



# Metro

SISTEMA DE  
TELECOMUNICACIONES DE LA  
PRIMERA LÍNEA DE METRO DE  
QUITO

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA METRO DE QUITO

GERENCIA DE EQUIPOS E INSTALACIONES

DESCRIPCIÓN DE TELECOMUNICACIONES

GEI\_OM\_DT\_TEL\_V1

Quito, 10 de julio de 2020

METRO

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>2</b>
<b>1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TELECOMUNICACIONES .....</b>	<b>6</b>
1.1. SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	6
1.1.1. Descripción General .....	6
1.1.2. Red de Comunicaciones .....	6
1.1.2.1. Red de Comunicaciones IP .....	7
1.1.2.2. Sistemas de Gestión .....	9
1.1.2.3. Cable de Fibra Óptica.....	10
1.1.2.4. Cableado en el interior de las estaciones .....	12
1.1.2.5. Distribuidor de fibra óptica.....	14
1.1.2.6. Documentación de la fibra óptica .....	15
1.1.2.7. Sistema de Red de comunicaciones en Depósito de Quitumbe.....	16
1.1.3. Red de acceso de estación .....	17
1.1.3.1. Red Ethernet en estaciones .....	17
1.1.3.2. Red Ethernet en Depósito .....	18
1.1.3.3. Red Inalámbrica Wi-Fi para Descarga de Datos.....	19
1.1.4. Sistema de Telefonía.....	20
1.1.5. Sistema de radiotelefonía TETRA.....	22
1.1.5.1. Descripción general del sistema. ....	22
1.1.6. Arquitectura general .....	24
1.1.7. Infraestructura de conmutación y gestión .....	25
1.1.7.1. Red de Acceso Radio TETRA.....	25
1.1.7.2. Componentes del sistema.....	25
1.1.7.3. Red de transporte.....	26
1.1.7.4. Integración de aplicaciones.....	26
1.1.7.5. Desarrollo de aplicaciones de datos en TETRA .....	26
1.1.8. Sistema de información al viajero .....	28
1.1.8.1. Equipamiento de estación .....	29
1.1.8.2. Equipamiento en el Puesto de Control Central .....	29
1.1.8.3. Descripción de los equipos.....	30
1.1.9. Sistema de cronometría .....	31
1.2. PUESTO DE CONTROL CENTRAL (PCC) .....	32
1.2.1. Descripción General .....	32
1.2.2. Instalaciones auxiliares .....	32
1.2.2.1. Energía Eléctrica .....	32

1.2.2.2.	Climatización .....	33
1.2.2.3.	Control de Accesos y Seguridad .....	34
1.2.2.4.	Protección Contra Incendios .....	34
1.2.2.5.	Puesto de Gestión integrado de instalaciones auxiliares.....	34
1.2.2.6.	Red de área local del centro PCC .....	35
1.2.3.	Equipamiento hardware y software del SCC .....	35
1.2.3.1.	Descripción funcional .....	35
1.2.3.2.	Puestos de operador .....	37
1.2.3.3.	Arquitectura del sistema .....	37
1.2.4.	Equipamiento de la sala de control del PCC.....	37
1.2.4.1.	Puestos de operador .....	38
1.2.4.2.	Videowall .....	38
1.2.5.	Sistemas auxiliares de operación del PCC .....	39
1.2.5.1.	Sistema de audio centralizado .....	39
1.2.5.1.1.	Descripción de los componentes del sistema de audio centralizado..	39
1.2.5.1.2.	Descripción de los servicios.....	40
1.2.5.2.	Sistema de grabación de conversaciones.....	40
1.2.5.3.	Plataforma central de monitorización .....	41
1.2.5.4.	Sistemas centralizados de gestión de la información .....	41
1.2.6.	Características generales de los puestos de control del PCC .....	41
1.2.6.1.	Puesto de Control de Trenes.....	41
1.2.6.2.	Puesto de Control de Energía .....	42
1.2.6.3.	Puesto de Control de Instalaciones.....	43
1.2.6.4.	Puesto de Supervisión.....	44
1.2.6.5.	Puesto de Mantenimiento.....	44
1.2.6.6.	Puestos Auxiliares .....	45
1.2.7.	Integración de sistemas en el PCC .....	46
1.2.7.1.	Integración de las aplicaciones en los puestos de operador .....	46
1.2.7.2.	Integración entre sistemas .....	47
1.2.7.3.	Integración final y pruebas completas de operación desde el PCC .....	47
1.3.	CONTROL DE ESTACIONES.....	48
1.3.1.	Descripción General .....	48
1.3.2.	Sistema de Control de Estaciones (SCE) .....	49
1.3.2.1.	Arquitectura de control .....	50
1.3.2.2.	Funcionalidad del Sistema .....	51
1.3.2.2.1.	A nivel de Estación.....	51

1.3.2.2.2.	Funcionalidad a nivel de Puesto de Control Central (PCC).....	52
1.3.2.3.	Equipamiento Hardware a nivel de Puesto de Control Central (PCC).....	54
1.3.3.	Sistema de cancelas .....	55
1.3.3.1.	Puertas cancelas .....	55
1.3.3.2.	Sistema de control de cancelas .....	55
1.3.3.3.	Pulsador de emergencia.....	55
1.3.3.4.	Instalación eléctrica .....	56
1.3.3.5.	Integración con el Sistema de Control de la Estación.....	56
1.3.4.	Sistema de comunicaciones asociados al control de estación .....	57
1.3.4.1.	Sistema de CCTV.....	57
1.3.4.2.	Sistema de Megafonía.....	58
1.3.4.3.	Sistema de Interfonía .....	59
1.3.5.	Sistema de control de accesos y antiintrusión .....	60
1.3.5.1.	Sistema de control de accesos .....	60
1.3.5.2.	Sistema de control antiintrusión .....	61
1.3.6.	Equipamiento de cuartos.....	62
1.3.6.1.	Equipamiento de Cuarto de Comunicaciones.....	62
1.3.6.2.	Equipamiento del cuarto de PCL.....	63
1.3.6.3.	Equipamiento del PCL (Taquilla).....	63
1.3.7.	Sistema de alimentación eléctrica.....	64
1.3.7.1.	Armario de distribución de energía para Cuarto de Equipos de Vestíbulo .	65
1.3.8.	Equipamiento auxiliar .....	66
1.3.8.1.	Equipamiento de climatización .....	66
1.3.8.2.	Suelo técnico y armarios para equipos .....	66
1.3.9.	Sistema de seguridad perimetral deposito Quitumbe .....	67
1.4.	RUBROS DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES.....	69
1.4.1.	Rubros de Comunicaciones .....	69
1.4.2.	Puesto de Control Central (PCC).....	75
1.4.3.	Rubro de Control de Estaciones .....	78

## Lista de Figuras

Figura 1: Diseño de Red Jerárquico.....	7
Figura 2: Red de Comunicaciones.....	8
Figura 3: Cableado de Fibra Óptica en túnel.....	10
Figura 4: Posición en percha en túnel.....	11
Figura 5: Distribución de Tendido de Fibra por hastial.....	11
Figura 6: Red de Distribución.....	12
Figura 7: Red de Estación.....	18
Figura 8: Arquitectura de Red – Estación Solanda.....	19
Figura 9: Sistema de Telefonía.....	22
Figura 10: Sistema TETRA.....	27
Figura 11: Topología Tipo Estación.....	30
Figura 12: Arquitectura Sistema de Cronometría.....	31
Figura 13: Videowall PCC.....	38
Figura 14: Interfaz Sistema SCADA.....	52
Figura 15: Conexión CCTV en Estación Tipo.....	58
Figura 16: Componentes Sistema de Megafonía.....	59
Figura 17: Diagrama Básico de Sistema de Interfonía en Estación.....	60
Figura 18: Sistema Anti.intrusión.....	61

## Lista de Tablas

Tabla 1: Rubros del Subsistema de Comunicaciones.....	74
Tabla 2: Rubros del Subsistema de Puesto de Control Central.....	78
Tabla 3: Rubros del Subsistema de Control de Estaciones.....	83

## **1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TELECOMUNICACIONES**

### **1.1. SISTEMA DE COMUNICACIONES**

#### **1.1.1. Descripción General**

Dentro del alcance del presente proyecto se incluyen los siguientes sistemas:

- Red de Comunicaciones.
- Red Ethernet de Estación.
- Sistema de Telefonía y Telefonía de Explotación.
- Sistema de Radiotelefonía TETRA.
- Sistema de Información al Viajero.
- Equipamiento del Cuarto de Comunicaciones (CC).
- Sistema de alimentación eléctrica.
- Equipamiento auxiliar.

#### **1.1.2. Red de Comunicaciones**

La Red de Comunicaciones proporciona la infraestructura básica necesaria para la interconexión de los diferentes elementos y, evidentemente, su fiabilidad tiene una implicación directa en la disponibilidad del resto de los sistemas, por ello el criterio básico de diseño para la red de comunicaciones ha de ser la fiabilidad y garantía de disponibilidad.

El diseño de la Red de Comunicaciones ha de hacerse teniendo en cuenta las características de los servicios a prestar y los flujos de datos previstos.

Desde el punto de vista de naturaleza de los datos a transmitir, en el caso de METRO DE QUITO existirán servicios basados en comunicaciones IP. Dentro de esta categoría, se incluyen la mayoría de los servicios previstos:

- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)
- Telefonía
- Interfonía
- Megafonía
- Control de Estaciones
- Telemando de Subestaciones de Energía
- Señalización y ATS (Automatic Train System)
- Radiotelefonía TETRA

Tal y como se ha comentado, el principal criterio de diseño para las Redes de Comunicaciones en METRO DE QUITO, ha de ser la disponibilidad de los servicios, teniendo muy en cuenta su nivel de criticidad para la explotación ferroviaria.

Para poder prestar el servicio básico a los usuarios, es decir, mantener los trenes en funcionamiento hay 2 servicios imprescindibles, que son:

- Señalización y ATS
- Radiotelefonía TETRA

La no disponibilidad de ambos servicios en un momento dado, obliga a parar los trenes por motivos de seguridad hasta establecer el bloqueo telefónico.

La solución propuesta prevé la utilización de una red de transporte multiservicio unificada como plataforma de comunicaciones: la Red de Comunicaciones IP, basada en tecnología Gigabit Ethernet, donde se conectarán todos los sistemas basados en servicios IP.

#### 1.1.2.1. Red de Comunicaciones IP

La arquitectura básica de la Red de Comunicaciones IP presenta una arquitectura compuesta esencialmente por tres niveles jerárquicos:

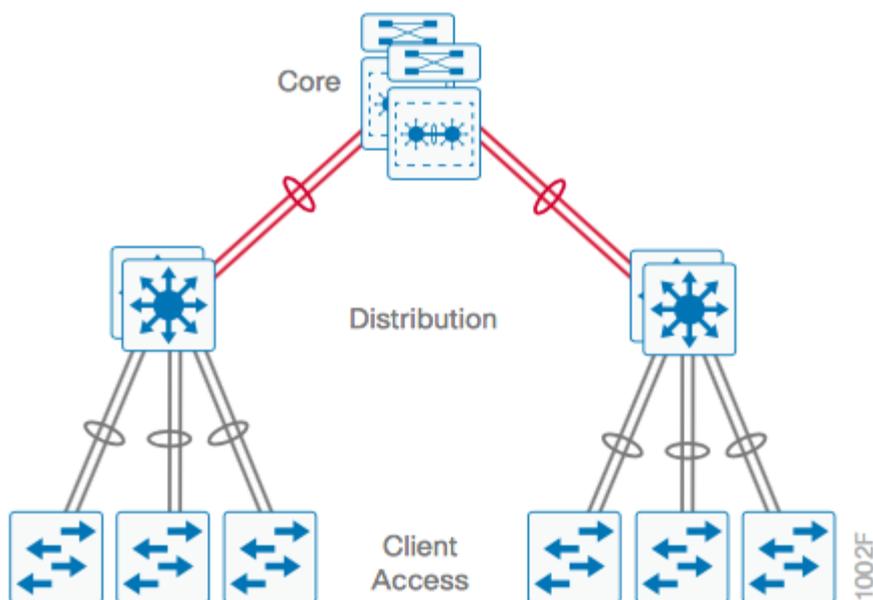


Figura 1: Diseño de Red Jerárquico

- **Red Troncal o CORE.** Se entiende al conjunto de Nodos Troncales, que son equipos de red de alta capacidad y que se interconectan con múltiples equipos de la red de distribución, para aumentar la disponibilidad, con el objetivo de integrar las señales procedentes de los equipos finales ubicados en las estaciones.
- **Red de Distribución.** Se entiende al conjunto de Nodos de Distribución, que son equipos modulares, con una amplia capacidad de crecimiento y que cuentan con doble fuente de alimentación y la posibilidad de instalar una doble tarjeta procesadora para mejorar su fiabilidad.
- **Red de acceso.** Se entiende al conjunto de Nodos de Acceso, los cuales cuentan con dos enlaces GigaBit Ethernet, sobre fibra óptica monomodo, con dos nodos diferentes de rango superior, correspondiente a la capa de distribución. Estos nodos permitirán gestionar tráfico a nivel 3, incluyendo protocolos de enrutamiento dinámico.

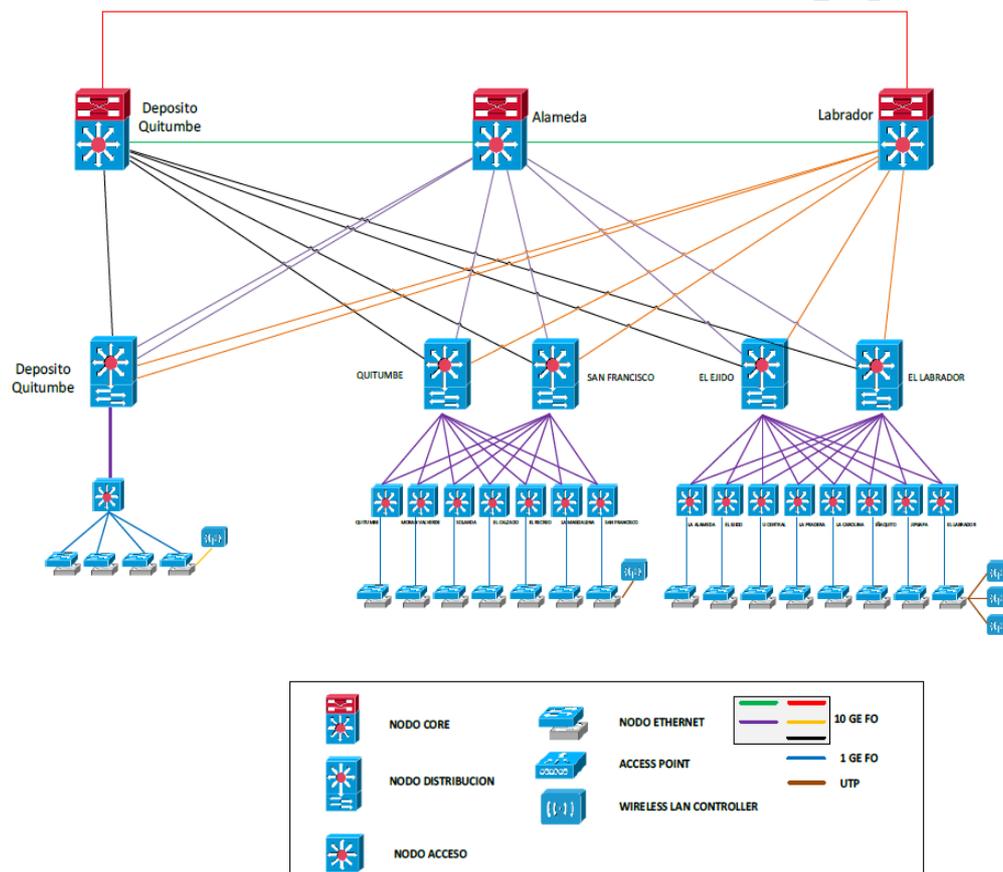


Figura 2: Red de Comunicaciones

### 1.1.2.2. *Sistemas de Gestión*

Para poder garantizar la disponibilidad de los sistemas, es fundamental poder contar en tiempo real con información veraz de la situación de los diferentes equipos y subsistemas y contar con herramientas de gestión de configuración que permitan en remoto realizar cualquier modificación.

La Plataforma de Sistemas Gestión de Red propuesta se basa en la integración de diferentes elementos, para conseguir el más alto nivel de control sobre los sistemas y servicios instalados, en concreto está formada por:

- Gestor de Alarmas y Eventos SNMP de propósito general
- Gestores de Configuraciones específicos para cada elemento
- Sistemas de Monitorización de estado y de tráfico
- Sistema de Gestión de Calidad de Servicio
- Sistema de Gestión de Incidencias

La utilización de un gestor SNMP de propósito general permite realizar el control no sólo de los equipos de comunicaciones, sino también de cualquier otro dispositivo compatible con el estándar SNMP (equipamiento de CCTV, equipos de megafonía, SAIs, etc).

Integrados con esta plataforma de propósito general, se implantarán las aplicaciones de gestión específicas de los diferentes fabricantes del equipamiento de comunicaciones (Gestores de Configuración), para proporcionar mayores capacidades de gestión.

Los sistemas de gestión de equipamiento se acompañarán de Sistemas de Monitorización y Control de Tráfico y de enlaces que permitirán una mejor gestión de la información y un rápido diagnóstico de posibles incidencias.

Todos estos sistemas deberán acompañarse de unos planes de Operación y Mantenimiento de la Red que permitan:

- Detección y resolución rápida de incidencias a través de procedimientos de reparación.
- Reducción del número de incidencias, mediante procedimientos mantenimiento preventivo y predictivo.
- Gestión de Configuraciones.

Apoyándose en una herramienta de Gestión de Incidencias versátil y definida específicamente para las características de una explotación ferroviaria.

