables entre sí mediante un cable coaxial 7/8". De esta forma, si por causa de un incidente uno de los cables radiante queda roto, ambos sectores del cable radiante formados por la ruptura serán alimentados por la señal procedente de los amplificadores.

La sujeción del cable radiante al techo del túnel se realizará mediante soportes metálicos y de plástico, de llama retardada y libres de halógenos. Se instalará un soporte de plástico cada 1,3 m, mientras que los metálicos se instalarán cada 9,1 m.

6.3.3 Interconexión con el sistema de megafonía

Se dotará al sistema de radiocomunicaciones de la posibilidad de transmisión de mensajes (pregrabados o viva voz) de auxilio o ayuda (mensajes SOS) en las frecuencias de las emisoras comerciales de FM.

Las fuentes de señales que generan los mensajes SOS serán el pupitre microfónico o los puestos de operación del Centro de Control mediante mensajes pregrabados.

En el rack de radiocomunicaciones del Centro de Transformación 02 se instalará un conjunto de doce moduladores de FM para la incorporación de los mensajes SOS en las frecuencias de las emisoras comerciales de FM seleccionadas para el túnel.

La señal de audio, proveniente del rack de megafonía, se llevará al conjunto de moduladores mediante un cable de tipo 2 x Ø0,9 mm.

Las señales moduladas se llevarán mediante cable coaxial RG-58 al amplificador unidireccional selectivo de canales FM, que tendrá una entrada que incluye un relé de conmutación. El relé estará controlado por una señal externa que decidirá la fuente de entrada: las señales de los canales comerciales de FM o los mensajes SOS desde el sistema de megafonía.

7 SISTEMA DE CONTROL CENTRALIZADO, REDES Y CENTRO DE CONTROL

7.1 Descripción funcional

En el túnel de La Avanzada se implantará un Sistema de Gestión Centralizada, con dos objetivos fundamentales:

- Proporcionar un sistema que permita el control remoto desde el Centro de Control MKZ de Malmasín de todas las instalaciones del túnel.
- Implantar un sistema robusto, que garantice un funcionamiento correcto de todo el conjunto incluso en situaciones degradadas o con presencia de fallos.

El Sistema de Gestión Centralizada permitirá la realización de las siguientes funciones desde los puestos de operación del Centro de Control:

- Adquisición de datos de las instalaciones del túnel, para su monitorización y supervisión en tiempo real.
- Recepción de alarmas generadas por los equipos de campo, por incidentes, superación de niveles o errores de funcionamiento.
- Envío de órdenes de actuación: arranque de ventiladores, cambio de estado de la señalización luminosa o del alumbrado, etc.
- Definición y activación de procedimientos automáticos o semiautomáticos: cierre del túnel, procedimiento de actuación por presencia de incendio, etc.

Para proporcionar este conjunto de funcionalidades, el nuevo Sistema de Gestión Centralizada integrará el control y monitorización de los siguientes sistemas:

- Sistema de Ventilación
- Sistema de Iluminación
- Suministro de Energía
- Sistema de Extinción de Incendios y Red de Hidrantes
- Sistemas de Seguridad, Vigilancia y Control de Túneles:
 - Señalización Luminosa
 - Sistema de Megafonía
 - Sistema de Radiocomunicaciones
 - Sistema de Postes SOS
 - Sistema de Control de Ventilación
 - Circuito Cerrado de Televisión
 - Sistema de Detección Automática de Incidentes
 - Sensores de Variables Atmosféricas en Carreteras (SEVAC)
 - Sistema de Control de Gálibo
 - Sistema de Aforo de Tráfico
- Sistema de Control de Centros de Transformación: detección de incendios, control de temperatura y extinción de incendios
- Red de Comunicaciones
- Sistema de Detección de Incendios en Túneles

7.2 Arquitectura del Sistema de Control Centralizada

El Sistema de Gestión Centralizada del túnel de La Avanzada se diseñará de forma que se garantice la integración de todos los sistemas, con una inteligencia distribuida, redundante y resistente a fallos.

Presentará una arquitectura dividida en cuatro niveles, según el siguiente modelo:

- Nivel 0 o Nivel de Campo. Constituye el nivel de adquisición de datos o información de estado, para lo cual los equipos de campo (detectores de CO, opacímetros, señales, etc.) se conectan con las Unidades de Periferia Distribuida (UPD).
- Nivel 1 o Nivel de Control y Comunicaciones. Formado por la red de comunicaciones y los Controladores Lógico Programables (PLCs) redundantes de túnel, permite realizar la transmisión bidireccional de información y de las órdenes de actuación entre el Nivel de Supervisión y Operación y el Nivel de Campo.
- Nivel 2 o Nivel de Supervisión y Operación. En este nivel se encuentran los puestos de operación del Centro de Control MKZ, los cuales dispondrán de una aplicación de gestión Centralizada mediante la cual podrán visualizar el estado de todos los elementos de campo del túnel y en caso necesario actuar sobre los mismos.
- Nivel 3 o Nivel de Organización y Explotación del Túnel. El último nivel lo constituyen todos los procedimientos y planes de mantenimiento y actuación necesarios para la gestión del túnel.

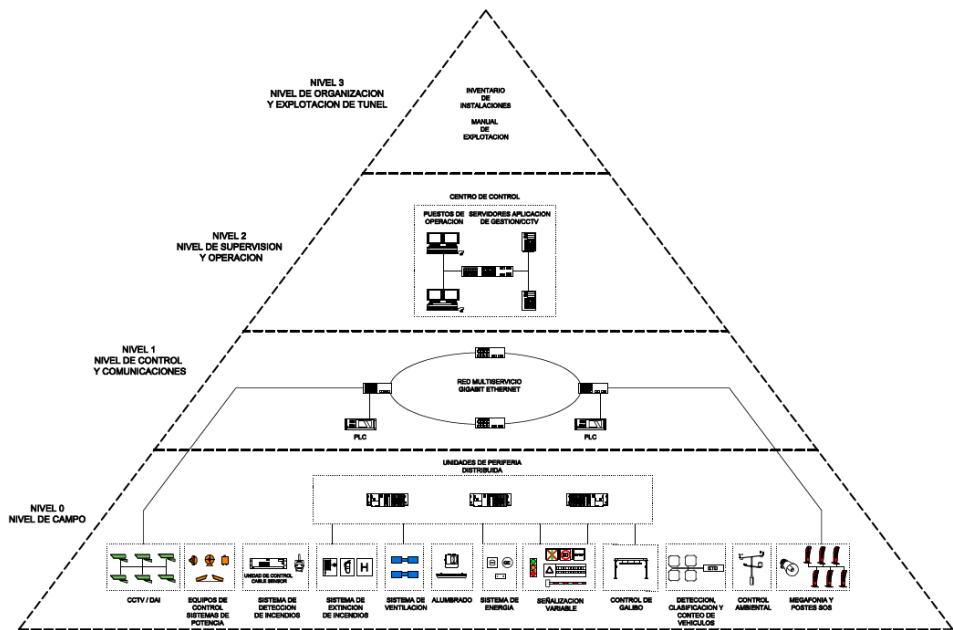


Figura 19: Sistema de control centralizado

A continuación, se describen en detalle las características principales de cada uno de estos niveles y los elementos que conformarán cada uno de ellos.

7.2.1 Nivel 0 - Nivel de Campo

En este nivel se llevará a cabo el conexionado de los equipos de campo (elementos de detección, seccionamiento, maniobra y actuadores) con las unidades de entradas y salidas que permiten su comunicación con los niveles superiores del Sistema de Gestión.

Como equipos concentradores de señales y para la transmisión de órdenes desde el Centro de Control MKZ a través de la red multiservicio se podrán utilizar Unidades de periferia Distribuida o Autómatas Programables.

En el Proyecto se plantea la utilización de Unidades de Periferia Distribuida (UPD), estando cada una de ellas formada por:

- Módulos de entradas analógicas
- Módulos de entradas digitales
- Módulos de salidas digitales
- Módulo controlador de red Ethernet
- Módulo de final de línea
- Fuente de alimentación
- Módulo de conexiones serie RS-232/RS-485
- Bornero para realizar el conexionado de las señales entre los equipos de campo y la UPD
- Módulos de protección contra sobretensiones (aisladores galvánicos) para entradas analógicas
- Relés auxiliares para las salidas digitales

En el túnel de La Avanzada se instalarán siete Unidades de Periferia Distribuida (UPD). En la tabla siguiente se indica la nomenclatura y ubicación de cada una de ellas.

UNIDAD DE PERIFERIA	UBICACIÓN
UPD-01	APL E01
UPD-02	APL E02
UPD-03	Centro de Transformación-01
UPD-04	APL G1B
UPD-05	APL G2B
UPD-06	APL G3B
UPD-07	APL G4B
UPD -08	APL G5B
UPD -09	APL G6B
UPD -10	APL E03
UPD-11	Centro de Transformación-02
UPD-12	APL G1G
UPD-13	APL G2G
UPD-14	APL G3G
UPD -15	APL G4G
UPD-16	APL G5G
UPD -17	APL G6G

Tabla 16: Ubicación de las Unidades de Periferia Distribuida

Las UPD de los Centros de Transformación se instalarán en el interior de un armario de 19” que se empleará para el conexionado de señales y comunicaciones.