### 1.1.2.3. Cable de Fibra Óptica

En este Proyecto se tenderán los siguientes tipos de cables de fibra óptica:

- Cable de línea. Incluye dos (2) cables 64 fibras ópticas monomodo, tendidos uno por cada hastial del túnel de toda la línea, con entrada y salida en los cuartos de comunicaciones de cada una de las estaciones y depósito. En el proyecto se prevé un número de conectores suficiente. La conectorización del cable deberá permitir unir los diferentes elementos de la red troncal según se indica en el plano que se incluye en el documento de planos. El número de fibras soldadas y/o conectorizadas queda reflejado en las mediciones.
- Cable de estación. Incluye un cable de 8 fibras ópticas multimodo desde los repartidores ópticos de los cuartos de comunicaciones hasta una serie de dependencias remotas de estación (vestíbulos, etc.). En las estaciones que dispongan de subestación se incluye un cable de fibra óptica mixto de (8 FO multimodo + 8 FO monomodo) y en las que dispongan de enclavamiento un cable de fibra óptica mixto (16 FO multimodo + 16 FO monomodo), desde los repartidores ópticos de los cuartos de comunicaciones hasta las subestaciones y/o enclavamientos correspondientes.

En el siguiente esquema se incluye la distribución de cableado de fibra óptica.

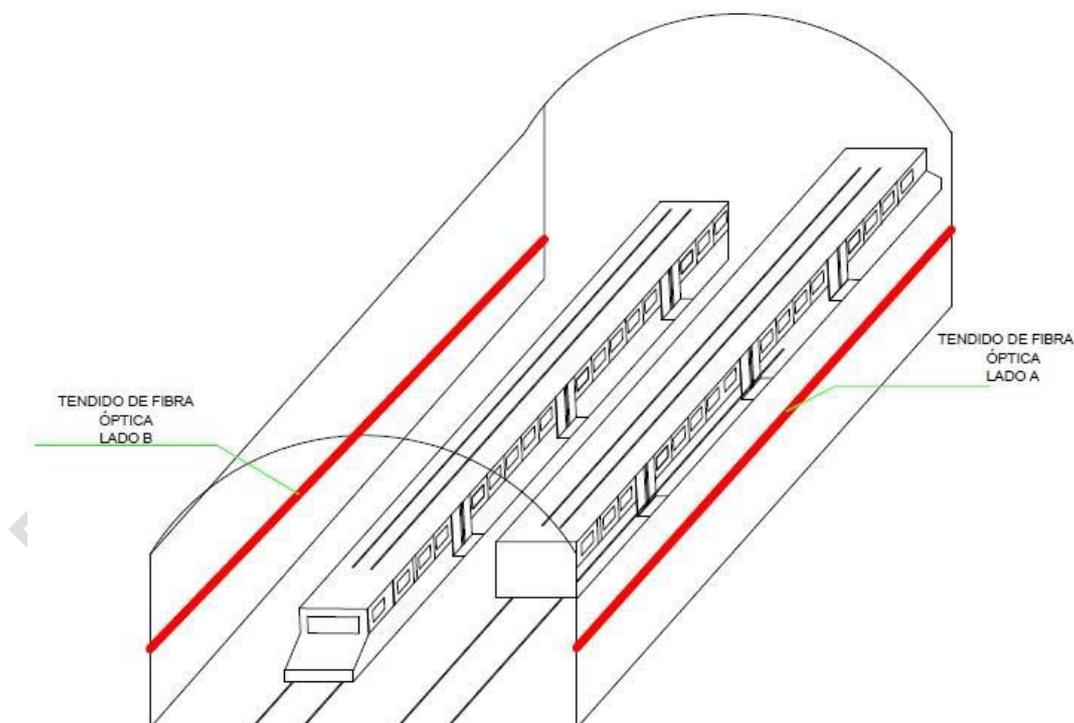


Figura 3: Cableado de Fibra Óptica en túnel

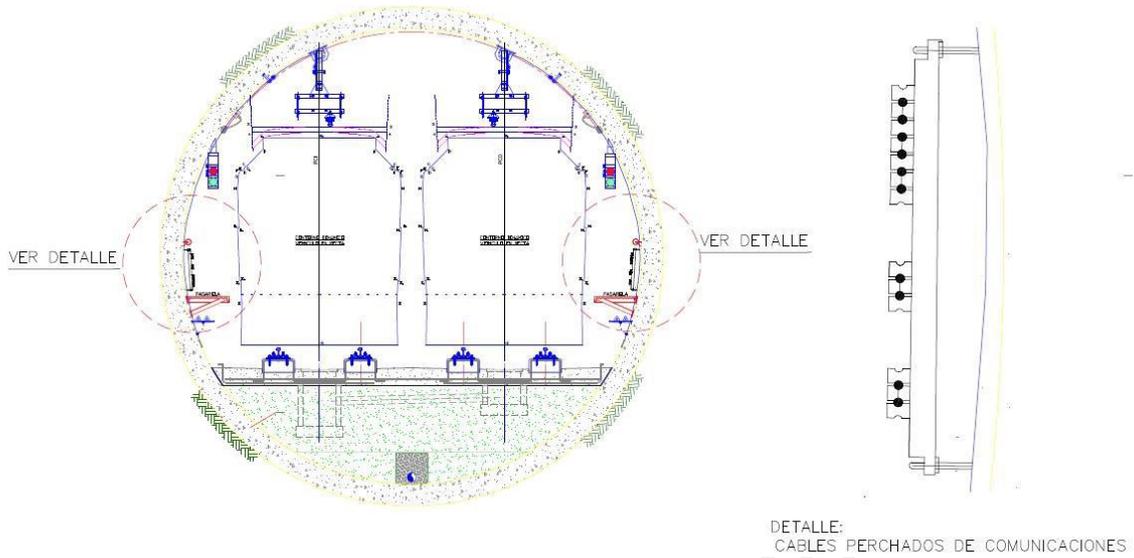


Figura 4: Posición en percha en túnel

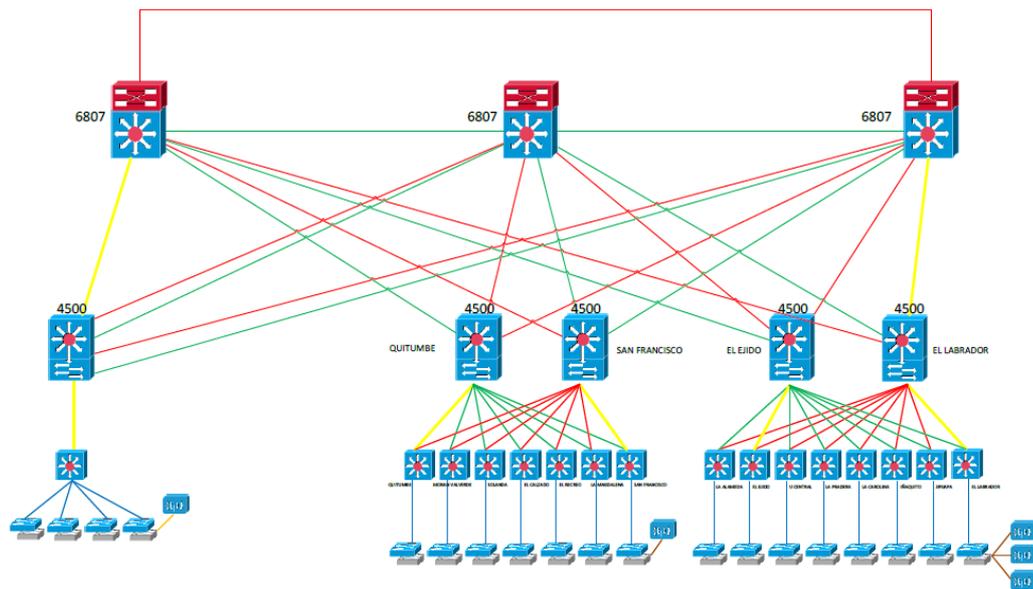


Figura 5: Distribución de Tendido de Fibra por hastial

### 1.1.2.4. Cableado en el interior de las estaciones

Todos los servicios y funcionalidades en los que se requieran comunicaciones en el ámbito de la estación se centralizan, por lo que existe la necesidad de una red de telecomunicaciones potente y jerarquizada que facilite el acceso y la centralización de todos los servicios presentes y futuros que haya en una estación. El Cuarto de Comunicaciones se configura como el centro neurálgico de donde parte y a donde llegan todos los cables de comunicaciones asociados a la línea y a la estación. A continuación, se adjunta una arquitectura conceptual del cableado de las estaciones.

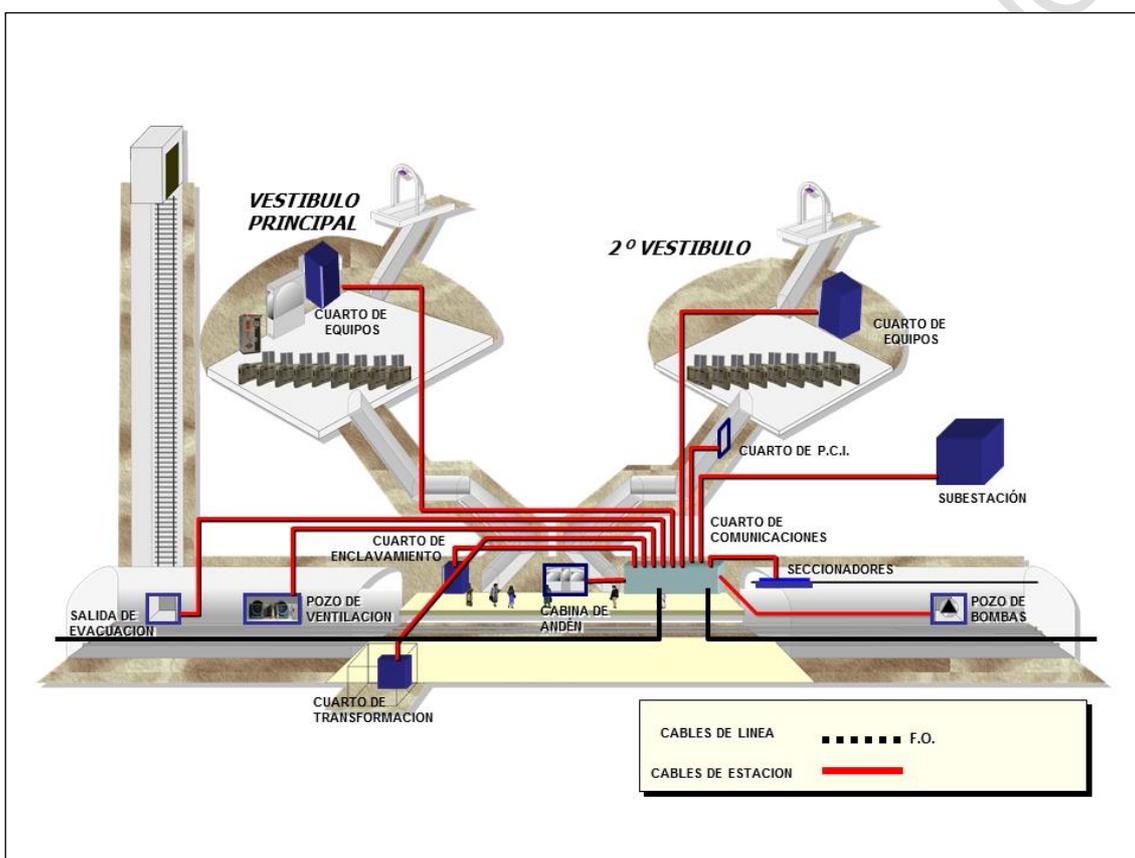


Figura 6: Red de Distribución

Todo el cableado de estación, centralizado en el Cuarto de Comunicaciones, deberá seguir la filosofía de los sistemas de cableado estructurado, de forma que los diferentes elementos que lo componen cumplan las normativas correspondientes, tanto a nivel de materiales como de conexión. De este modo podremos asegurar enlaces físicos con unas características que permitan la comunicación fiable entre los diferentes equipos o sistemas, así como soportar el crecimiento (en velocidad y ancho de banda) que exige la rápida evolución de los sistemas de telecomunicaciones.

De esta forma, se pretende dotar a las estaciones de METRO DE QUITO de una infraestructura que permita distribuir los diferentes servicios de telecomunicaciones necesarios (voz y datos), y que además nos permita, en un futuro, integrar otros servicios sin necesidad de reestructurar el cableado. Por ello, se utilizarán materiales que nos permitan el mayor ancho de banda posible.

Las funcionalidades que aporta un sistema de cableado estructurado son:

- **Precableado.** Se dota a las estaciones de una infraestructura organizativa y física, que evita problemas de reinstalaciones posteriores.
- **Modularidad.** La estructura de un cableado estructurado se basa en una topología en estrella jerarquizada, definiendo una serie de subsistemas dependientes del principal, disponiendo cada uno de ellos de su propio centro de administración independiente.
- **Transparencia.** Los distintos sistemas y fabricantes pueden ser interconectados entre sí de forma totalmente compatible a nivel físico.
- **Protección EMC.** El nivel de inmunidad frente a interferencias electromagnéticas constituye un factor clave de calidad en ambientes ruidosos como el que se da en una explotación ferroviaria
- **Concentración de medios de transmisión.** La base la constituyen cables de pares trenzados y fibra óptica, agrupados en armarios dentro del Cuarto de Comunicaciones.

Siguiendo la filosofía de los sistemas de cableado estructurado, hay que distinguir cuatro subsistemas, que son:

- Subsistema de campo.
- Subsistema vertical.
- Subsistema horizontal.
- Subsistema de usuario.

El **subsistema de campo** está formado exclusivamente por la fibra óptica que enlaza las diferentes estaciones.

Los **subsistemas vertical y horizontal** son internos para cada estación, y por tanto, serán los que se definirán en este apartado.

El **subsistema de usuario** es el latiguillo de conexión entre el equipo terminal y la roseta instalada. Este subsistema queda definido en el apartado correspondiente a cada sistema de comunicaciones en concreto.

Como centros o cuartos donde debe haber servicio telefónico y captación de señales o datos, están las siguientes dependencias (algunas instalaciones que se mencionan no existen en todas las estaciones):

- Cuarto de comunicaciones.
- Cuarto de Equipos del Puesto de Control Local (C.E/PCL).
- Cuarto de Baja Tensión / Centro de Transformación.

- Cuarto de enclavamiento.
- Cuarto de protección contra incendios (PCI).
- Armario de seccionadores de línea aérea.
- Subestación eléctrica (S/E).
- Pozo de ventilación.
- Pozo de bombas.
- Salidas de emergencia.

Tanto para los servicios de voz como para los de datos, se instalará una red de área local basada en tecnología Ethernet, por lo que se tenderá un sistema de cableado estructurado por la estación.

Dado que las distancias entre cuartos superan, en algunos casos, las distancias establecidas por la norma para el cableado estructurado en cobre, para establecer comunicación Ethernet con el resto de cuartos y dependencias se utilizará fibra óptica multimodo que requerirá el uso de un conversor de medios en el extremo del cable de la ubicación donde se desee dar el servicio final.

Por lo tanto, se instalará un cable de 8 fibras ópticas multimodo desde el repartidor óptico del cuarto de comunicaciones a las demás dependencias afectadas (C.E/PCL, Cuarto de Transformación, Pozo de Ventilación, seccionadores de línea, salidas de emergencia y pozos de bombeo).

Un caso especial es la comunicación con las subestaciones y enclavamientos ya que, en las primeras, además de las 8 FO multimodo, se necesitarán otras 8 FO monomodo para los sistemas de arrastre entre subestaciones, por lo que se instalarán cables mixtos de 8 + 8 FO multimodo/monomodo. Para la comunicación entre enclavamientos, se instalarán cables mixtos de 16 + 16 FO.

El cableado dentro de la estación para todos los sistemas irá por canalizaciones existentes o fijado a paramentos acorde con la decoración de la estación. Para el cableado entre plantas se utilizarán calos a través de la cámara bufa. Para el cableado entre andenes se utilizarán los pasos de vía. Para ello los pasos de vía cercanos a los piñones de los andenes deberán contar con tubos para el paso de cables, hasta la canaleta perimetral más cercana.

#### *1.1.2.5. Distribuidor de fibra óptica*

En cada estación existirán unos armarios repartidores para los cables de fibra óptica.

Se trata de un armario específico para los cables de fibra óptica monomodo, que recoge y da continuidad o conectoriza los cables de fibra óptica de línea anteriormente definidos. Es un elemento donde se unen por fusión las fibras ópticas, para darles continuidad, o segregarlas para conectarlas a los equipos de la estación.

En el Cuarto de Comunicaciones se instalará un armario según PPTP para alojar los dos cables de 64 fibras ópticas, con organizador de tubos y latiguillos. Para las fibras multimodo se dispondrá de bandejas exclusivas en un armario independiente.

Se instalarán bandejas en el armario de comunicaciones, en el Cuarto de Equipos del Puesto de Control Local (C.E/PCL), el Cuarto de Baja Tensión/Centro de Transformación, en el Cuarto de Enclavamientos y en la Subestación Eléctrica. En el resto de dependencias de las estaciones se colocarán cajas de distribución murales.

En la Subestación Eléctrica se instalará un armario con dos (2) bandejas, una para fibras monomodo y otra para multimodo, con su correspondiente etiquetado e identificación.

En el Cuarto de Enclavamientos se instalará un armario con (3) bandejas, dos para fibras monomodo y otra para multimodo, con su correspondiente etiquetado e identificación.

#### 1.1.2.6. Documentación de la fibra óptica

El sistema incorporará un módulo de Documentación Avanzada de Red, documentándose los siguientes componentes de red en un alto nivel de detalle:

- Rutas esquemáticas.
- Ubicación y detalle de conexión de los repartidores.
  - Ubicación de las cajas de empalme con información de los empalmes.
- Cocas.
- Información de los cables y bobinas instaladas.
  - Distancias.
  - Tipo de Fibra óptica.
  - Instalación física del cable incluyendo conductos, galerías y apoyos.
- Información de clientes., en caso de que se utilicen para este fin.
- Información de los equipos de transmisión conectados en cada sitio de la red.

De este modo se obtendrán los siguientes beneficios:

- Mantenimiento de una única base de datos de documentación.
- Actualización automática e instantánea de los cambios realizados en el sistema de documentación sobre el sistema de supervisión.
- Integración de la información geográfica por medio de las trazas ópticas adquiridas.
- Incremento del impacto de la inversión sobre la documentación electrónica al añadirle los datos de las prestaciones de la red en tiempo real.
- Reducir los costes de operación por mantener una única base de datos.