Las situadas en los APLs (galerías de evacuación y cielo abierto), dispondrán de un espacio reservado en el interior del armario con los carriles DIN y regleteros necesarios para su instalación.

El conexionado entre las Unidades de Periferia y los equipos de campo asociados se realizará con cable de pares de Ø 0,91 mm. Cada Unidad de Periferia se conectará mediante cable de par trenzado de pantalla global (SFTP) de categoría 6, con un switch industrial Gigabit Ethernet de campo, para su integración en la red de comunicaciones multiservicio. Este elemento se explicará en mayor detalle en el Nivel de Control y Comunicaciones.

Señales a controlar para cada uno de los sistemas

El sistema de gestión centralizada controlará diferentes señales de cada uno de los sistemas instalados en el túnel de La Avanzada, para poder realizar en tiempo real las tareas de monitorización y de actuación:

- Sistema de ventilación
 - Señales de control de funcionamiento de los ventiladores

- Señales de control de estado de los ventiladores
 - Señales de sondas de temperatura.
 - Señales de acelerómetros.
- Sistema de iluminación
 - Medida de los luminancímetros
 - Telecontrol de los circuitos de alumbrado
- Sistema de energía
 - Señales de estado de las celdas de media tensión
 - Señales de estado de los Cuadros Generales de Baja Tensión
 - Señales de estado de los Cuadros de Distribución para la energización del equipamiento de campo.
 - Señales de estado de los Sistemas de Alimentación Ininterrumpida (SAI)
 - Señales de estado de los Grupos Electrógenos (GE)
- Sistema de extinción de incendios y red de hidrantes
 - Presión de agua en las tuberías de la red de hidrantes mediante presostatos
 - Señales de control de electroválvulas
 - Señales de control de equipos de bombeo
 - Señales de fin de carrera de válvulas de regulación
 - Señales de puertas de armarios de BIE's y extintores
- Sistema de detección de incendios
 - Medidas de la unidad analizadora del cable de detección lineal de incendios
 - Alarmas de la central de detección de incendios
- Sistema de señalización luminosa
 - Señales de control del siguiente equipamiento: señales Aspa/Flecha, señales de Control de Límite de Velocidad, Paneles de Mensaje Variable, semáforos RAV y barreras de acceso al túnel.
- Sistema de postes SOS
 - Estado de cada puerta de armario de cada poste SOS
- Sistema de control de ventilación
 - Medidas de los siguientes equipos: detectores de CO, detectores de NO2, opacímetros y anemómetros
- Sensor de Variables Atmosféricas de Carreteras (SEVAC)
 - Mediciones de cada uno de los sensores: temperatura y humedad relativa del aire, temperatura del suelo, humedad superficial, velocidad y dirección del viento, presencia de hielo en calzada, presencia de niebla, presión barométrica, precipitaciones, medida de visibilidad y opacidad, intensidad de radiación solar, etc.
- Sistema de control de gálibo
 - Señales de alarma indicadoras de presencia de vehículos con exceso de altura
- Sistema de aforo de tráfico
 - Mediciones del estado del tráfico en cada instante (intensidad de tráfico, tipos de vehículos, velocidad media, etc.)

Suministro de energía para los equipos de SVC

El sistema de suministro de energía de los equipos de Seguridad, vigilancia y Control se realizará desde los Centros de Transformación correspondientes, desde los cuales se alimentará:

- Directamente a los equipos de exterior del túnel: barreras, semáforos, paneles de mensaje variable, cámaras y control de gálibo.
- A los armarios de distribución (APL) instalados en el interior de las galerías, en donde se ubicarán las protecciones eléctricas, switches de comunicaciones, etc. para la alimentación de los equipos de SVC más cercanos, así como para su conexión a la red de comunicaciones IP Multiservicio de Túnel.

Cuando los equipos de exterior se encuentren alejados de los Centros de Transformación se podrá disponer de un armario o cuadro secundario de fuerza junto a los mismos, que se alimentará desde el Centro de Transformación correspondiente. Desde este armario se alimentará a todos los equipos ubicados en las proximidades.