Además, incluirá la documentación relativa al tendido de cable de fibra óptica multimodo por cada estación.

#### *1.1.2.7. Sistema de Red de comunicaciones en Depósito de Quitumbe*

Dentro del depósito, todo el tráfico a transmitir está basado en comunicaciones IP.

Los servicios básicos a transportar serán:

- Telefonía.
- Megafonía.
- Red de datos.
- Videovigilancia y seguridad perimetral.

Toda la Red de Comunicaciones IP del depósito será coherente con la red de la línea y, por tanto, se basará, en tecnología Gigabit Ethernet y dará servicio tanto al Puesto de Control Central (PCC) como al resto de ubicaciones del depósito.

Se prevé la implementación en el recinto del depósito de una infraestructura similar a las previstas para las estaciones (con la misma topología) aunque con equipamiento dimensionado a las necesidades de servicio de esta ubicación.

En el Puesto de Control Central (PCC) se instalará 1 de los 2 Nodos Troncales de alta capacidad, que integrarán las señales procedentes del depósito y de las estaciones, a la vez que proporcionará la infraestructura de Red de Área Local (LAN) del PCC. Estos nodos son de alta disponibilidad y se han configurado para que tengan una estructura redundante. Habitualmente trabajarán en balanceo de carga. La conexión de estos nodos se realizará por los dos cables de fibra óptica existentes. En estos equipos, aunque no contemplado en el presente proyecto, se recomienda instalar los módulos de servicio que realicen funciones de Firewall para securizar las conexiones a Internet con las Operadoras públicas de Telecomunicaciones.

Para el resto de las ubicaciones se definirá una estructura similar a la de las estaciones. Se instalarán conmutadores Ethernet conectados mediante fibra óptica multimodo con enlaces 1000BaseSX.

Al igual que ocurre en la estructura prevista para las estaciones, el equipamiento principal que proveerá las comunicaciones del depósito contará con la posibilidad de gestionar tráfico a Nivel 3, mientras que los de Acceso Ethernet del resto de las ubicaciones sólo contarán con capacidad de gestión de tráfico a Nivel 2.

En el depósito se instalarán los nodos de red Ethernet necesarios para formar una Red de Área Local; éstos serán necesarios para interconectar entre sí los equipos finales existentes en el recinto y con los servidores del PCC. A su vez permitirá la conexión con otros dispositivos ubicados a lo largo de la línea. Para ello, los nodos de

acceso de depósito contarán con el número de puertos necesarios 10/100BaseT y 10/100/1000BaseT.

Todo el equipamiento de comunicaciones del depósito deberá ser gestionable y se integrará en el mismo sistema de gestión que el equipamiento del resto de la línea.

### **1.1.3. Red de acceso de estación**

#### *1.1.3.1. Red Ethernet en estaciones*

A lo largo de toda la estación, se instalarán diferentes elementos que necesiten comunicarse entre sí, o acceder al Puesto de Control Central, la interconexión de estos elementos se realizará a través del protocolo TCP/IP, empleando la Red Ethernet de Estación.

Para ello, se dotará de nodos de Red Ethernet de Estación en el Cuarto de Control de Instalaciones de cada estación.

Este nodo de Red Ethernet de Estación, para garantizar el acceso a los diferentes servicios de METRO DE QUITO se interconectará con el Nodo de Acceso de la Estación. La interconexión entre ambos equipos, por razones de distancia e inmunidad a las interferencias radioeléctricas, se realizará empleando fibra óptica multimodo.

El Nodo de Red Ethernet empleado deberá contar con 24 interfaces 10/100/1000BaseT sobre par trenzado y 2 interfaces Gigabit Ethernet (GE) sobre fibra óptica multimodo.

La Red Ethernet de Estación incluye:

- **Nodos de Acceso** a instalar en los diferentes cuartos técnicos. En el presente proyecto se prevé la instalación de nodos Ethernet en el cuarto de control de Instalaciones de cada estación, en el cuarto de transformación de cada estación, en cada enclavamiento y en el cuarto de comunicaciones.
- **Cableados de Fibra Óptica** necesarios para la interconexión de los Nodos de Red Ethernet de Estación con el Nodo de Acceso a la Red Multiservicio.
- **Cableados de par trenzado (cableado estructurado)** necesario para la interconexión de los diferentes elementos que se necesiten a los Nodos de Red (incluye paneles de distribución y conectorización).

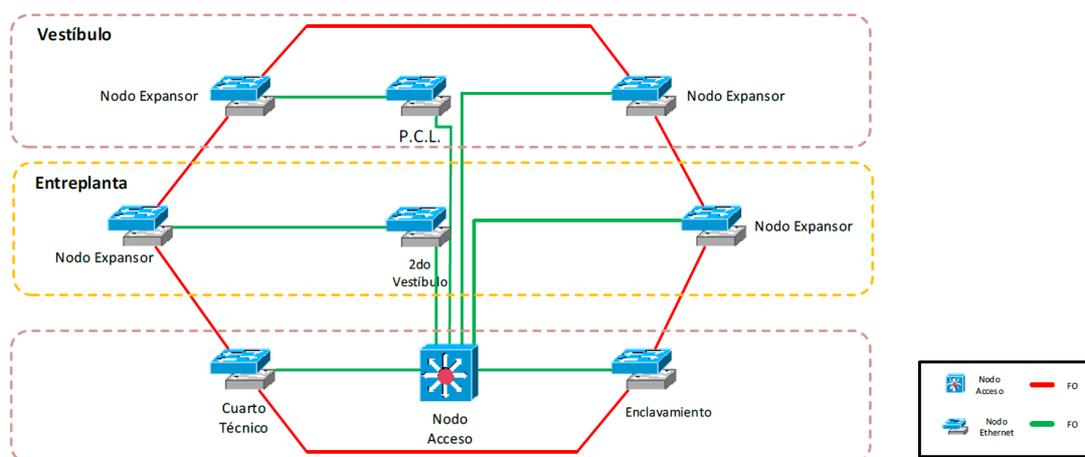


Figura 7: Red de Estación

### 1.1.3.2. Red Ethernet en Depósito

A lo largo de todo el depósito, se instalarán diferentes elementos que necesiten comunicarse entre sí, o acceder a los Puestos de Control, la interconexión de estos elementos se realizará preferentemente a través del protocolo TCP/IP, empleando la Red Ethernet. Para ello se dotará de Nodos de Red Ethernet de Depósito.

Este nodo de Red Ethernet de Depósito, para garantizar el acceso a los diferentes servicios de Metro de Quito se interconectará con los Nodos Troncales del PCC. La interconexión entre ambos equipos, por razones de distancia e inmunidad a las interferencias radioeléctricas, se realizará empleando fibra óptica multimodo.

El Nodo de Red Ethernet empleado deberá contar con 24 interfaces puertos 10/100 con PoE, sobre par trenzado y 2 interfaces GE sobre fibra óptica multimodo.

La Red Ethernet de Depósito incluye:

- **Nodos de Acceso** a instalar en las diferentes áreas, oficinas y cuartos técnicos. En el presente Proyecto se prevé la instalación de nodos Ethernet en el edificio de oficinas, en la zona de acceso al recinto, zona de torno, zona de compresores, zona de cabinas y zona de racks de video.
- **Cableados de Fibra Óptica** necesarios para la interconexión de los Nodos de Red Ethernet de Depósito con los Nodos de distribución del PCC.
- **Cableados de par trenzado (cableado estructurado)** necesario para la interconexión de los diferentes elementos a los Nodos de Red (incluye paneles de distribución y conectorización).

### 1.1.3.3. Red Inalámbrica Wi-Fi para Descarga de Datos

En ciertos cuartos de las estaciones de Quitumbe y El Labrador, se prevé la utilización de infraestructura de comunicación IP inalámbrica que posibilitará el volcado de datos de los equipos portátiles de Inspección utilizados por el personal de la explotación en las intervenciones de línea.

Dentro del alcance de este proyecto, se incluirá todo el equipamiento necesario para dotar a dichos cuartos de red de comunicación Wireless LAN:

- Suministro e instalación de las Estaciones Base necesarias para garantizar la cobertura prevista.
- Suministro y tendido de los cableados necesarios para la interconexión de las Estaciones Base con la Red de comunicaciones IP.
- Suministro e instalación de los Sistemas de Seguridad descritos a continuación.
- Configuración y puesta en marcha de todo el equipamiento suministrado, incluyendo las modificaciones de configuración necesarias en los equipos.

La Red Inalámbrica de Estación proporciona la infraestructura básica de comunicaciones Wireless LAN necesaria para poder habilitar comunicaciones seguras y gestionables a nivel IP entre los dispositivos móviles y el resto del equipamiento accesible desde la Red de comunicaciones IP.

Se plantea una infraestructura integrada por 2 sistemas funcionales:

- Sistema de Acceso.
- Sistema de Seguridad.

A continuación, se adjunta una topología con la arquitectura general.

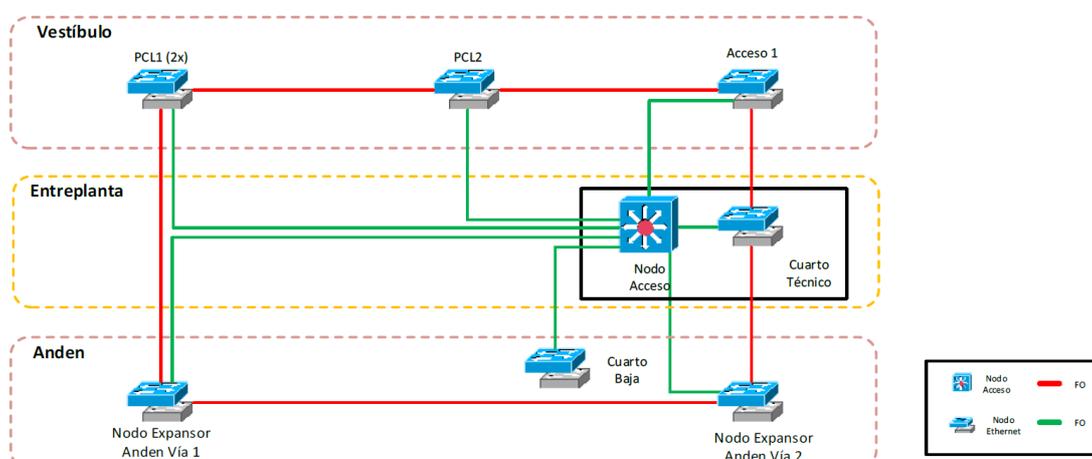


Figura 8: Arquitectura de Red – Estación Solanda

#### **1.1.4. Sistema de Telefonía**

La Solución de Telefonía propuesta permite implementar un sistema de telefonía basado en tecnologías de Voz Sobre IP (VoIP) con todas las características de una red de PABX clásicas de gama alta.

El sistema se basa en el empleo de un servidor central, o Centralita IP, que proporciona las facilidades de conmutación de llamadas y servicios avanzados (servicios Centrex), es decir, todas las capacidades de una PABX habitual, pero con las ventajas de las soluciones de VoIP.

Las principales ventajas de la solución VoIP propuesta, frente a las PABX tradicionales, son las siguientes:

- Todas las comunicaciones se realizan por protocolo TCP/IP a través de la red Ethernet existente, por lo que no es necesario implementar un nuevo entorno red de comunicaciones (no hace falta duplicar cableados, ni emplear fibras adicionales entre estaciones).
- Se reduce el número de Centralitas necesarias, ya que no existen limitaciones físicas en cuanto a distancia. Para los sistemas de VoIP sólo es necesario que el terminal este accesible vía IP, independientemente de su ubicación física, por lo que una única Centralita IP es capaz de gestionar los terminales telefónicos que sean necesarios independientemente de donde este instalados.
- Toda la plataforma está basada en estándares internacionales, no dependientes del fabricante, salvo los servicios avanzados.
- Permite implementar sistemas redundantes y de alta disponibilidad
- Gestión simplificada, a través de interfaz web.
- Al estar basada la gestión del sistema en plataformas software es muy sencilla su integración con otras aplicaciones.

La interconexión con otras redes de telefonía externas (operadores públicos, red de Radiotelefonía, etc) se realiza a través de un Gateway modular que proporciona los interfaces necesarios. NOTA: En este proyecto no están contemplados los enlaces ni la interconexión con los operadores de telefonía.

Este Gateway permite que se puedan realizar y recibir llamadas desde el exterior, de forma transparente. El Gateway está basado en una plataforma router estándar, por lo que puede ser empleado para diferentes funciones dentro la Red del Metro de Quito.

La recepción y generación de llamadas se puede realizar empleando tanto teléfonos IP (compatibles H.323 o SIP) como teléfonos analógicos, conectados a través de equipos Adaptadores de Terminales Analógicos, conocidos como ATAs (que pueden ser idénticos a los empleados en la solución de Interfonía).

En el presente proyecto se prevé la utilización de los siguientes elementos(ver diagrama en el plano correspondiente) :

- **Servidor Central (Centralita IP)** ubicada en el PCC. Se recomienda la utilización de un segundo Servidor Central ubicado en un punto diferente de la red, por redundancia.
- **Gateway de Interconexión** ubicado en PCC. Se recomienda la utilización de un segundo gateway ubicado en un punto diferente de la red, por redundancia.
- **Equipos Adaptadores de Terminales Analógicos (ATAs)** de 2, 6 o 12 interfaces en cada estación, con 2 terminales analógicos estándar. (Estos equipos pueden sustituirse por teléfonos IP).

Se puede observar la topología del sistema en el plano correspondiente.

Las principales funcionalidades básicas que soportará el sistema son:

- Rellamada.
- Desvío de llamadas.
- Intercalación en comunicación activa.
- Definición de Grupos de Salto.
- Captura de llamadas.
- Grabación.
- Atributos de Salida externa.
- Derecho a intercalarse.
- Gestión vía PC.

Las funcionalidades que poseerá el Sistema y el impacto en la estructura existente se detallan a continuación:

- Reutilización de equipamiento. El equipamiento de VoIP se podrá reutilizar para otros de los servicios de Voz como Interfonía.
- Redundancia. El sistema estará preparado para poder ser redundante en el futuro, podrá ser ampliable para tener esta característica.
- El sistema será totalmente gestionable SNMP extremo a extremo.

El Gestor de Servicios de VoIP será el encargado de garantizar el transporte transparente a las extensiones telefónicas de VoIP de los servicios suministrados por una PABX tradicional.

En las estaciones, para conectar los terminales se dispondrá de un Chasis Modular con capacidad para 12 terminales telefónicos, aunque no tienen por qué estar todos ocupados, que realizará las funciones de adaptador telefónico, siendo capaz de integrar los teléfonos necesarios para cada caso. Éste será el encargado de transportar las señales de la estación hacia el Servidor Central IP.

Al igual que sucede con el Gateway de interconexión con el PCC, se recomienda la utilización de un segundo Gestor de Servicios de VoIP por razones de redundancia.

Desde el Cuarto de Comunicaciones y el Cuarto de Transformación (instalando Adaptadores Telefónicos Analógicos en cada uno de ellos) se dará servicio al resto de dependencias de la estación que requieran telefonía IP de la estación.

El sistema de telefonía IP dará servicio a las siguientes dependencias en estaciones y otros recintos:

- Cuarto de Comunicaciones.
- Cuarto de Equipos del Puesto de Control Local (C.E/PCL).
- Cuarto de Transformación.
- Cuarto de Enclavamientos.
- Cuarto de Protección contra Incendios (PCI).
- Cabina de andén, cuartos de conductores y cuartos de coordinadores
- Seccionadores
- Depósito
- Subestaciones

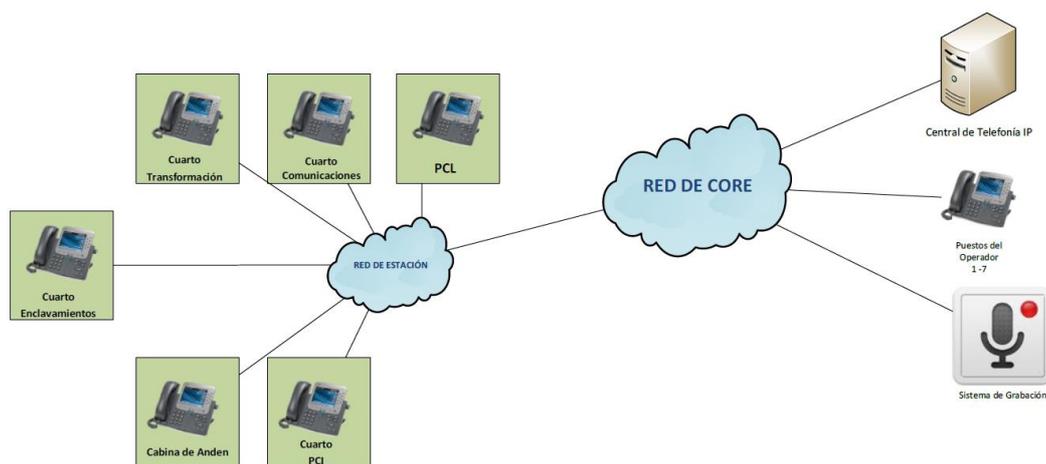


Figura 9: Sistema de Telefonía

### 1.1.5. Sistema de radiotelefonía TETRA

#### 1.1.5.1. Descripción general del sistema.

El Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital a implantar cumplirá en su totalidad con el estándar TETRA permitiendo la transmisión de voz y datos en las distintas modalidades previstas por dicho estándar (mensajes de estado, datos cortos, y datos en modo paquetes). Asimismo, el Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital TETRA a implantar deberá ser totalmente compatible con el Sistema de Radiotelefonía TETRA a instalar en los de Metro de Quito.

El Sistema de Radiotelefonía TETRA hará uso de las infraestructuras radiantes a instalar en la línea (túneles y estaciones) y que se incluyen en el presente proyecto.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares PPTP se proporcionará una descripción técnica más detallada junto con las características técnicas requeridas para los principales elementos que constituyen el Sistema de Radiotelefonía Trunking Digital TETRA, así como los requisitos que deberán cumplir cada una de los interfaces del sistema TETRA con el sistema de comunicaciones global.

El sistema TETRA constituirá el futuro Sistema de Radiocomunicaciones del Metro de Quito, y prestará como sistema único de radiocomunicaciones, los servicios de voz necesarios para la explotación, incorporando además los servicios de transmisión de datos (mensajes de estado, datos cortos por canal de control y datos por paquetes por canales especializados) entre el Puesto de Control Central y los Trenes.

A continuación, se enumera una serie de prestaciones y características del sistema:

- Proporcionará comunicaciones de voz y datos en el enlace Tren – Tierra por túneles y zonas exteriores, tanto a nivel de equipos portátiles como móviles a bordo de los Trenes como en el entorno de estaciones, pasillos y galerías.
- Será totalmente compatible con el nuevo equipamiento del Sistema de Radiotelefonía de Trenes definido en el proyecto de Material Móvil.
- Soportará la transmisión de datos cortos y de estado por canal de control.
- Estará preparado para prestar el adecuado soporte de transmisión de datos por paquetes (canal de tráfico dedicado a la transmisión de datos por paquetes).
- En principio, TETRA suele operar en la banda de UHF de 380 - 410 MHz, con lo cual se recomienda en la medida de lo posible utilizar esta banda.
- Las Estaciones Base de Cobertura Radio del sistema en estaciones subterráneas estarán equipadas al principio, salvo indicación expresa, con un único transceptor radio (configuración 1+0) en modo de explotación full-dúplex para lo cual se le asignará un par de frecuencias (una para Tx y otra para Rx) con un ancho de banda 18 KHz, canalización a 25 KHz y separación dúplex de 10 MHz.
- Cada Estación Base de Cobertura Radio dispondrá de 4 u 8 canales lógicos multiplexados en tiempo (TDMA) a los cuales se les dará el siguiente uso:
  - 1 canal como Canal de Control (MCCH) y de transmisión de datos cortos y mensajes de estado.
  - 3 canales de tráfico de asignación dinámica (modo trunking) en bases de radio instaladas en estaciones subterráneas.
- Dispondrá de un Centro de Gestión y Conmutación propio (SwMI), que será común a toda la línea 1 del Metro de Quito.
- Las Posiciones de Despacho de Operador TETRA deberán integrarse en el Sistema de Despacho del Puesto de Control Central. Será posible el acceso a otras posibles redes Tetra externas que operen en la misma banda de frecuencias. NOTA: El proyecto no contempla los equipos para la integración.

### **1.1.6. Arquitectura general**

El Sistema TETRA hará uso del Centro de Gestión y Conmutación (SwMI) redundante del Puesto Central e incluirá las Estaciones Base de Cobertura Radio (EBCR) de línea 1 de Metro de Quito. Se puede observar diagrama genérico en plano correspondiente.

En las estaciones la base de radio TETRA se instalará en el Cuarto de Comunicaciones de la estación, que deberá estar dotado del correspondiente suelo técnico practicable para el paso de cables (entre armarios y con el exterior del cuarto para unión con cable radiante de estaciones y de túnel).

En cuanto a las ubicaciones de las bases de radio que constituirán la red de acceso TETRA se adoptará como criterio general la instalación de una Estación Base de Cobertura Radio (EBCR) en cada estación subterránea, en configuración 1+0 (una portadora). En la interestación correspondiente al tramo La Magdalena-San Francisco se instalará un extensor de cobertura en túnel para garantizar la redundancia de cobertura subterránea en caso de caída de estación base adyacente.

El Sistema radiante del túnel presentará una topología lineal, siguiendo la configuración de la red ferroviaria y será del tipo 1-1/4"

Desde el punto de vista de propagación radio el OFERENTE deberá presentar un estudio de cobertura con balance de potencias que acredite la cobertura radioeléctrica en estaciones e interestaciones, y que también determinará la posición óptima de todas las bases de radio en la línea 1.

En la zona subterránea, la cobertura de túneles y estaciones se realizará mediante la instalación de cable radiante. En el caso de túneles se instalará cable de 1-1/4" por la bóveda del túnel y en estaciones de 1/2" en canaletas a lo largo de la estación, incluyendo ventanas de radiación en estos cables. En las estaciones la estación base de radio se conectará a cable radiante para cubrir las dos interestaciones adyacentes. En el tramo exterior de Quitumbe a Morán Valverde se llevará cable radiante por la canaleta.

El cable radiante en túnel se instalará en tiradas completas de estación a estación con entrada y salida a cada uno de los cuartos de comunicaciones de las estaciones subterráneas. En el caso de túneles aislados o que no contengan estaciones, la instalación del cable se realizará de una única tirada entre los extremos del túnel. Se puede observar diagrama genérico en plano correspondiente.

En el caso de estaciones se deberá tender el cable de forma que, mediante el uso de divisores, cargas terminales y antenas se consiga una cobertura total de la estación, incluyendo andenes, vestíbulo y pasillos de entrada a la estación.

La disposición de las bases consigue garantizar el solapamiento de cobertura entre zonas exteriores y subterráneas adyacentes, lo cual le permitirá operar en forma

redundante. El sistema será capaz de funcionar a nivel de cobertura de terminales móviles en cualquier tramo del trayecto, incluso ante la caída de cualquiera de sus EBCR merced al grado de solapamiento conseguido. Asimismo, permitirá la operación de equipos portátiles a bordo del tren sin discontinuidades del servicio.

No obstante, la solución apuntada, que garantiza una cobertura total de la línea, una vez finalizadas las fases constructivas de la línea se deberá realizar un replanteo de cobertura que podrá, en función de los resultados, reducir el número de bases inicialmente previsto.

Las estaciones base se comunicarán con el Centro de Gestión y Conmutación ubicado en el Puesto de Control Central mediante la Red de Acceso de Estación.

### **1.1.7. Infraestructura de conmutación y gestión**

El Centro de Conmutación y Gestión (SwMI) se compondrá de los siguientes elementos

- Subsistema de Conmutación
- Subsistema de Datos
- Subsistema de Integración Telefónica
- Subsistema de Gestión y Supervisión

#### **1.1.7.1. Red de Acceso Radio TETRA**

Es la red que permitirá la integración radio de todos los usuarios móviles de Metro de Quito dentro del área de cobertura del sistema, para realizar comunicaciones de voz y datos.

Los usuarios móviles de Metro de Quito están clasificados, al menos, en los siguientes grupos:

- **Trenes:** mediante transceptores móviles instalados en cabina de conducción y antena instalada en el techo
- **Personal de Seguridad y Estaciones:** mediante transceptor portátil
- **Personal de Mantenimiento:** mediante transceptor portátil

#### **1.1.7.2. Componentes del sistema**

Entre los componentes del sistema se encuentran:

- Componentes de conmutación
  - Controlador de Conmutación
  - Equipos de Conmutación

- Estaciones base de cobertura radio (EBCR)
  - Base Radio
  - Controlador de Emplazamiento TETRA
  - Sistema de Distribución de RF
  - Sistema de alarmas
- Componentes del sistema de despacho
- Componentes de telefonía
  - Gateway telefónico
  - Cancelador de Eco
- Componentes del servicio de datos
  - Router de datos cortos
  - Router de datos por paquetes
  - Gateway para conexión a sistemas externos
- Componentes de gestión de red
- Componentes de networking del sistema

#### *1.1.7.3. Red de transporte*

Las EBCR transmiten la información al Centro de Gestión y Conmutación del sistema. Cada EBCR transmite uno o varios canales al centro de conmutación.

El fallo del sistema de transmisión hará que el sistema de radio deje de funcionar. Es, por tanto, un elemento crítico para este sistema.

#### *1.1.7.4. Integración de aplicaciones*

El presente apartado propone una solución integrada de la radio Tetra en los distintos puestos de operador existentes en Puesto de Control Central de Metro de Quito, de forma que no exista pérdida de funcionalidad en el resto de servicios de comunicaciones. Esta integración posibilitará el manejo desde los diferentes puestos de operador de los distintos servicios de radio Tetra.

#### *1.1.7.5. Desarrollo de aplicaciones de datos en TETRA*

La información que debe considerarse como datos TETRA se puede transmitir mediante mensajes de estado, mensajes de datos cortos y mensajes de datos por paquetes.

En primera instancia, en la explotación de Metro de Quito se va a utilizar la información de datos de estado y datos cortos.

La información relativa a mensajes de estado son derivadas automáticamente por el sistema TETRA a los puestos de operador correspondientes.

El sistema estará preparado, para poder desarrollar los interfaces software de los servidores de las distintas aplicaciones (Envío de mensajes de información a los viajeros tanto de voz (megafonía) como de datos (paneles informativos) con el fin de, en el caso de los trenes, canalizar las órdenes de telecontrol que los distintos operadores puedan realizar sobre un Tren dotado de radio TETRA, y potencialmente para recibir la información generada por los conductores al pulsar teclas especiales de función sobre su consola de radio TETRA; y en el caso de portátiles, canalizar el envío de determinadas alarmas de los sistemas de Estación a los terminales del personal de Metro, así como de recibir (potencialmente) las confirmaciones de lectura de los mensajes mediante mensajes de 'status' generados desde los portátiles.

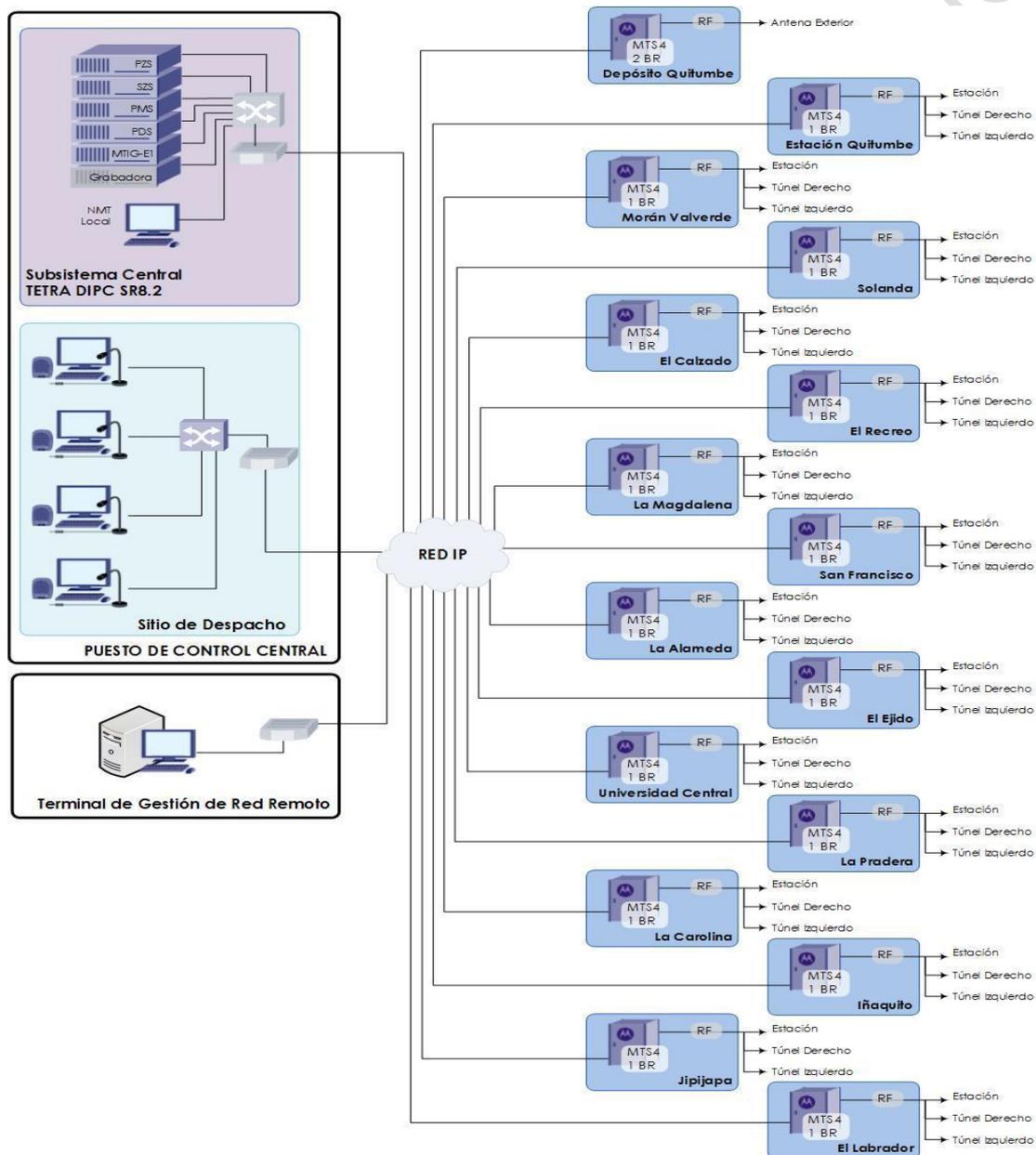


Figura 10: Sistema TETRA

### **1.1.8. Sistema de información al viajero**

El Sistema de Información al Viajero permitirá la gestión y presentación de la información en los diferentes paneles teleindicadores de las estaciones, permitiendo una actualización en tiempo real de las informaciones de todos ellos.

La gestión del Sistema de Información al Viajero se realiza desde el Puesto de Control Central, y cuenta con equipamiento distribuido a lo largo de las estaciones.

En el PCC se ubicarán:

- Servidor Central del Sistema
- Puestos de Control y Supervisión desde los que se controlará este servicio.

En cada estación se ubicarán:

- Paneles Teleindicadores
- Equipo Local de Control.

El equipo Local de Control es el encargado de recibir las ordenes de los Puestos de Operador y del Sistema, de transmitir las a los Paneles Teleindicadores, para ello contará con al menos un interfaz Ethernet (para conexión con el PCC e interfaces de conexión con los paneles (interfaces serie RS-485 o interfaces de red RJ-45). El sistema permitirá la difusión de mensajes automáticos integrados con el sistema de control de tráfico de trenes (ATS).

La arquitectura del Sistema de Información al viajero será jerarquizada y se dividirá en los siguientes niveles:

- Subsistema de estación.
- Subsistema de control centralizado.

El subsistema de estación lo formarán los siguientes elementos:

- Paneles teleindicadores de dos caras en los andenes de estación (dos por andén).
- Paneles teleindicadores de dos caras en los vestíbulos (uno por vestíbulo).

En el Cuarto de Comunicaciones de cada estación se instalará un ordenador de tipo industrial que constituirá el subsistema de control centralizado. Este ordenador integrará el control de todos los dispositivos de información al viajero y estará preparado para gobernar otros dispositivos de información al viajero que se instalen en un futuro, como puedan ser monitores de vídeo u otros dispositivos.

#### 1.1.8.1. Equipamiento de estación

En cada estación, en el interior del Cuarto de Comunicaciones, se instalará un armario metálico para el alojamiento de los equipos de estación. En este armario se instalará el ordenador que integrará el control de todos los paneles de estación. El ordenador estará equipado con una serie de tarjetas de interfaz para comunicarse por un lado con los paneles de estación y por otro con el equipo de comunicaciones digitales de la red.

En este ordenador residirán los programas para el control de los equipos de información y de comunicación con el Puesto de Control Central. La aplicación software que residirá en el ordenador de estación deberá, entonces:

- Controlar la red de estación mediante la comunicación a través de canales estandarizados (tipo RS 485 o RJ-45) con los teleindicadores.
- Realizar, a petición del Puesto de Control Central o del equipo de mantenimiento portátil, los test de funcionamiento, visualización, etc. de los Paneles de Información al Viajero (PIV), también conocidos como Teleindicadores.
- Permitir la interconexión de las aplicaciones del ordenador del PCC con el del C.E/PCL.

La red de cables de estación la formarán los cables de comunicaciones y los de alimentación de los PIV. Los cables serán independientes para cada andén y para los vestíbulos.

La alimentación de los distintos PIV se realizará a 120 V c.a. desde el módulo previsto en el armario de energía alimentado a su vez, desde la acometida general de alterna existente en el equipo SAI del Cuarto de Comunicaciones. Desde el nuevo armario se distribuirá la alimentación por la estación, mediante un cable tripolar (fase + neutro + tierra).

#### 1.1.8.2. Equipamiento en el Puesto de Control Central

En el Puesto de Mando el control de los PIVs contendrá un conjunto de equipos que constituirán el primer nivel jerárquico del Sistema de Información al viajero (SIV).

En la estructura hardware el Puesto de Mando de Teleindicadores compartirá recursos con el C.T.C, megafonía centralizada, captura de datos, etc. Se añadirá el correspondiente software en la base de datos para la gestión de los PIVs de las nuevas estaciones de la nueva línea.

### 1.1.8.3. Descripción de los equipos

Los equipos o dispositivos de presentación de información a viajeros estarán constituidos por paneles a doble cara. Los PIVs, tanto los de andén como los de vestíbulos, estarán constituidos por matrices de LED's con dos caras, con capacidad para presentar mensajes independientes en cada una de ellas.

Para ello permitirán visualizar en modo alfanumérico al menos 6 filas x 32 caracteres o bien 2 filas x 13 caracteres o cualquier combinación entre ambas. También podrán visualizar gráficos con la resolución mínima de 42 filas x 160 columnas, 6720 pixels / cara.

Los PIVs de vestíbulo permitirán visualizar en modo alfanumérico al menos 3 filas x 32 caracteres o bien 1 fila x 13 caracteres o bien cualquier otra combinación. También podrán visualizar gráficos con la resolución mínima de 21 filas x 160 columnas (3360 pixels / cara).

Los paneles estarán divididos para su funcionamiento en zonas y cada una de ellas deberá tener un formato propio, aunque podrán combinarse entre sí para elegir la presentación más apropiada. Esto permitirá la coexistencia de más de un mensaje, cada uno de ellos con su propio formato.