Se ha optado por esta topología porque proporciona importantes ventajas:

- Permite reducir las longitudes de cableado necesarios y, por tanto, la sección de los mismos
- Proporciona un elevado grado de protección en la alimentación de los diferentes equipos, ya que cada circuito final estará protegido por un interruptor magnetotérmico diferencial independiente para cada elemento.
- Facilita las labores de mantenimiento, ya que próximo a cada equipo de SVC se encontrará un interruptor de corte de su alimentación.

Los armarios secundarios de fuerza y los cuadros de distribución que se instalarán en el interior de los armarios de distribución (APL) de las galerías consistirán, fundamentalmente, en la aparamenta eléctrica necesaria según los circuitos de distribución (seccionadores, interruptores magnetotérmicos diferenciales y tomas de corriente) que se instalará en el interior del espacio reservado para los switches de comunicaciones, Unidad de Periferia Distribuida (UPD), electrónica y elementos auxiliares. Las características principales de estos armarios serán las siguientes:

- Los APLs ubicados en los tramos de cielo abierto y en el interior de las galerías se alimentarán desde los Centros de Transformación:
- Con una acometida procedente del CGBT del Centro de Transformación correspondiente. Esta alimentación descolgará del Sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) con una autonomía mínima de 1 hora, desde los APLs se abastecerá a switches de comunicaciones, UPD, postes SOS, equipos de control de accesos (semáforos y barreras), cámaras CCTV, señalización dinámica (PMVs/ señales aspa / flecha y señales de límite de velocidad), sistema de control de gálibo, elementos de control de ventilación (opacímetros, anemómetros y detectores de CO).
- La entrada de la acometida a los APLs dispondrá de un seccionador en carga de 2 ó 4 polos, en función de los equipos asociados, $I_n=40$ A y resistencia a cortocircuito mínima de $20 \times I_n$ durante 1 segundo.
- Todos los circuitos alimentación de salida estarán protegidos mediante interruptores magnetotérmicos diferenciales.
- En cada armario se instalará un mínimo de 2 tomas de corriente de tipo Schuko e $I_n = 16$ A para 2 polos y toma de tierra.
- Cada armario dispondrá de una toma de tierra. Para ello, o bien la placa de toma de tierra situada en el interior se conecta mediante un cable de cobre desnudo de 35 mm² con el cable de tierra que se tenderá a lo largo del túnel.
- Los circuitos de salida se realizarán por las canalizaciones enterradas previstas para baja tensión hasta la arqueta más cercana al equipo para el cual se realiza la acometida. Se emplearán dos tipos de cable:
 - SZ1-K (AS) 0,6/1KV para los circuitos de alimentación de equipos en el interior del túnel

- RV-K 0,6/1KV para los circuitos de alimentación de equipos en el exterior del túnel

La sección del cable será la adecuada para garantizar que la caída de tensión desde el armario hasta el equipo final es inferior al 3% y que la intensidad soportada por el cable es superior a la prevista para el circuito.

La alimentación de los equipos de SVC se realizará en todos los casos mediante acometida monofásica, salvo los paneles de mensaje variable que dado su importante consumo (3.000 W) se recomienda su alimentación en trifásica.

7.2.2 Nivel 1 - Nivel de Control y Comunicaciones

El nivel de control y comunicaciones estará formado por dos elementos fundamentales:

- Controlador Lógico Programable (PLC) redundante
- Red de comunicaciones IP multiservicio

Controlador Lógico Programable (PLC) Redundante

Los Controladores Lógico Programables (PLCs) redundantes será el elemento fundamental del Sistema de Gestión Centralizada. Su función principal es actuar como interfaz entre los equipos de campo y el Centro de Control MKZ, para lo cual desempeñará dos tareas:

- Recibirá la información recogida por los elementos del Nivel de Campo, la almacenan temporalmente y la transmiten al Nivel de Supervisión para su procesado.
- Transmiten las órdenes de actuación (arranque, paro, cambio de estado, etc.) desde el Nivel de Supervisión hasta los equipos del Nivel de Campo.

El túnel de La Avanzada dispondrá de una PLC redundante, ubicándose una CPU de las dos disponibles en cada Centro de Transformación y controlará todas las Unidades de Periferia Distribuida (UPD) del túnel.