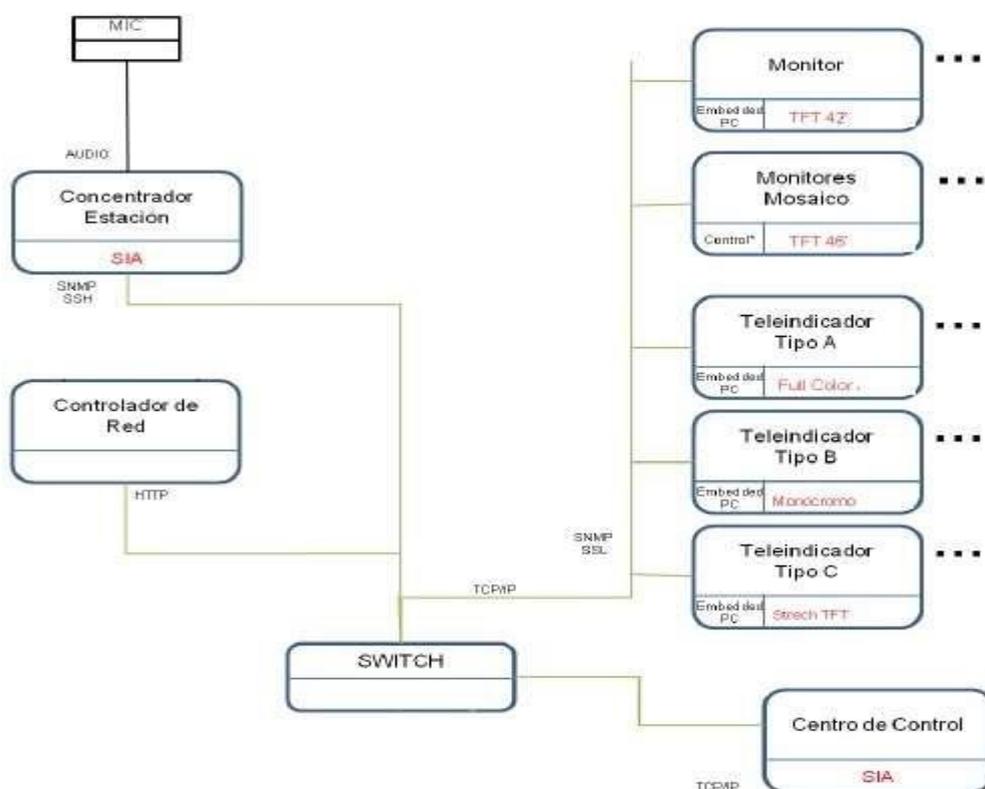


Figura 11: Topología Tipo Estación

### 1.1.9. Sistema de cronometría

El Sistema de Cronometría permite la determinación, conservación y distribución de las referencias horarias en todas las localizaciones de la red de Metro de Quito.

Existirá un reloj patrón instalado en el PCC que será el equipo encargado de difundir la señal horaria a todos los equipos de la Red de Comunicaciones, de Radiotelefonía Tetra, Sistema de Información al Viajero y resto de Sistemas y servidores que así lo requieran, a través de los equipos de sincronización horaria. Este reloj patrón se sincronizará a través de una conexión GPS.

El sistema GPS (Global Positioning System) provee información horaria y de posicionamiento con cobertura mundial. La información horaria UTC (hora universal coordinada) transmitida permanentemente por los satélites, es convertida en hora local mediante un sencillo ajuste realizado por el propio reloj patrón.

La distribución de la señal horaria al resto de los equipos diseminados a lo largo de las estaciones y recintos se realizará a través de la Red de Comunicaciones IP empleando para ello el protocolo Network Time Protocol (NTP).

Se instalará un equipo de sincronización horaria conectado a los equipos de Red de la capa de Distribución; de esta forma se establecerá una estructura jerárquica donde los equipos de sincronización horaria toman la hora exacta del reloj patrón del PCC y la difunden al resto de equipos cuyas comunicaciones dependen jerárquicamente de ellos.

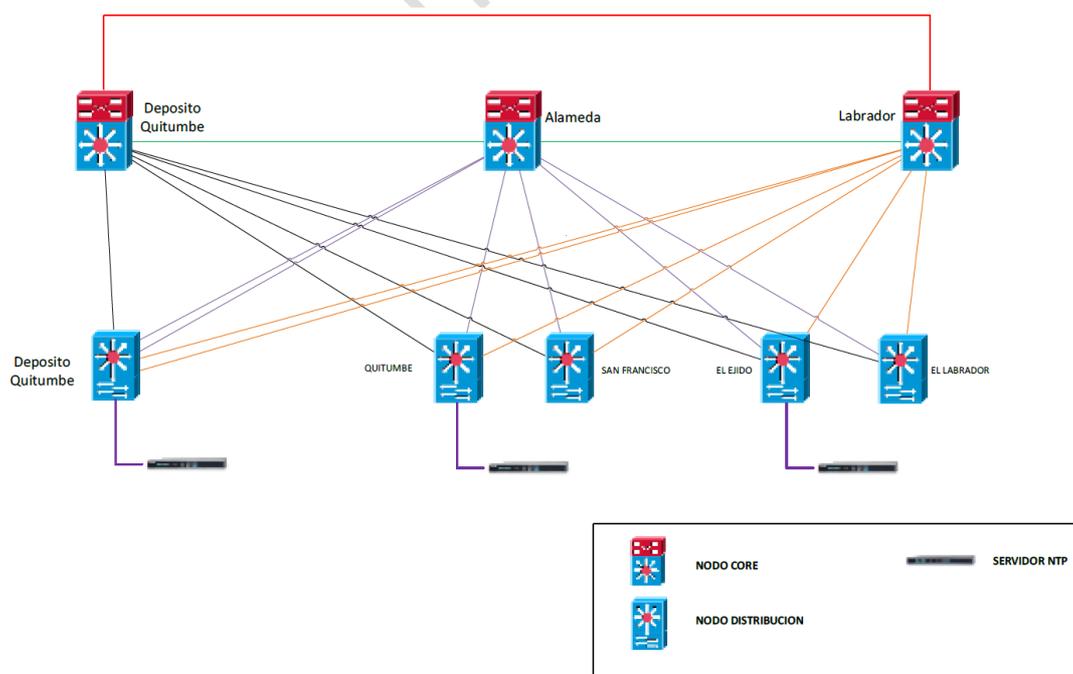


Figura 12: Arquitectura Sistema de Cronometría

## **1.2. PUESTO DE CONTROL CENTRAL (PCC)**

### **1.2.1. Descripción General**

Para realizar las funciones de gestión y control de la Línea 1 de Metro de Quito se establecerá un único centro de control ubicado en el edificio auxiliar situado dentro del recinto del Depósito de Quitumbe.

Desde el Puesto de Control Central se realizará el control completo de las instalaciones de las estaciones (sistemas electromecánicos, megafonía, interfonía, CCTV, SIV etc), el control centralizado del tráfico ferroviario, el telemando de energía (subestaciones eléctricas, seccionadores de línea aérea y centros de transformación), comunicaciones (sistemas de telefonía y radiotelefonía), así como la seguridad de las estaciones y dependencias.

De una forma específica se denomina Puesto de Control Central (PCC) a toda el área o edificio destinado a las tareas de Control Central del Sistema. Esto engloba tanto al equipamiento específico asociado al control central de un sistema, o “contenido” (SCC) como a las instalaciones auxiliares necesarias para la operación y gestión del propio centro, pero que son independientes de las tareas propias del Sistema de Control Centralizado.

### **1.2.2. Instalaciones auxiliares**

Las instalaciones auxiliares que forman parte del edificio del PCC se presentan agrupadas de la forma siguiente.

#### **1.2.2.1. Energía Eléctrica**

La energía eléctrica del PCC será suministrada desde el Cuarto de Baja Tensión ubicado en el propio depósito de Quitumbe.

Desde la planta de energía situada en este cuarto se distribuirá energía tanto trifásica como monofásica y de está tanto interrumpida como ininterrumpida (a través de un sistema de alimentación ininterrumpida con soporte de baterías ubicado en dicho cuarto).

Considerando la zona del PCC, se deberá realizar la distribución de energía a las instalaciones de alumbrado, climatización y fuerza, tanto de la sala de control y despachos anejos como del cuarto de equipos.

Dentro del presente proyecto se incluirá la distribución de energía de las instalaciones de:

- Equipamiento del cuarto de equipos (monofásica conmutada e ininterrumpida).
- Equipamiento de la sala de control (monofásica conmutada e ininterrumpida).
- Equipamiento de climatización (trifásica conmutada).

Para ello se instalarán tres cuadros secundarios, alimentados desde tres salidas del CGBT:

- Cuadro eléctrico de fuerza (210/120 VCA conmutada) para la distribución de energía a las instalaciones de climatización y fuerza del cuarto de comunicaciones y de la sala de control.
- Cuadro eléctrico SAI PCC (120 VCA conmutada) para la distribución de energía ininterrumpida a las instalaciones de la sala de control.
- Cuadro eléctrico SAI CC (120 VCA conmutada) para la distribución de energía ininterrumpida a las instalaciones del Cuarto de Comunicaciones.

Igualmente, dentro del alcance del proyecto se incluirán las canalizaciones a través del falso suelo, así como el cableado eléctrico necesario, para las tomas de energía eléctrica necesarias para la alimentación del equipamiento a instalar en la sala de control.

#### 1.2.2.2. Climatización

Las instalaciones de climatización de la sala de control del PCC y del cuarto de comunicaciones asociado se integrarán de forma homogénea en la infraestructura contemplada en el Proyecto de Obra Civil.

El edificio proyectado para albergar las instalaciones del Puesto de Control Central se compone de dos plantas presentando una arquitectura regular con forma rectangular. El acceso principal al edificio se realiza a través del vestíbulo de planta baja.

En concreto, para la parte que afecta en lo relativo a la instalación de climatización, la sala de control del Puesto de Control Central se encuentra localizada en la planta alta del edificio y cuenta con una superficie total de 150,95 m<sup>2</sup>, mientras que el cuarto de comunicaciones se encuentra en la planta baja del edificio, con una superficie de 81,63 m<sup>2</sup>.

A continuación, se describen los sistemas de climatización elegidos para acondicionar las estancias objeto de estudio de la presente ingeniería de detalle.

### *1.2.2.3. Control de Accesos y Seguridad*

Con el fin de mantener la seguridad en el acceso a la sala de control, se instalará a la entrada del mismo de un sistema de control de accesos dotado de cerraduras electrónicas operadas por tarjetas de proximidad y número PIN, análogo a los instalados en los cuartos técnicos.

Adicionalmente al sensor de tarjetas para control de accesos se instalará en dicha entrada de un interfono para comunicación interna y de al menos una cámara de CCTV.

La instalación de estos elementos se realizará del proyecto de Control de Estaciones para la Línea 1 de Metro de Quito.

### *1.2.2.4. Protección Contra Incendios*

Todas las instalaciones asociadas al PCC (Sala de control, despachos aledaños y cuarto de comunicaciones) estarán cubiertas por un sistema automático de detección y extinción de incendios.

El sistema a instalar en el PCC será una parte más del instalado dentro del "Optimizaciones al Proyecto de instalación de sistemas de protección contra incendios en la línea 1 de Metro de Quito" para el Depósito de Quitumbe.

### *1.2.2.5. Puesto de Gestión integrado de instalaciones auxiliares*

Al estar el PCC integrado dentro de las instalaciones del Depósito de Quitumbe el sistema de Gestión y supervisión de las instalaciones auxiliares propias del PCC se integrará dentro del Puesto de Gestión Integrado del Depósito.

En este puesto se ubicará un sistema de control centralizado de instalaciones incluyendo la recepción de imágenes del sistema de CCTV del depósito, acceso a megafonía, interfonía etc.

El puesto de gestión integrado de instalaciones auxiliares, no forma parte de este proyecto, estando incluido en el Proyecto de Control de Estaciones para la Línea 1 de Metro de Quito.

#### 1.2.2.6. Red de área local del centro PCC

Todas las zonas asociadas al PCC contarán con dos redes de área local independientes:

- **Red de área local de explotación:** es la red que interconectará los elementos de control y gestión ubicados en el PCC con la red de comunicaciones IP desplegada a lo largo de la Línea 1.
- **Red área local de ofimática:** es la red que se utilizará para dar conectividad a los diferentes elementos informáticos presentes en el PCC, de manera aislada a la red de explotación y se posibilitará su conexión a la red internet.
- **Cableado estructurado:** la Red Integrada de Comunicaciones diseñada prevé una estructura de soporte de comunicaciones, con el máximo de flexibilidad, al objeto de garantizar la escalabilidad futura y poder realizar cualquier modificación y cambio que se produzca de forma rápida y sencilla.
- **Reloj patrón:** Todos los elementos del PCC estarán sincronizados con un único reloj, derivado del reloj patrón instalado en Metro de Quito. Este reloj estará sincronizado vía GPS.

#### 1.2.3. Equipamiento hardware y software del SCC

Una vez que se ha hecho una diferenciación entre el edificio del Puesto de Control (PCC) y el equipamiento hardware y software del Sistema de Control Central (SCC), a partir de ahora y para el resto del documento, denominaremos por ser más familiar, Puesto de Control Central al conjunto de equipamiento hardware y software que permitirán la supervisión y la gestión centralizada de todos los sistemas de la Línea 1 de Metro de Quito, que se engloban de forma genérica dentro las siguientes funciones:

- El control de tráfico de trenes.
- El control de la energía.
- El control de las instalaciones.
- La gestión del mantenimiento.

El Puesto de Control Central estará por tanto constituido por un conjunto complejo y heterogéneo de Sistemas e infraestructuras necesarias para lograr una explotación eficiente y garantizar la calidad del servicio prestado al usuario de la Línea 1 de Metro de Quito.

##### 1.2.3.1. Descripción funcional

El objeto del PCC es dotar al sistema de la infraestructura necesaria para poder realizar el control y la gestión de todas las instalaciones desplegadas a lo largo de la línea 1 de Metro de Quito.

El PCC se crea sobre la base de aglutinar en un único centro todos los sistemas y consolas de control y gestión instalados dentro de los diferentes proyectos de instalaciones de Metro de Quito, dotando al conjunto de una plataforma única de acceso y realizando la integración de las mismas donde fuera necesario.

Así se dotará de la sala de control de unos puestos de operador desde los cuales, y de una forma centralizada, se pueda acceder a los diferentes sistemas de operación, gestión y configuración de cada uno de los sistemas.

Igualmente, el PCC se dotará de equipamiento adicional específico para la gestión y operación del propio PCC: Sistema centralizado de audio, plataforma centralizada de monitorización, sistema de grabación de conversaciones, base de datos de explotación y sistema de almacenamiento centralizado.

El equipamiento a instalar en el PCC estará basado en equipos estándar del mercado, tanto para los puestos de operador, como para los servidores, ordenadores y software, cumpliendo estándares (UNIX/Windows, Ethernet, TCP/IP, X-Windows).

Se dotará además a los sistemas críticos de la necesaria redundancia para evitar que cualquier fallo pueda afectar a la prestación del servicio.

La red local de explotación del Puesto de Control será igualmente redundante y se constituirá sobre conmutadores de red Ethernet de gran capacidad con el fin de aislar el tráfico entre los distintos sistemas, de modo que no se vea afectada la capacidad de uno de ellos, por efecto de otro.

El Puesto Central estará equipado con unos puestos de operación y control independientes que se detallan a continuación:

- Puesto de Control de Trenes, con 1 operador.
- Puesto de Control de Energía, con 1 operador.
- Puesto de Control de Instalaciones con 1 operador.
- Puesto de Supervisor con 1 operador.
- Puesto de Mantenimiento, con 1 operador.
- Puestos auxiliares con 2 operadores.

Los puestos de Control de Trenes, Energía, Control de Instalaciones y de Supervisión serán idénticos y multifuncionales de forma que ante la avería de cualquiera de los puestos se pueda reconfigurar de forma inmediata cualquiera de los otros para asumir dichas funciones de control; estos puestos además serán reconfigurables, de modo que un único operador pueda asumir varias funciones dentro del mismo puesto.

En la sala de control se instalarán además una serie de recursos comunes (Paneles de visualización, Impresoras) para la utilización de todos los operadores.

### 1.2.3.2. Puestos de operador

El puesto de operador será fácil de usar y portable a una gran variedad de plataformas, de modo que se garanticen unos tiempos de respuesta adecuados y permita la integración de gráficos de diversas fuentes y formatos.

Cada uno de los Puestos de operador ejecutará las aplicaciones específicas requeridas en cada momento y dispondrá de acceso a las utilidades y opciones de configuración necesarias a cada función.

Cada operador del PCC manejará un interfaz hombre-máquina (IHM), específico para cada sistema a controlar, de aspecto y equipamiento hardware sensiblemente idéntico, independientemente del sistema o sistemas bajo su control.

### 1.2.3.3. Arquitectura del sistema

La arquitectura de las instalaciones del Puesto de Control Central deberá articularse en torno a dos redes redundantes Ethernet, a las que se conectarán, entre otros dispositivos:

- Los servidores redundantes de cada uno de los sistemas de explotación.
- Los puestos de operador, mantenimiento y puestos auxiliares.
- Los sistemas de visualización de la sala de control.
- Los servidores de sistema de audio centralizado.
- Los sistemas de grabación de audio del Puesto Central.
- Los servidores de la base de datos.
- El sistema de almacenamiento centralizado.
- Los servidores de la plataforma central de monitorización.
- Los frontend de comunicaciones, que se encargan de gestionar las comunicaciones del sistema a través de las redes Gigabit de comunicaciones y con los equipos situados en diferentes puntos de la línea.

### 1.2.4. Equipamiento de la sala de control del PCC

La sala de control del PCC dispondrá de todos los elementos necesarios para facilitar al personal de operación y mantenimiento las funciones de supervisión y control de las instalaciones de la Línea 1 de Metro de Quito.

Esto incluye, los propios puestos de operador y su mobiliario, pantallas murales para la visualización del Control de Tráfico, Control de Energía y CCTV, así como impresoras multifuncionales.

#### 1.2.4.1. Puestos de operador

El PCC estará equipado con 4 puestos de control y supervisión desde los que se realizará el control completo de las instalaciones de las estaciones, la gestión de operación, el control centralizado del tráfico ferroviario, el telemando de energía, el control de CCTV, las comunicaciones y la supervisión de los sistemas.

Estos puestos de operador serán configurables para su utilización con diferentes perfiles y configuraciones de operador, se configurarán inicialmente como:

- Control de Tráfico Centralizado (CTC).
- Telemando de energía.
- Telemando y control de Instalaciones.
- Supervisor.

Además de los cuatro puestos anteriores existirá un puesto de Mantenimiento con las funciones de supervisión y gestión de las instalaciones y de dos puestos auxiliares para las funciones de soporte y administración del puesto de mando.

Cada uno de estos ámbitos dispondrá de un puesto de control con una configuración que se detalla en capítulos posteriores, cada puesto dispondrá de un mobiliario (superficie de trabajo y sillón) con características ergonómicas adaptadas a su función.

El equipamiento de los puestos será diferente en función del tipo de puesto.

#### 1.2.4.2. Videowall

En el Puesto de control se equipará sistema de Visualización mural que contará con dos zonas diferentes de visualización. Una en configuración 3x2, con su propio controlador integrado en red local, en donde se visualizará normalmente el Control de Tráfico Centralizado (fila superior) y el Telemando de energía (fila inferior), aunque podrá programarse para visualizar cualquier sistema accesible. La segunda zona tendrá una configuración de 2x2, también con su propio controlador en donde se visualizarán imágenes procedentes del sistema CCTV.



Figura 13: Videowall PCC

## **1.2.5. Sistemas auxiliares de operación del PCC**

### *1.2.5.1. Sistema de audio centralizado*

Las comunicaciones de voz son básicas en la operación del Puesto de Mando, muchas de estas comunicaciones, además, deben ser consideradas como comunicaciones de seguridad (órdenes a los trenes, llamadas de emergencia etc) por lo que debe facilitarse el acceso a las mismas a la vez que se gestiona y se controla su uso por los diferentes operadores.

#### 1.2.5.1.1. Descripción de los componentes del sistema de audio centralizado

El sistema se basa en una plataforma tecnológica abierta, modular y ampliable que cuente con subsistemas que interactúen y que debe ser compatible con éstos al 100%, con la finalidad de garantizar en su totalidad los servicios requeridos.

Con excepción de los servidores que requieran hardware específico para la gestión de las comunicaciones de audio, todos los servicios y las aplicaciones de operador se instalarán en un entorno de virtualización con plataforma blade, de manera que se optimicen los recursos necesarios, se facilite la ampliación del sistema y se garantice la disponibilidad y facilidad de backup del sistema. La plataforma blade se complementará con un sistema SAN/NAS para almacenamiento de la información que sea necesario consolidar, como son los listines, históricos del sistema, datos de configuración y de usuarios, máquinas virtuales, etc.

El sistema de audio centralizado constará de diferentes elementos:

- Servidor de audio: será encargado de interconectar los distintos sistemas de audio a instalar en la Línea 1 de Metro de Quito (Radio Tetra (trenes y estaciones), Telefonía, Megafonía e Interfonía), los distintos puestos de operador, el grabador y servidor Web de históricos y seguimiento de conversaciones.
- Servidor de datos: será el encargado de soportar las siguientes funciones:
  - Gestión de usuarios y configuraciones
  - Repositorio de versiones de las aplicaciones
  - Gestión de históricos del sistema con motor de base de datos
  - Gestión de Programaciones y Pregrabados de Megafonía
- Servidor Web de históricos y seguimiento de conversaciones: será encargado de recibir los eventos del sistema de audio registrándolos en una base de datos.
- Sistema de Interfaces externos del Sistema de Audio (SIE-SA): será el encargado de realizar la publicación de datos mediante protocolos basados en estándares abiertos, de manera que cualquier aplicación de Metro de Quito pueda acceder a la información de los diferentes servicios de audio o históricos

de estas comunicaciones, como la publicación de escuchas del servicio de trenes.

- Equipamiento de los puestos de operador: son una serie de elementos instalados en los puestos de operador los cuales posibiliten establecer las comunicaciones

#### 1.2.5.1.2. Descripción de los servicios

Para el correcto funcionamiento de la PLMQ es necesario los siguientes servicios de comunicaciones:

- Servicio de telefonía
- Servicio de Interfonía centralizada
- Servicio de megafonía de estaciones
- Servicios de radiotelefonía Tetra
- Servicios de grabación
- Servicios de audio en los operadores

#### 1.2.5.2. Sistema de grabación de conversaciones

Se instalará un sistema de grabación de audio, en configuración de dos grabadores en espejo, capaz de grabar todo el flujo de datos de VoIP con origen o destino en el PCC.

El método de grabación será por IP pasiva mediante conexión en los puertos de escucha o SPAN en los conmutadores existentes en la red de área local.

La grabación de las conversaciones será total. El acceso a las aplicaciones de gestión y búsqueda y reproducción se realizará localmente desde el propio grabador o vía Web desde cualquier PC autorizado conectado a la misma red local Ethernet que el grabador.

Los datos asociados a cada grabación mediante los cuales se podrán realizar posteriores búsquedas serán: canal, fecha y hora.

Se instalarán 2 grabadores operando en espejo de al menos 48 canales, con capacidad de almacenamiento local en disco duro, archivado local en DVD y dispositivos USB y con posibilidad de centralizar el histórico de las conversaciones en la SAN/NAS de Metro de Quito.

Los grabadores, que dispondrán de electrónica redundante (fuentes de alimentación, electrónica de red, discos duros en RAID), estarán sincronizados con el reloj patrón y se integrarán con la aplicación de históricos del sistema de audio y con la plataforma central de monitorización de Metro de Quito.

### 1.2.5.3. *Plataforma central de monitorización*

En un sistema tan complejo como Metro de Quito en donde la indisponibilidad de alguno de los sistemas que lo componen puede afectar a la calidad del servicio ofertado, se hace necesario disponer de una herramienta que disponga de información en tiempo real de los diferentes equipos y subsistemas que ayuden al diagnóstico de las averías y faciliten los procedimientos de resolución de éstas.

### 1.2.5.4. *Sistemas centralizados de gestión de la información*

Dentro del alcance del proyecto se instalarán una serie de sistemas centralizados de gestión de información, necesarios para la operación de Metro de Quito:

- Base de datos de explotación
- Sistema de almacenamiento centralizado SAN/NAS
- Sistema de copias de seguridad y restauración
- Directorio Activo y DNS
- Sistema de virtualización
- Plataforma antivirus

## 1.2.6. **Características generales de los puestos de control del PCC**

### 1.2.6.1. *Puesto de Control de Trenes*

El puesto de operador de Trenes estará configurado para dotar al operador del puesto del acceso a las aplicaciones necesarias para realizar de una forma eficaz las tareas de control y supervisión del tráfico ferroviario de la Línea 1 de Metro de Quito.

El puesto de operador estará configurado con una estación de trabajo con tres monitores, ratón, teclado y consola de audio, para las aplicaciones de explotación, un ordenador personal con su propio monitor, ratón y teclado para las aplicaciones informáticas (de los que, en este proyecto, sólo se suministrará el monitor), un teléfono IP y un terminal Tetra (estos últimos suministrados dentro del proyecto de comunicaciones).

Con la configuración de Operador de Control de Trenes, la estación de trabajo estará configurada para operar con los sistemas de CTC (Control de Tráfico Centralizado), ATS (Supervisión Automática de los Trenes) y Sistema de Audio Centralizado, utilizando para ello el espacio de visualización dado por los tres monitores en la configuración que se decida. Igualmente será posible, si así se decidiera, acceder al

resto de las aplicaciones (SIV, SCE, Control de Energía, etc.) con las características de acceso (observador, operador, etc.) asociadas al perfil de entrada del operador.

Dado que más de un puesto de operador puede estar configurado como Puesto de Control de Trenes, el sistema deberá asegurar una toma de mando única y permitir la conmutación fiable de ese mando entre los puestos de operador del PCC y los puestos de mando local asociados a cada enclavamiento de la línea.

Las funciones dadas por el sistema a los puestos de operador se deberán adaptar a los diferentes perfiles usuarios (supervisor, operador, observador y mantenedor) en función de la programación establecida para ello.

En los casos de los perfiles de supervisor y operador, la configuración del sistema debe garantizar que se visualiza la información de los trenes, aunque se bloquee el puesto de operador (Protección de pantalla transparente).

#### *1.2.6.2. Puesto de Control de Energía*

El puesto de operador de Control de Energía estará configurado para dotar al operador del puesto del acceso a las aplicaciones necesarias para realizar de una forma eficaz las tareas de control y supervisión de las instalaciones de Subestaciones Eléctricas de Tracción, Seccionadores de Catenaria y Centros de transformación.

El puesto de operador estará configurado con una estación de trabajo con tres monitores, ratón, teclado y consola de audio, para las aplicaciones de explotación, un ordenador personal con su propio monitor, ratón y teclado para las aplicaciones informáticas (de los que, en este proyecto, sólo se suministrará el monitor), un teléfono IP y un terminal Tetra (estos últimos suministrados dentro del proyecto de comunicaciones).

Con la configuración de Operador de Control de Energía, la estación de trabajo estará configurada para operar con los sistemas de Scada de energía (control del telemando de las Subestaciones Eléctricas de Tracción, seccionadores de catenaria y centros de transformación) y con el Sistema de Audio Centralizado, utilizando para ello el espacio de visualización dado por los tres monitores en la configuración que se decida.

Igualmente será posible, si así se decidiera, acceder al resto de las aplicaciones (SIV, SCE, CCTV, CTC etc) con las características de acceso (observador, operador etc) asociadas al perfil de entrada del operador.

Dado que más de un puesto de operador puede estar configurado como Puesto de Control de Energía, el sistema deberá asegurar una toma de mando única y permitir la conmutación fiable de ese mando entre los puestos de operador del PCC y cualquier otro elemento de mando local propio del sistema.

Las funciones dadas por el sistema de Energía a los puestos de operador se deberán adaptar a los diferentes perfiles usuarios (supervisor, operador, observador y mantenedor) en función de la programación establecida para ello.

### 1.2.6.3. Puesto de Control de Instalaciones

El puesto de operador de Control de Instalaciones estará configurado para dotar al operador del puesto del acceso a las aplicaciones necesarias para realizar de una forma eficaz las tareas de control y supervisión de todas las instalaciones presentes en la Línea 1 de Metro de Quito (a excepción de las relacionadas con el control de tráfico ferroviario y el scada de energía).

El puesto de operador estará configurado con una estación de trabajo con tres monitores, ratón, teclado y consola de audio, para las aplicaciones de explotación, un ordenador personal con su propio monitor, ratón y teclado para las aplicaciones informáticas (de los que, en este proyecto, sólo se suministrará el monitor), un teléfono IP y un terminal Tetra (estos últimos suministrado dentro del proyecto de comunicaciones).

Con la configuración de Operador de Instalaciones, la estación de trabajo estará configurada para operar con los sistemas de SCE (Sistema de Control de Estaciones), SIV (Sistema de Información al Viajero), Control de Accesos y Antiintrusión, Sistema de Ventilación, CCTV, Sistema de Audio Centralizado, Sistema de Protección Contra Incendios y Sistema de Peaje y Venta, utilizando para ello el espacio de visualización dado por los tres monitores en la configuración que se decida.

Igualmente será posible, si así se decidiera, acceder al resto de las aplicaciones (CTC, Scada de energía etc) con las características de acceso (observador, operador etc) asociadas al perfil de entrada del operador.

Dado que más de un puesto de operador puede estar configurado como Puesto de Control de Instalaciones, los diferentes sistemas bajo mando deberán asegurar, si fuera necesario, una toma de mando única y permitir la conmutación fiable de ese mando entre los puestos de operador del PCC y cualquier otro elemento de mando local propio del sistema.

Las funciones dadas por los diferentes sistemas bajo mando del Puesto de Control de Instalaciones (SCE, CCTV, SIV etc) se deberán adaptar a los diferentes perfiles usuarios (supervisor, operador, observador y mantenedor) en función de la programación establecida para ello.

#### 1.2.6.4. Puesto de Supervisión

El Supervisor es el encargado de coordinar y controlar a los operadores pudiendo además desde su puesto de operador realizar las mismas operaciones que éstos.

El puesto de supervisión estará configurado con una estación de trabajo con tres monitores, ratón, teclado y consola de audio, para las aplicaciones de explotación, un ordenador personal con su propio monitor, ratón y teclado para las aplicaciones informáticas (de los que, en este proyecto, sólo se suministrará el monitor), un teléfono IP y un terminal Tetra (estos últimos suministrado dentro del proyecto de comunicaciones).

Con la configuración de Supervisor, la estación de trabajo estará configurada para operar con los sistemas de Tráfico (CTC), SCE (Sistema de Control de Estaciones) y el Sistema de Audio Centralizado, utilizando para ello el espacio de visualización dado por los tres monitores en la configuración que se decida.

Igualmente será posible acceder al resto de las aplicaciones (Scada de energía, SIV, CCTV etc) con las características de acceso en modo supervisor.

Únicamente el Supervisor podrá realizar Altas y Bajas de Usuarios, así como consultar las Claves de usuario.

El supervisor igualmente podrá configurar el Videowall y las Pantallas de Visualización del CCTV.

Sólo podrá existir una sesión abierta con perfil de supervisor.

#### 1.2.6.5. Puesto de Mantenimiento

El Puesto de Mantenimiento dispondrá de todos los elementos necesarios para poder recibir las alarmas e interactuar sobre los diferentes sistemas y elementos instalados en la Línea 1 de Metro de Quito de forma que se puedan minimizar las incidencias, y su impacto sobre la disponibilidad de los servicios.

El objeto del puesto de mantenimiento a instalar en el PCC es el de posibilitar el acceso a los sistemas de gestión y mantenimiento de cada uno de los sistemas desde un único punto, de forma que se puedan comparar y correlar de forma sencilla la información procedente de cada sistema individual, permitiendo una gestión integral de los sistemas de explotación de la Línea 1 de Metro de Quito.

Los recursos necesarios para la gestión y mantenimiento de cada uno de los sistemas instalar (ATS, CTC, Energía, Control de Instalaciones, etc.), estarán incluidos dentro del proyecto correspondiente, incluyendo su propio puesto de gestión. De esta forma

para cada sistema será posible el acceso para el control y la gestión del mismo tanto de forma remota (desde el puesto de mantenimiento o cualquier otro puesto autorizado) como localmente desde la propia consola de gestión del sistema (accesible normalmente desde un ordenador enracado en el bastidor del sistema instalado en el Depósito de Quitumbe).

El Puesto de Mantenimiento tiene un tratamiento singular, no teniendo que ser compatible con los restantes puestos de operador, ya que sus tareas más que de control, son de mantenimiento y gestión técnica y, en consecuencia, tendrá diferentes plataformas y recursos hardware, dependiendo del sistema a mantener.

El puesto se compondrá de:

Una estación de trabajo con dos monitores para el acceso, en modo observador, a las diferentes aplicaciones de explotación: CTC, Energía, SCE, CCTV, SIV etc, junto con las aplicaciones de históricos, moviola etc de los mismos.

- Una segunda estación de trabajo con dos monitores para el acceso tanto a la Plataforma Central de Monitorización, diseñada específicamente para integrar en un único sistema las tareas de monitorización de alarmas de cualquier sistema a instalar, de forma que el operador del puesto sepa en cada momento el estado de todas las instalaciones y pueda efectuar las acciones correctoras necesarias bien directamente desde dicha plataforma o mediante el acceso remoto desde el mismo puesto a cualquier plataforma de gestión y configuración instalada en Metro (lo que incluye las de los sistemas vistos anteriormente CTC, Scada de energía, SCE etc, y los específicos de sistemas como los de red de datos, red Tetra etc).
- Un ordenador personal con un monitor para ofimática (de los que, en este proyecto, sólo se suministrará el monitor).
- Un teléfono IP con acceso interno y externo y un terminal portátil Tetra (suministrados ambos dentro del proyecto de comunicaciones).

#### 1.2.6.6. *Puestos Auxiliares*

Los Puestos Auxiliares se utilizan como función de apoyo a la explotación y su función es la generación de informes de operación, estadísticas de uso, incidencias etc, para lo que se necesita tener acceso a los sistemas en explotación.

Los Puestos Auxiliares de los que se instalarán dos en la sala de control del PCC, dispondrán de los elementos necesarios para acceder en modo consulta a todas las aplicaciones y bases de datos desplegadas en la Línea 1 de Metro de Quito (Peaje y Venta de billetes, Bases de datos de Mantenimiento, CTC, Energía etc).

Los puestos auxiliares dispondrán de una estación de trabajo con un monitor, ratón y teclado para las aplicaciones de explotación, un ordenador personal con su propio monitor, ratón y teclado para las aplicaciones informáticas (de los que, en este proyecto, sólo se suministrará el monitor) y un teléfono IP (suministrado dentro del proyecto de comunicaciones).

### **1.2.7. Integración de sistemas en el PCC**

El mismo proveedor o adjudicatario de los sistemas de campo, en el ámbito de la Señalización Ferroviaria, el Control de la energía (Subestaciones eléctricas, acometidas, Central de Transformación y Seccionadores de la electrificación), el Control de Peaje y Acceso de Viajeros, el Telecontrol de las Instalaciones Fijas de Estación y los Sistemas de Comunicaciones, será el encargado del suministro, instalación y puesta en servicio de la centralización en el Puesto de Control Central (PCC) del correspondiente sistema sobre el Puesto de Operador que le sea asignado.

Esta heterogeneidad de suministradores requerirá que cada uno de ellos aporte los recursos técnicos que sean necesarios para permitir que el conjunto de sistemas del PCC pueda operar de una forma integrada.

#### *1.2.7.1. Integración de las aplicaciones en los puestos de operador*

En cada Estación de Trabajo con Sistema Operativo Linux/Unix deberán ejecutarse simultáneamente todas las aplicaciones de explotación en tiempo real requeridas por el perfil de Operador que se haya identificado en ellas.

La identificación se producirá mediante un usuario específico del Sistema Operativo, y será el procedimiento de arranque del propio servidor el que arranque unas u otras aplicaciones sobre uno (o varios) de los displays disponibles en cada Puesto.

El perfil de arranque de aplicaciones para cada Operador estará configurado en cada Puesto.

El suministrador de cada una de las aplicaciones de tiempo real deberá proporcionar un procedimiento de arranque y parada de la aplicación cliente que se ejecutará (potencialmente) en cada Puesto con el fin de que sea invocado convenientemente al entrar o salir de sesión cada usuario. Estos procedimientos no podrán requerir el reinicio del Sistema Operativo ni del Servidor.