Los PLCs formarán un sistema redundante de alta disponibilidad y para ello dispondrán de:

- Doble CPU en modo redundante
- Doble fuente de alimentación
- Doble conexión de fibra entre las CPU redundantes (sincronización entre CPU redundante con doble CPU)
- Doble conexión Ethernet hacia el centro de control, vía sistema procesador dedicado Ethernet/modbus TCP o similar en el controlador

Red de comunicaciones multiservicio

Para permitir el intercambio de información entre los diferentes elementos del Sistema de Gestión Centralizada en el túnel se instalará una red de comunicaciones IP multiservicio, que deberá cumplir dos principios fundamentales:

- Será una red robusta, de forma que existirá redundancia de caminos de acceso a cada uno de los nodos que la conforman. De esta forma se garantiza que el fallo en uno de los equipos de comunicaciones no impide el acceso al resto de elementos de la red.
- Proporcionará un ancho de banda suficiente para permitir la correcta transmisión de toda la información entre los equipos de campo y los Centro de Transformación, y entre éstos y el Centro de Control MKZ.

Habrà que distinguir entre dos tipos de redes:

- Red de comunicaciones IP multiservicio 1 Gigabit Ethernet, que permitirá la transmisión de información entre los equipos de campo con los Centros de Transformación 01 y 02.
- Doble enlace de fibra óptica 10 Gigabit Ethernet entre el Centro de Transformación-02 y el Centro de Control MKZ de Malmasín.

El medio físico que se empleará para la red de comunicaciones multiservicio será un cable PESP-R de 32 fibras ópticas monomodo. Se tenderá por uno de los tubos de Ø 50 mm de la canalización prevista en el túnel.

Para realizar el conexionado de los diferentes equipos, en los emplazamientos que se describen a continuación, estarán accesibles las 32 fibras del cable troncal:

- Centro de Transformación-01 de cubierta (Boca Getxo)
- Centro de Transformación-02 de cubierta (boca Bilbao)

En cada uno de ellos existirán dos repartidores de 32 fibras ópticas.

Adicionalmente, en el Centro de Transformación-02 existirá otro repartidor de 32 fibras, que se empleará para el conexionado mediante un cable de 32 fibras con el Centro de Control MKZ a través del doble enlace de fibra.

En el resto de los puntos del túnel donde es necesario el acceso mediante fibra óptica (APLs de interior de galería y cielo abierto) se realizará una segregación de fibras directamente en arqueta. Para ello, en la misma se colocará una caja estanca de empalmes de fibra, desde la cual se realizará la acometida hasta el APL mediante un cable auxiliar de 6 f.o. monomodo.

El medio físico para la implementación del doble enlace de fibra óptica entre el Centro de Transformación-02 y el Centro de Control MKZ será un cable PESP-R de 32 fibras ópticas monomodo, que se tenderá por uno de los tubos de la canalización existente hasta el Centro de Control MKZ de Malmasín.

La red de comunicaciones multiservicio IP de Túnel será una red Gigabit Ethernet (1000 Mbps) y estará formada por dos anillos, a los cuales se conectarán los diferentes nodos. Todos los elementos de la misma dispondrán de doble camino de acceso físico.

La comunicación entre los Controladores Lógico Programables (PLCs) y las Unidades de Periferia Distribuida se basará en la utilización de protocolos de bus de campo sobre TCP/IP como Modbus/TCP o Profinet.

En la red de comunicaciones multiservicio con topología en dos anillos dispondrá de los siguientes nodos o Switches Industriales Gigabit Ethernet:

- Nodo Troncal en el Centro de Transformación-02
 - Dos (2) chasis modulares y con dos fuentes de alimentación redundantes cada uno de ellos.
 - Dos (2) unidades supervisoras (una por chasis).
 - 1 puerto 10G Ethernet por unidad supervisora.
 - Una (1) tarjeta de 8 puertos Gigabit Ethernet sobre fibra óptica monomodo (una por chasis)
 - Una (1) tarjeta de 24 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base (una por chasis)
 - Soporte de los protocolos Spanning Tree (STP), Rapid Spanning Tree (RSTP), SNMP, HTTP y TELNET
- Cuatro (4) switches para la red de distribución (2 por CT) en los Centros de Transformación:
 - 4 puertos Gigabit SFP sobre fibra óptica monomodo con transceptores LX/LC, para conexión con la red de comunicaciones multiservicio en anillo
 - 24 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T para la conexión con los equipos locales del emplazamiento
 - En cada centro de transformación, los switches industriales estarán en STACK
- Tres (3) Switches industriales para la red de acceso:
 - 2 puertos Gigabit SFP sobre fibra óptica monomodo con transceptores LX/LC, para conexión con la red de comunicaciones multiservicio en anillo
 - 8 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T para la conexión con los equipos locales del emplazamiento

- Doce (12) Switches industriales para la red de acceso:
 - 2 puertos Gigabit SFP sobre fibra óptica monomodo con transceptores LX/LC, para conexión con la red de comunicaciones multiservicio en anillo
 - 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T para la conexión con los equipos locales del emplazamiento

En la tabla siguiente se describen los nodos que formarán parte de la red de comunicaciones multiservicio IP Gigabit Ethernet de Túnel:

NODO DE RED	TIPO SWITCH	UBICACIÓN	ANILLO
SAT-01	2 puertos Gigabit SFP+ 8 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL E01	Anillo 1
SAT -02	2 puertos Gigabit SFP+ 8 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL E02	Anillo 1
SAT -03A/SAT -03B	4 puertos Gigabit SFP+ 24 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	Centro de Transformación-01	Anillo 1-2
SAT -04	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G6B	Anillo 1
SAT -05	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G5B	Anillo 1
SAT -06	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G4B	Anillo 1
SAT-07	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G3B	Anillo 1
SAT-08	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G2B	Anillo 1
SAT-09	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G1B	Anillo 1
SAT-10	2 puertos Gigabit SFP+ 8 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL E03	Anillo 2
SAT-11A/SAT-11B	4 puertos Gigabit SFP+ 24 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	Centro de Transformación-02	Anillo 1-2
SAT-12	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos	APL G1G	Anillo 2

NODO DE RED	TIPO SWITCH	UBICACIÓN	ANILLO
	10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T		
SAT-13	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G2G	Anillo 2
SAT-14	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G3G	Anillo 2
SAT-15	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G4G	Anillo 2
SAT-16	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G5G	Anillo 2
SAT-17	2 puertos Gigabit SFP+ 16 puertos 10Base-T/100Base-Tx/1000Base-T	APL G6G	Anillo 2

Tabla 17: Ubicación de los nodos de la red de comunicaciones multiservicio IP de Túnel

Para la red de comunicaciones multiservicio IP 10 Gigabit Ethernet de doble enlace de fibra óptica con el Centro de Control MKZ, en el Centro de Transformación-02 se dispondrá un nodo Troncal que para dotar de redundancia a las redes de comunicaciones se conectarán:

- A los cuatro switches industriales de la red de distribución en los Centro de Transformación 01 y 02, de forma que tengan acceso a los dos anillos de la red multiservicio.

A continuación, se muestra un esquema con topología de la red de comunicaciones del Túnel de la Avanzada.