El suministrador de cada una de las aplicaciones de tiempo real deberá proporcionar un paquete con toda la estructura de ficheros requeridos para que su aplicación

ejecute satisfactoriamente, así como una especificación detallada de todos los servicios del Sistema Operativo que requiera: crontabs, hosts, services, ...

Formará parte del alcance de esta tarea de Integración de Sistemas que los Puestos de Operador sean configurables respecto a las aplicaciones en función del perfil del Operador que se identifique en cada uno de ellos.

La configuración de cada perfil (aplicaciones en ejecución, distribución de ventanas, modos de acceso, etc) deberá ser validada durante la fase de pruebas de explotación, por lo que dichos perfiles deberán ser fácilmente configurables.

Las configuraciones de los diferentes perfiles, así como los aplicativos necesarios para cada sistema se integrarán dentro de la base de datos de explotación.

#### *1.2.7.2. Integración entre sistemas*

Aunque cada sistema instalado en Metro de Quito es autónomo en lo que respecta a su capacidad de operación y monitorización, es evidente que muchos de ellos deben estar interrelacionados con el fin de operar de acuerdo a lo establecido en los diferentes proyectos constructivos.

En lo que respecta al puesto central, se debe prever una tarea de integración entre sistemas, que, instalados en diferentes proyectos, necesitan integrarse a nivel de aplicación con el fin de operar de acuerdo a lo establecido.

Esta integración entre aplicaciones deberá hacerse en base a protocolos abiertos, sistemas de publicación etc, utilizando transporte TCP/IP de forma que dicha integración no pueda ser propietaria y pueda evolucionarse por un tercero a medida que lo hacen los propios sistemas.

Cada uno de los suministradores de las correspondientes aplicaciones a integrar deberá incluir en su suministro y dentro del proyecto correspondiente los recursos técnicos necesarios para realizar esta integración, en todas sus fases (especificación, desarrollo y pruebas).

#### *1.2.7.3. Integración final y pruebas completas de operación desde el PCC*

La integración final y las pruebas completas de operación constituyen el último paso antes de poder poner en explotación comercial la Línea 1 de Metro de Quito.

Dado lo complejo de esta fase, tanto por el número de pruebas a realizar como por la gran cantidad de sistemas involucrados (prácticamente todos los sistemas a instalar en Metro de Quito), se deberá realizar desde el principio del proyecto un plan de

pruebas y una planificación exhaustiva de las mismas, para lo que se contará con la participación de los contratistas de los diferentes sistemas.

De esta primera fase de coordinación, se elaborará un primer documento de especificación de pruebas y fases del mismo que deberá ser validado por la Dirección de Obras de Metro de Quito.

Este plan inicial deberá actualizarse en función de la evolución de las obras del resto de los sistemas con objeto de que un posible retraso en alguna de ellas impacte lo menos posible en las pruebas finales, afectando al resto de los sistemas. Esta actualización se realizará por medio de reuniones periódicas con los diferentes contratistas de los diferentes sistemas, estando obligado el adjudicatario de las obras del PCC a informar al resto de los contratistas, cuando un retraso o problema en una de las partes pueda afectar al trabajo inicialmente planificado.

Durante las fases de integración y pruebas finales, cada contratista deberá aportar los medios humanos y materiales necesarios para llevarlos a cabo (asociados a los costes de los respectivos proyectos) que serán coordinados dentro de este proyecto.

### **1.3. CONTROL DE ESTACIONES**

#### **1.3.1. Descripción General**

Este subsistema realiza la adquisición, supervisión y control de un conjunto de instalaciones en cada Estación, su control es centralizado y se ubica a nivel de vestíbulo en el cuarto destinado a la venta manual de títulos de transporte (Taquilla).

El alcance del proyecto de control de estaciones comprende las siguientes instalaciones en cada una de las estaciones de la línea 1 del METRO DE QUITO:

- Sistema de Control de Estaciones (SCE).
- Sistema de cancelas.
- Sistema de comunicaciones asociado al Control de Estación.
  - Sistema de CCTV.
  - Sistema de Megafonía.
  - Sistema de Interfonía.
- Sistemas de control de accesos y antiintrusión.
- Equipamiento de cuartos técnicos.
- Sistema de alimentación eléctrica y equipamiento auxiliar.
- Sistema de seguridad perimetral del Depósito de Quitumbe.

### 1.3.2. Sistema de Control de Estaciones (SCE)

El Sistema de Control de Estaciones (SCE) integra la supervisión y mando de un conjunto de instalaciones, quedando el control de la estación centralizado a nivel de vestíbulo en el cuarto destinado a la venta manual de títulos de transporte (Taquilla), denominado Puesto de Control Local (PCL).

El Sistema de Control de Estación (SCE) deberá estar basado en un paquete SCADA comercial con las características técnicas mínimas que se describen en el Pliego de Condiciones Técnicas. El SCE será el sistema que deberá dar soporte a la Operación sobre las instalaciones de estación y al Mantenimiento de las mismas.

Este sistema, cuya arquitectura engloba el sistema de supervisión y control del conjunto de instalaciones electromecánicas de la estación (escaleras mecánicas, ascensores, cancelas, ventilación, instalaciones de bombeo, salidas de emergencia, zonas de presurización de las salidas de emergencia de túnel), **a la vez que realiza las funciones de presentación y correlación de actuación con otros Sistemas, fundamentalmente (CCTV, Megafonía e Interfonía).**

Para conseguir los objetivos funcionales declarados anteriormente, el SCE deberá ser quien se integre con los Subsistemas de Estación, estableciendo con cada uno de ellos, una comunicación vía protocolo de transporte de datos lo más normalizado posible, que permita dicho Subsistema.

El sistema de CCTV se integrará con el Sistema de Control de Estaciones (SCE), permitiendo un funcionamiento coordinado con el resto de los Sistemas.

En concreto, a través del SCE, a nivel de estación, se podrán fijar, de forma automática, las cámaras ante determinadas situaciones (llamada a un Interfono, arranque de una escalera, alarma en un ascensor, etc.). De igual modo, es decir, por medio del SCE, y desde el Puesto de Control Central (PCC) se podrán fijar, bajo demanda, las cámaras en los retroproyectores ante la atención de esas mismas incidencias.

El sistema de interfonía deberá comunicar con el Sistema de Control de Estaciones (SCE) con el fin de notificar la aparición de una llamada en un interfono y permitir el control automático de la cámara TVCC asociada, sobre el monitor correspondiente.

Esta interconexión permitirá además generar información histórica de eventos relacionados con el uso local de este sistema: llamadas realizadas, llamadas atendidas, etc.

Para conseguir los objetivos funcionales declarados anteriormente, el SCE será quien se integre con los Subsistemas de Estación, estableciendo con cada uno de ellos, una comunicación vía protocolo de transporte de datos, lo más normalizado posible que permita dicho Subsistema.

### 1.3.2.1. *Arquitectura de control*

Se considera un sistema distribuido y que utiliza diferentes autómatas programables para el control y supervisión de las instalaciones asociadas e implantadas en la estación. Existen familias de autómatas diferentes según las instalaciones que controlan y supervisan, todas con protocolo de comunicación TCP/IP.

Las instalaciones sobre las que, en principio, se hacen tareas de control, telemando y supervisión son las siguientes:

- Sistema de CCTV.
- Sistema de Megafonía.
- Sistema de Interfonía.
- Escaleras mecánicas.
- Ascensores.
- Ventilación (Estación y Túnel)
- Cancelas.
- Equipos de bombeo.
- Energía:
  - Alumbrado de túnel.
  - Alumbrado de estación.
- Salidas de Emergencia.
- Zonas de presurización de las salidas de emergencia de túnel.

Esta arquitectura de control permite conocer el estado de funcionamiento de las mencionadas instalaciones en cada estación, reflejando las alarmas e incidencias o los cambios en el funcionamiento normal preasignado, así como permite dar las órdenes oportunas para modificar el estado de funcionamiento.

Las tareas de supervisión y control se podrán realizar desde cualquiera de los emplazamientos: Puesto de Control Local (PCL) o Puesto de Control Central (PCC), siempre que las instalaciones no estén en modo local.

Los componentes principales de este sistema son:

- A. Una unidad central, basado en un PC industrial de arquitectura hardware de 64 bits abierta, estandarizada, modular y escalable, y que unificará en un único monitor y teclado el control y monitorización de los sistemas de:
  - Sistema de control de instalaciones electromecánicas (Escaleras, ascensores, cancelas, salidas de emergencia, etc.)
  - sistemas de comunicaciones de estación (CCTV, Megafonía e Interfonía)
- B. Los autómatas programables o unidades remotas (UR)
- C. La red de comunicaciones

### 1.3.2.2. Funcionalidad del Sistema

#### 1.3.2.2.1. A nivel de Estación

El sistema SCE dispondrá de un interfaz gráfico que permitirá el acceso a los sistemas inteligentes de la propia estación a partir de una única aplicación basada en un plano detallado de la estación que represente los andenes, vestíbulos, escaleras, cuartos, etc.

Quizás el objeto más importante al nivel local de Estación será un Plano Sinóptico de la Estación sobre el que se posicionarán los iconos correspondientes a las distintas instancias. Estos iconos representarán, con sus atributos gráficos, el estado operativo de la instancia a la que representan, con el fin de dar al Agente de Estación una visión global del estado de las instalaciones de Estación.

- Rojo: Alarma
- Verde: Mantenimiento
- Azul: Fuera de servicio
- Amarillo: Sin comunicación
- Naranja: Estado NO reconocido (indicará que el autómatas asociado a cada instalación electromecánicas, NO puede determinar el estado en que se encuentra)

Las acciones que sobre el plano se podrán realizar son zoom sobre las distintas zonas y clic sobre los cuartos y dependencias incluidas en ellas.

Con el zoom se obtendrá en la parte central de la pantalla una ampliación de la zona del plano elegida.

Con el clic en las distintas dependencias o cuartos incluidas en la zona sobre la que se haya hecho zoom, aparecerá su descripción en un cuadro informativo.

Existirán zooms jerárquicos, es decir, para obtener un detalle de un vestíbulo, previamente se deberá hacer un clic sobre la zona del plano en la que se encuentra dicho vestíbulo. De ese modo se obtendrá la zona ampliada. Dicho detalle contendrá los iconos de los subsistemas existentes en dicho vestíbulo, colocados en el mismo lugar donde físicamente se encuentren situados.

Sobre el menú estarán accesibles las diferentes aplicaciones de la estación que permitan el telecontrol y la monitorización de los Sistemas.

Existirán pantallas específicas para cada tipo de sistema conectado. Sobre estos interfaces gráficos, que deberán parecerse lo más posible a los propios interfaces de los sistemas, se podrá tener acceso a toda la información y funciones disponibles en los propios equipos.

La información que se presente en estas pantallas deberá actualizarse en tiempo real.

El sistema SCE deberá mantener una lista de las alarmas activas en los sistemas bajo control.

Esta funcionalidad de telecontrol deberá permitir también la difusión de nuevos parámetros de explotación (Horarios, Tarifas, etc.) para los equipos conectados, así como de nuevas versiones de los programas de aplicación para los equipos que soporten la telecarga de ficheros.

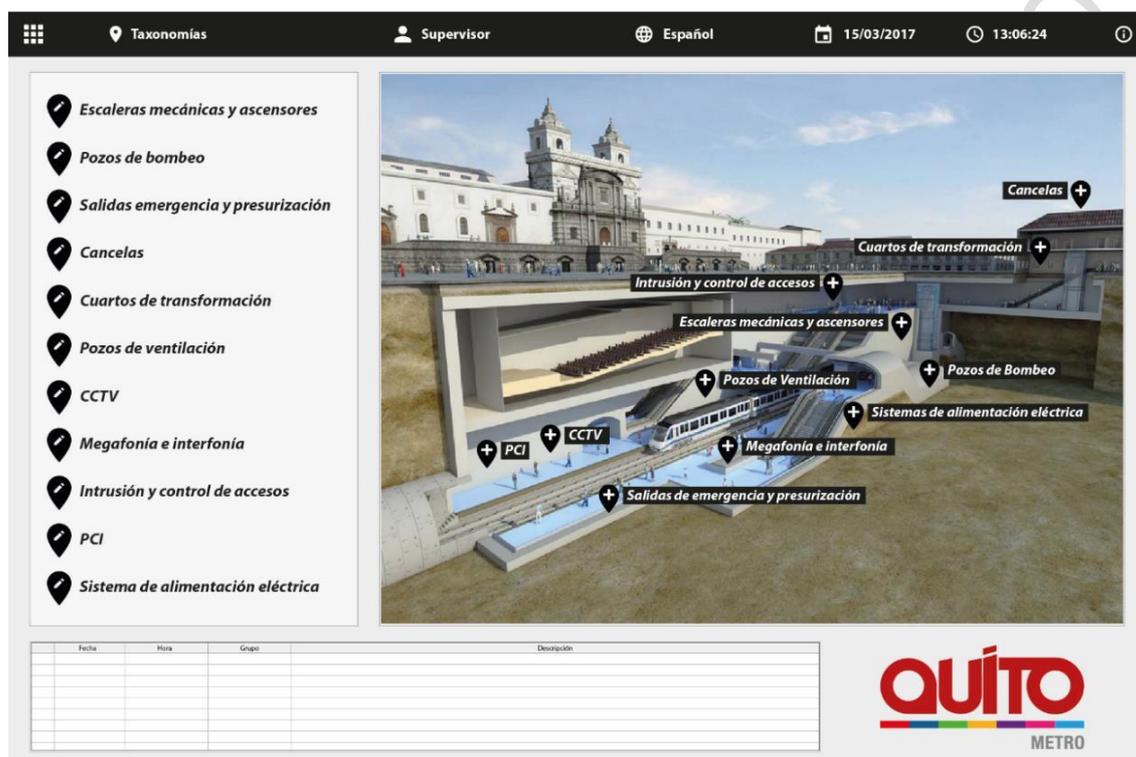


Figura 14: Interfaz Sistema SCADA

#### 1.3.2.2.2. Funcionalidad a nivel de Puesto de Control Central (PCC)

El SCE al nivel de Puesto de Control Central estará basado en un SCADA General Electric, este permitirá que futuras estaciones o Líneas se puedan integrar en el mismo, aunque incorporen diferentes SCADAS y diferentes implementaciones de la funcionalidad del SCE.

El SCE de Puesto de Control Central deberá interactuar con el SCE de Estación mediante interfaces de comunicación estandarizados que permitan subir los cambios de valor de los atributos de los objetos de campo.

La clave es que la comunicación entre el SCE local de Estación y el SCE de Puesto de Control Central no sea propietaria y que el SCE de Puesto de Control Central pueda integrar sistemas SCE locales de Estación desarrollados por diferentes integradores sobre cualquier software SCADA.

Quizás el objeto más importante al nivel de Puesto Central será un Plano Sinóptico de la Red, cada uno de cuyos nodos representará y permitirá acceder a la información de la Estación correspondiente. Los atributos gráficos de estos nodos permitirán ofrecer al Operador de Puesto de Control Central, con un simple vistazo, una información sobre el estado agregado de los Subsistemas ubicados en dicha Estación.

Pinchando sobre el nodo de cada Estación se podrá acceder al Plano Sinóptico de dicha Estación y desde allí se podrá consultar la misma información y ejercitar las mismas funciones de telecontrol que al nivel local de Estación.

Será posible establecer jerarquías de control sobre las funciones de forma que se establezcan prioridades de acceso.

La información recogida sobre alarmas, cambios de estados de los equipos, causas de fuera de servicio, etc. se almacenarán en una Base de Datos Central que servirá de interfaz con cualquier otro departamento (por ejemplo, Mantenimiento) que puedan estar interesados en consultar dicha información.

Esta información se actualizará en tiempo real de modo que sea posible conocer en todo momento, el estado de los equipos, las causas de fuera de servicio de los mismos, las alarmas, etc. realizando consultas a esta Base de Datos.

El operador de Puesto de Control Central podrá realizar diferentes tipos de tareas desde su puesto de operador:

- Recibir las alarmas que se produzcan en los equipos y reconocerlas.
- Visualizar y actuar sobre los equipos del mismo modo que se hace desde el PCL de cada estación.
- Consultar el estado de los equipos agrupados, tanto por criterio geográfico (los de una estación) como por criterio funcional (Sistemas)
- Acceder y modificar los horarios de maniobras programadas de aquellos Sistemas que se definan. Entre ellos:
  1. Cancelas
  2. Ventiladores (Andén y Túnel)
  3. Ascensores (al menos los “exteriores”)
  4. Alumbrado de estación
  5. Zonas de presurización Salidas de Emergencia de Túnel
  - 6.

Toda la información recogida sobre los cambios de estado de los equipos, las alarmas, las causas de fuera de servicio, ... se almacenan en una Base de Datos Central que

servirá de interfaz con otros estamentos de METRO DE QUITO interesados en esta información.

La información se actualiza en tiempo real de modo que sea posible conocer en todo momento el estado de los equipos, las alarmas, y las causas de fuera de servicio realizando consultas a esta Base de Datos.

### 1.3.2.3. *Equipamiento Hardware a nivel de Puesto de Control Central (PCC)*

En el Puesto de Control Central (PCC) se instalarán los siguientes elementos para controlar los subsistemas instalados en las estaciones (SISTEMA DE CONTROL DE INSTALACIONES).

- 2 servidores redundantes configurados en una topología de alta disponibilidad a nivel de aplicación y de red local, que serán los encargados de:
  - Controlarán y telemendarán todos los sistemas instalados en las estaciones y vestíbulos que están integrados en el SCE local.
  - Controlan el estado de las comunicaciones con todos los puestos de operador
  - Distribuyen la versión de Software que se está ejecutando en todos los puestos de operador para evitar incoherencias en el comportamiento.
- Base de datos transaccional, sobre un PC configurado en una topología de alta disponibilidad a nivel de red local, que serán los encargados de:
  - Guardar todos los eventos y alarmas recibidos, en tiempo real, de los subsistemas instalados en la estación o vestíbulos y crear un histórico.
  - Guardar las tablas de todos elementos integrados en los subsistemas instalados en la red de explotación.
- 7 Puestos de Operador, formado por 1 Estación de Trabajo, que será la encargada de:
  - Mostrar el interfaz del sistema y subsistemas del SCE al operador.
  - Cursar las órdenes del operador (visualizar el estado de todos los elementos de un subsistema, visualizar estado de los subsistemas en una estación, solicitar información e históricos de un subsistema, solicitar gráficas, etc ...) y realizar el telemando de los subsistemas de las estaciones.
  - Mostrar las alarmas de eventos críticos.