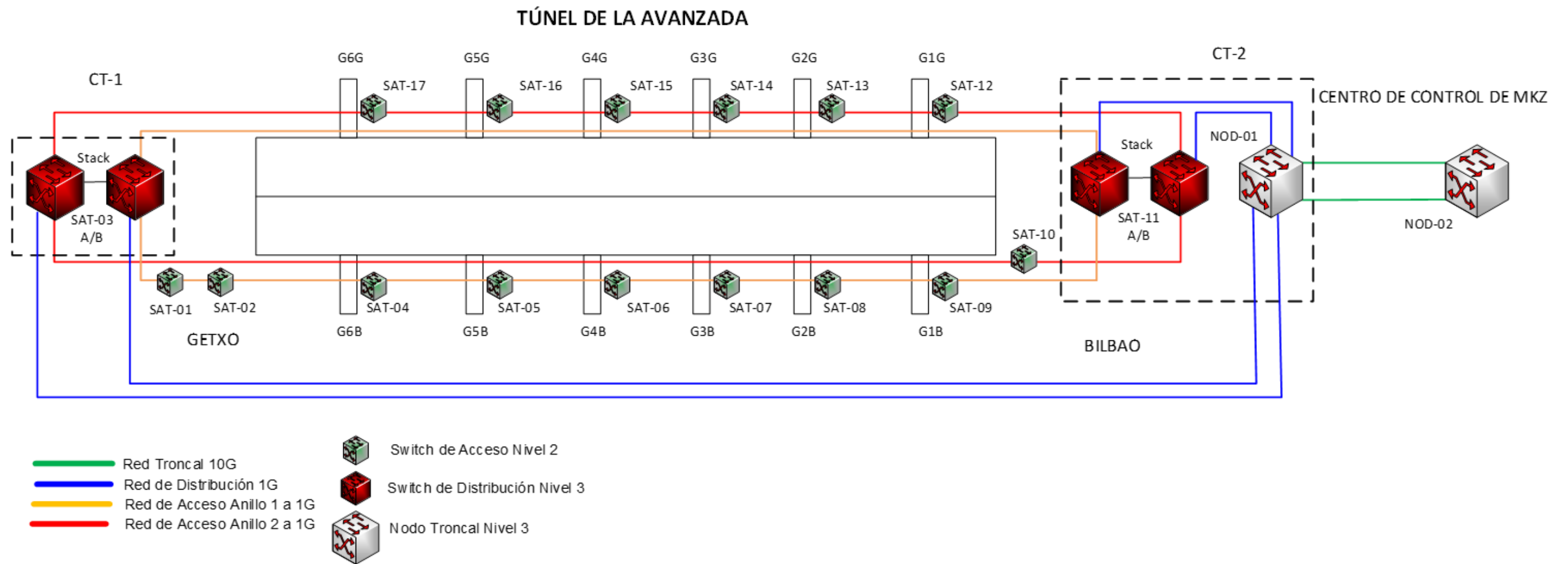


Figura 20: Topología de la red de comunicaciones

7.2.3 Nivel 2 - Nivel de Supervisión y Operación

El Nivel de Supervisión y Operación estará constituido por el equipamiento del Centro de Control MKZ que permitirá realizar la monitorización y control de los sistemas del túnel.

Este equipamiento se conectará a la red local existente en el Centro de Control.

Arquitectura de control de los sistemas de túnel

En el Centro de Control MKZ se implantará una arquitectura de control de los túneles de tipo cliente-servidor, con las siguientes características básicas:

- Servidores de gestión centralizada. En la actualidad la aplicación de gestión centralizada que gestiona los Túneles de MKZ corre en dos máquinas virtualizadas instaladas en dos servidores físicos (uno en MKZ y otro en Peñascal) que proporcionan una arquitectura redundante y en alta disponibilidad. Los sistemas electromecánicos y de seguridad, vigilancia y control del Túnel de la Avanzada se integrarán en el SCADA que gestionan los túneles de MKZ, que se empleará para la consolidación de toda la información de estado del túnel. Tendrá comunicación:
 - Con los Controladores Lógico Programables (PLCs) redundantes, para recibir la información de estado de los equipos de campo y enviar las órdenes de actuación correspondientes.
 - Con los equipos cliente de los puestos de operación existentes en el Centro de Control de MKZ, en los cuales se presentará en tiempo real la situación de todos los elementos del túnel.
- Servidor DAI: En la actualidad en el Centro de Control de MKZ se dispone de un servidor DAI, desde el que se gestionan y monitorizan las alarmas de los incidentes ocurridos en los túneles de Malmasín, Mamariga, Gainzabala, Uretamendi, Urdinbide, Sodupe y Gordexola, además estas alarmas están integradas en la aplicación de gestión centralizada que gestiona los túneles de MKZ. El sistema DAI diseñado en el Túnel de la Avanzada se integrará en el servidor DAI y en SCADA existentes en el Centro de Control de MKZ.
- Videograbadores: En la actualidad en el Centro de Control de MKZ existe una red de videograbadores en los que se almacena las imágenes captadas en todos los túneles. En sistema CCTV del túnel de la Avanzada se almacenará en nuevos videograbadores compatible con los existentes.
- VideoWall: Las imágenes del Túnel de la Avanzada se visualizarán en el Videowall existente en el Centro de Control de MKZ.

Aplicación de Gestión Centralizada

El Túnel de la Avanzada se integrará en la aplicación de gestión centralizada existente (TrafikOA) en el Centro de Control de MKZ, que proporcionará las siguientes funcionalidades:

- Permitirá monitorizar en tiempo real y controlar remotamente todos los equipos y sistemas instalados en el túnel.
- Gestión de Eventos, Incidencias y Alarmas.
- Permitirá además visualizar en una tabla en tiempo real las diferentes incidencias y alarmas que se van produciendo.
- Creación y grabación de protocolos de actuación (apertura/cierre de carriles, señalización dinámica, señalización de incidentes/accidentes, informaciones varias, actuaciones sobre los sistemas de ventilación e iluminación, etc.) mediante sistemas automatizados en base a los datos obtenidos por los equipos de campo. Dichos planes podrán ser creados y ejecutados manualmente por parte de los operadores o bien automáticamente por el propio sistema.
- Herramientas para la generación de informes, realización de consultas sobre base de datos y explotación de históricos.
- Herramientas de administración.

La aplicación cliente proporcionará un entorno gráfico de trabajo con las funcionalidades habituales:

- Menús desplegados y contextuales
- Operación común con ventanas.
- Herramientas de visualización.
- Sinóptico del Túnel (ubicación de todos los equipos del Túnel)
- Sinóptico de locales técnicos
- Para algunos sistemas dispondrá de esquemas específicos, con indicación de estado de los elementos que lo conforman:
 - Sistema de energía: esquemas unifilares del sistema de energía (Media Tensión y Baja Tensión) en el que se muestre el estado (transformadores, grupos electrógenos, interruptores de acoplamiento, SAIs, etc.) de todos los equipos.
 - Red de hidrantes: diagrama general del sistema
 - Grupo de Bombeo. Esquema con el estado de válvulas, bombas y depósitos
 - Sistema de ventilación.
 - Red de comunicaciones: esquema de red

En cuanto a especificaciones técnicas, principalmente, la aplicación existente (TrafikOA) en el Centro de Control de MKZ reúne las siguientes características:

- La aplicación tipo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Dispone por tanto de un entorno gráfico de usuario a través del cual se podrá llevar a cabo la gestión integral de todos los sistemas instalados.
- Arquitectura cliente/servidor.
- Aplicación abierta, modular y distribuida.

7.2.4 Nivel 3 - Nivel de Organización y Explotación del Túnel

El Nivel de Organización y Explotación del Túnel engloba todos los procedimientos y planes de operación necesarios para la gestión del túnel. Fundamentalmente comprende los siguientes elementos:

- Inventario de las instalaciones de túnel.
- Dispondrá de un gestor de planes, que permitirá crear los protocolos de actuación automatizados definidos en el Plan de Autoprotección para su ejecución para la resolución de los incidentes que puedan acaecer en el Túnel de la Avanzada. El plan de autoprotección del Túnel de la Avanzada se definirá en fase de obra, así como la modificación del Manual de Explotación de MKZ.
- Dispondrá de los protocolos automatizados de cortes de carril, túnel, etc, para la realización de labores de mantenimiento.

8 CANALIZACIONES

8.1 Introducción

Se describen a continuación las canalizaciones previstas para la interconexión de los sistemas de seguridad, vigilancia y control del túnel de La Avanzada:

- Canalización de comunicaciones y baja tensión en el interior del túnel.
- Canalización de comunicaciones y baja tensión en el exterior del túnel.
- Canalización troncal existente para la interconexión con el Centro de Control MKZ de Malmasín.

8.2 Canalización de comunicaciones y baja tensión para la interconexión de los equipos de interior de túnel

Los criterios para la disposición de la canalización de comunicaciones y baja tensión en el túnel de La Avanzada serán los siguientes:

- La interconexión (energía y comunicaciones) de los equipos de seguridad, vigilancia y control, se realizará a través de las dos (2) bandejas de energía y comunicaciones instaladas en el interior de túnel (400 mm de ancho) y en las galerías (200 mm de ancho). Las bandejas utilizadas serán metálicas de acero inoxidable tipo “Rejiband” o similar clasificado como material M0 (material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo) que aseguran un comportamiento óptimo frente al fuego, que es la situación más crítica que puede presentarse en un túnel, y sobre todo en comparación a la alternativa de bandejas de material plástico.
- Se prevé canalización en cruces de calzada en las bocas del túnel, la canalización estará compuesta de 8 tubos de PEAD de Ø50 mm en Base-2 para cableado de comunicaciones y 6 tubos de PEAD de Ø110 mm en Base-2 para cableado de baja tensión.

8.3 Canalización de comunicaciones y baja tensión para la interconexión de los equipos de exterior del túnel

En el exterior del túnel de La Avanzada se dispondrá una canalización de comunicaciones y baja tensión secundaria para el cableado de comunicaciones, control y alimentación de todas las instalaciones telemáticas y sistemas de control que se ubicarán en los accesos al túnel.

Esta canalización se llevará a cabo mediante 2 tubos de PEAD de Ø110 mm para baja tensión y 2 tubos de PEAD de Ø50 mm para comunicaciones.

Se dispondrán arquetas de dimensiones 0,6 x 0,6 x 0,80 m (largo x ancho x profundidad) localizadas en los puntos donde se instalarán los equipos telemáticos y sistemas de control, y en aquellos puntos para cumplir que la distancia de separación de arquetas no sea mayor de 100 m.

8.4 Canalización troncal existente para la interconexión con el Centro de Control MKZ de Malmasín

La interconexión entre el Centro de Transformación-02 del túnel de La Avanzada y el Centro de Control MKZ de Malmasín se realizará a través de un doble enlace de fibra óptica (cable de 32 fibras ópticas) que se dispondrán en la canalización troncal existente que discurre a través de la Red de Alta Capacidad.