En este proyecto se suministrará e instalará todo el equipamiento anterior, excepto los Puestos de Operador (7), cuyo suministro, forma parte del “Proyecto de Puesto de Control Central”.

### **1.3.3. Sistema de cancelas**

Este sistema consiste en la instalación de puertas cancelas automatizadas en las nuevas bocas de acceso, para impedir el paso a las estaciones en los periodos de tiempo nocturno en que no existe servicio.

El sistema de cancelas estará formado por los elementos:

- Puertas cancelas.
- Sistema de control de cancelas.
- Pulsador de emergencia.
- Instalación eléctrica.
- Integración con el sistema de control de la estación.

Cuyos requerimientos se indican a continuación.

#### *1.3.3.1. Puertas cancelas*

Serán enrollables, de eje horizontal, o abatibles de eje vertical, de una o dos hojas dependiendo de las dimensiones de las bocas de acceso correspondientes. Estarán construidas con perfiles tubulares de acero de 60x40 mm. Los perfiles de cerco y enclavamiento serán fijados al paramento mediante placas de anclaje recibidas con mortero de cemento. Su suministro formará parte de los "Proyectos de Obra Civil".

#### *1.3.3.2. Sistema de control de cancelas*

Cada cancela estará controlada por un autómata programable instalado en sus proximidades en el armario para el cuadro de control local.

#### *1.3.3.3. Pulsador de emergencia*

En el interior de cada acceso y próximo al mismo se instalará un pulsador de emergencia, permitiendo la salida durante quince segundos, transcurridos los cuales la puerta se cierra automáticamente.

Este pulsador tiene como misión permitir la salida de la estación a cualquier persona que por algún motivo se haya quedado encerrada y no disponga de tarjeta o ante cualquier situación de emergencia.

#### 1.3.3.4. *Instalación eléctrica*

Las cancelas de la estación se alimentarán desde el armario de energía existente en el cuarto de equipos del vestíbulo.

Para cada cancela se tenderán un conjunto de cables que irán tendidos por las canaletas existentes o de nueva instalación.

Un armario, empotrado en la pared y situado en las proximidades de cada cancela será el contenedor del cuadro de mando y control local, que estará equipado con al menos los siguientes componentes:

- Automata programable para el control de la cancela.
- Mecanismos eléctricos para la protección y activación de los elementos asociados a cada cancela (el autómata, el foco de la boca de acceso, el cartel luminoso, de señalización si procede, etc.).
- Borneros, cajas de conexión, etc. para fijar e identificar todos los cables que acceden a este armario: cables de alimentación eléctrica, cables de maniobra, cable de comunicaciones, cables para señales de entrada y salida de control, etc.

#### 1.3.3.5. *Integración con el Sistema de Control de la Estación.*

Las alarmas deberán provocar ciertas actuaciones automáticas desde el resto del sistema de control de la estación, tales como la fijación de la cámara asociada sobre el monitor y el control de alumbrado de la estación, si fuera necesario.

Dada la existencia de diferentes fuentes de órdenes sobre la cancela (cuadro local, SCE a nivel de estación, Puesto de Control Central, etc.), en la información que guarde el propio sistema de cancelas se deberá disponer del origen explícito de la orden que condujo la puerta cancela a su estado actual.

Deberán ser previstos las entradas y salidas necesarias en el autómata para enviar la alarma del pulsador de emergencia e implementar la inhibición de la alarma de cancela durante los horarios de cierre de las salidas.

#### **1.3.4. Sistema de comunicaciones asociados al control de estación**

Estará formado por un conjunto de sistemas implantados por una parte para informar y atender a los viajeros y por otra parte para vigilar y supervisar las instalaciones de la estación.

Los diferentes sistemas de comunicaciones dispondrán de su propio control o unidad inteligente que estará conectada a la red Ethernet de la estación capaz de aceptar protocolos TCP/IP con el Sistema de Control de Estaciones (SCE).

Los sistemas de comunicaciones a implantar son:

- Circuito cerrado de Televisión (CCTV).
- Megafonía.
- Interfonía.

##### *1.3.4.1. Sistema de CCTV*

El sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) permitirá la vigilancia centralizada de todos los andenes, escaleras mecánicas, ascensores, vestíbulos, PCL (taquillas), Puestos de personalización de abonos, pasillos de una estación, cancelas y, eventualmente, sacos de fin de línea.

El sistema de CCTV constará de los siguientes componentes principales:

- Cámaras analógicas
- Red de cable coaxial
- Sistema de Centralización de Vídeo
- Equipo de gestión de visualización

Las señales de vídeo procedentes de las cámaras, serán enviadas por los correspondientes cables coaxiales hasta el Sistema de Centralización de Vídeo, instalado en el armario de CCTV del Cuarto de Comunicaciones.

La alimentación de las cámaras se realizará, si es posible, por el propio cable coaxial.

Se instalará un sistema de gestión de visualización, que realizará las funciones de control de las imágenes que se vean en las pantallas.

Desde el equipo de gestión de la visualización se podrán visualizar todas las cámaras de la estación.

El sistema de CCTV se integrará con el Sistema de Control de la Estación (SCE), permitiendo un funcionamiento coordinado con el resto de los sistemas.

En concreto, a través del SCE, a nivel de estación, se podrán fijar, de forma automática, las cámaras ante determinadas situaciones (llamada a un Interfono, arranque de una escalera, alarma en un ascensor, etc.). Por medio del SCE, y desde el Puesto de Control Central se podrán fijar, bajo demanda, las cámaras en las pantallas gigantes ante la atención de esas mismas incidencias.

Este sistema permitirá, además, la creación de rondas de cámaras y la gestión de la pantalla por cuadros.

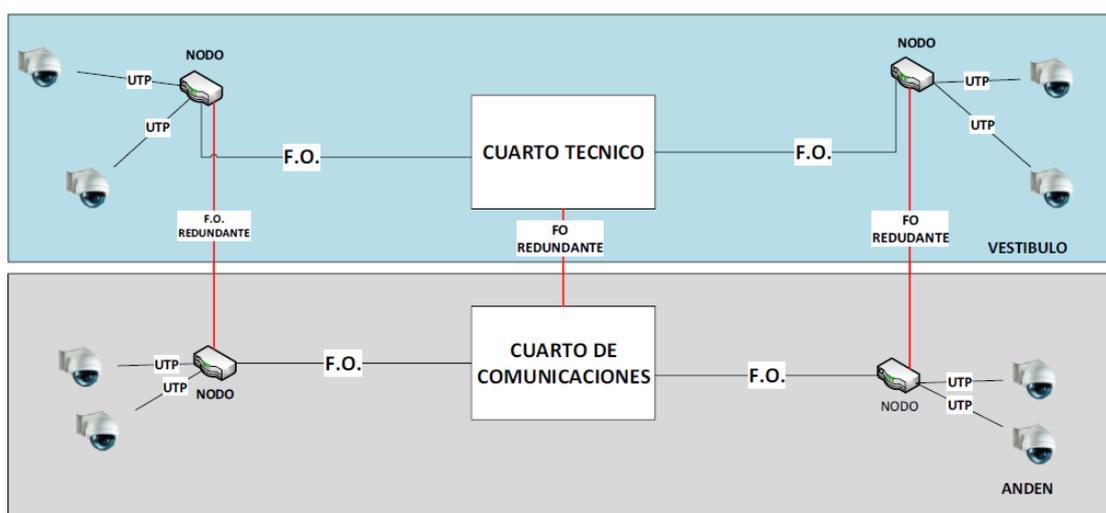


Figura 15: Conexión CCTV en Estación Tipo

#### 1.3.4.2. Sistema de Megafonía

El sistema de megafonía, permitirá la sonorización de la estación, pudiendo seleccionar una, varias o todas las zonas que se mencionan a continuación:

- Cada andén de la estación.
- Cada uno de los vestíbulos.
- Cada una de las escaleras.
- Cada una de las zonas de pasillos de cierta longitud (si se considerase necesario)

La sonorización se hará utilizando las siguientes fuentes sonoras:

- Mensajes hablados mediante micrófono y mensajes pre-grabados, a nivel local.
- Fuente local de audio constituida por el ordenador del cuarto de comunicaciones, donde se podrá almacenar y transmitir mensajes pregrabados relacionados con la circulación de trenes.

- Acceso a las mismas zonas locales desde otras fuentes similares procedentes del Puesto de Control Central.

El sistema de megafonía constará de los siguientes componentes principales:

- Fuentes de sonido: micrófono y pregrabados
- Líneas de megafonía
- Equipos de control y amplificadores instalados en el armario del Cuarto de Comunicaciones
- Sondas microfónicas de medida de ruido y concentradores de sondas.
- Altavoces de zona
- Concentrador de audio



Figura 16: Componentes Sistema de Megafonía

#### 1.3.4.3. Sistema de Interfonía

El sistema de interfonía, cuya arquitectura permite tanto a los agentes de METRO DE QUITO, como a los viajeros, establecer de modo sencillo y rápido, comunicación telefónica con el agente que tenga bajo su control (local o remoto) las instalaciones de la estación y ante la imposibilidad de establecer esta llamada, comunicación con el Puesto de Control Central.

Esta comunicación se realiza desde ciertos puestos, estratégicamente distribuidos en la estación, incluidos los interfonos de las máquinas de venta automática (METTA).

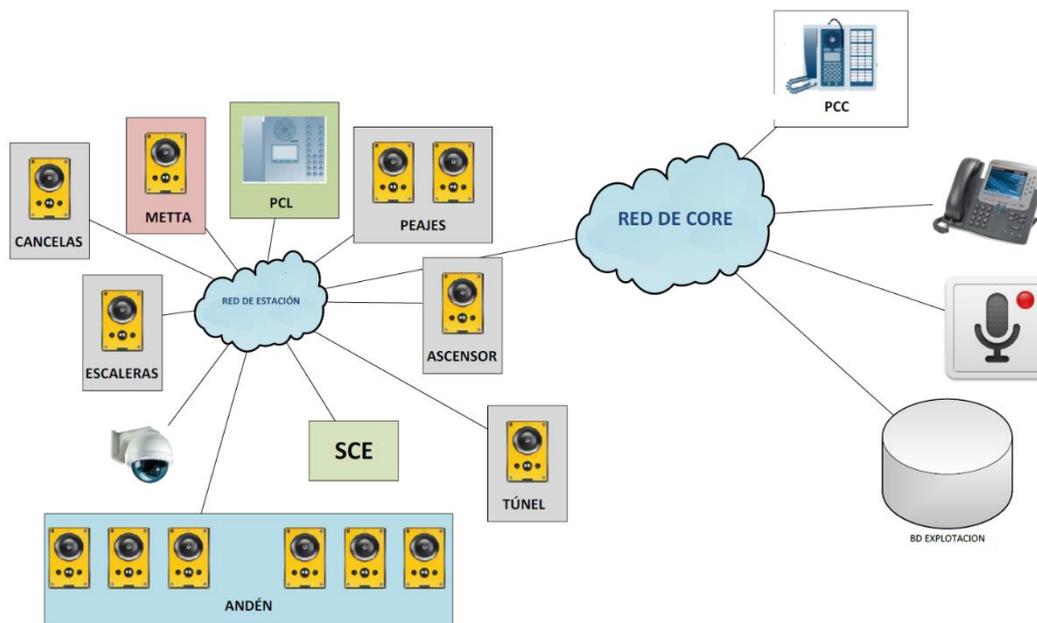


Figura 17: Diagrama Básico de Sistema de Interfonía en Estación

### 1.3.5. Sistema de control de accesos y antiintrusión

#### 1.3.5.1. Sistema de control de accesos

Al objeto de controlar el acceso al Puesto de Control Local (PCL) y otros cuartos técnicos de la estación (C. de Equipos, C. Comunicaciones, C. Transformación, C. Enclavamiento, Puestos de Personalización de Abonos y Subestaciones Eléctricas), y permitir el paso a los mismos exclusivamente al personal debidamente autorizado, se instalará un Sistema de Control de Accesos. Este personal irá equipado con tarjeta sin contacto.

El sistema también realizará las funciones de control de presencia del personal que tenga su puesto de trabajo en la estación y de registro de eventos asociados al sistema (estado de las puertas, fallos, intentos de acceso fallidos, errores, etc.).

Los componentes fundamentales de dicho sistema serán:

- Unidad mecánica de acceso, compuesta por un teclado, situados exteriormente al acceso protegido, y lector de tarjetas sin contacto escamoteado detrás de la pared del acceso.

- Una unidad electrónica de control asociada que gobierna el lector de tecnología sin contacto, los códigos enviados desde el teclado, así como la cerradura de la puerta. Esta unidad se situará dentro de la unidad mecánica.
- Esta unidad se deberá comunicar con niveles superiores de la jerarquía de control de la estación mediante protocolo TCP/IP y soporte físico Ethernet 10/100BaseT.
- Una cerradura electromagnética, situada en la puerta de acceso al cuarto.
- Cables de alimentación y control.

### 1.3.5.2. Sistema de control antiintrusión

Con objeto de controlar las actuaciones no autorizadas en el PCL o resto de cuartos técnicos, así como la manipulación de las máquinas billetteras, etc, se instalará una centralita de seguridad en el armario de control del cuarto de equipos del vestíbulo de cada estación, equipada para el control de 16 zonas, (expandible hasta 128 zonas) y conectada a cada uno de los detectores de zona.

Por otro lado, cada Subestación eléctrica se equipará con una central de seguridad, en armario mural con posibilidad de controlar hasta 8 zonas (expandible hasta 16 zonas).

Estas centralitas permitirán la supervisión, configuración, chequeo de estado, telemando y envío de estados (conexión, desconexión, alarmas, etc.) a una central receptora de seguridad, instalada en el Puesto de Control Central, mediante una comunicación a través de la red de comunicaciones Ethernet de la estación. Para esta comunicación, la centralita deberá disponer de una tarjeta de adaptación a interfaz Ethernet.

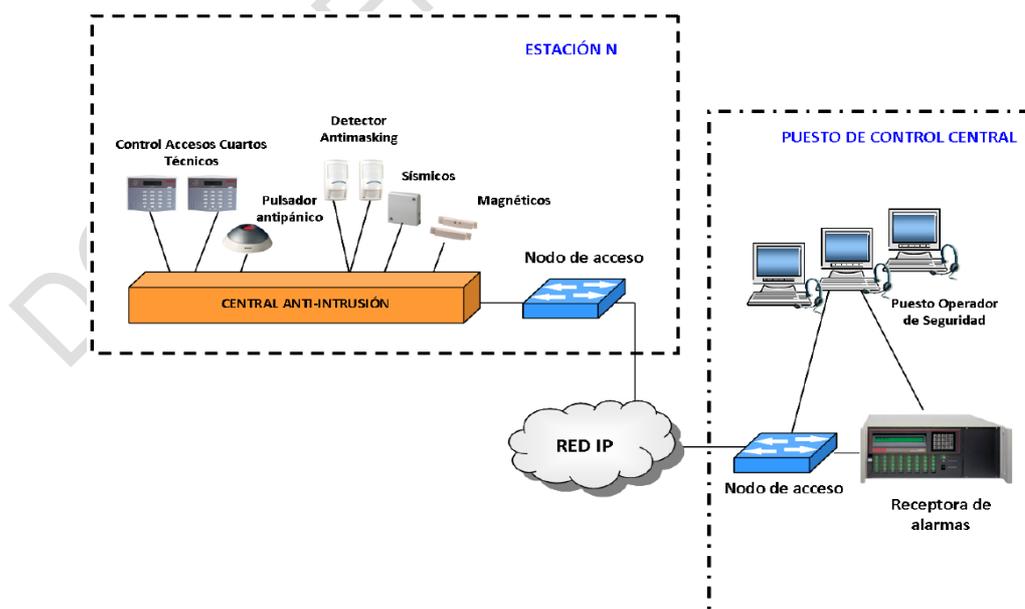


Figura 18: Sistema Anti.intrusión

### **1.3.6. Equipamiento de cuartos**

#### *1.3.6.1. Equipamiento de Cuarto de Comunicaciones*

Los armarios para equipos se ubicarán en el cuarto técnico de la estación y permitirán la colocación física de los diferentes equipos de los sistemas de comunicaciones de una forma lógica y ordenada.

La entrada y salida de cables de los armarios se realizará siempre por su parte inferior, hacia las canalizaciones que discurren por el falso suelo. El suelo de los armarios será, por tanto, de tipo modular, de forma que disponga de pasos de cable que eviten la entrada de polvo o pequeños roedores y proporcionen estanqueidad al conjunto. Todos los armarios se conectarán al sistema de toma de tierra del Cuarto de Comunicaciones.

Dispondrá de puerta frontal transparente dotada de cerradura con llave y de puertas laterales y trasera practicables, dotadas de cerradura con llave. Asimismo, dispondrá de sistema de iluminación con interruptor accionado por la apertura de la puerta frontal.

Todos los componentes del bastidor metálico serán de chapa de acero, con grado de protección mínimo IP20, y de dimensiones máximas 800 x 800 x 2100 mm.

Cada bancada de armarios contará con una acometida común con su correspondiente protección desde el módulo de distribución de 120 Vac conmutada de la Planta de Energía para alimentar una toma de corriente y el sistema de iluminación en cada armario. Cada armario contará con su correspondiente protección para esta acometida.

Además, cada equipo que se instale en dichos armarios se alimentará directamente del Armario de Distribución mediante su correspondiente toma de alimentación. Como primera opción, cada equipo se alimentará a su tensión continua nativa. Caso de no ser posible, las fuentes de alimentación deberán cumplir los requisitos de fiabilidad exigidos para sus equipos.

Una relación tipo de los armarios existentes en un Cuarto de Comunicaciones y los equipos que contienen es la siguiente, si bien parte del equipamiento descrito corresponde su instalación al “Proyecto de Comunicaciones”:

Armario de CCTV:

- Codificador/grabador de vídeo.
- Ecuilibradores.
- Fuentes de alimentación.
- Armario de Megafonía/Interfonía

- Amplificadores
- Matriz de audio digital
- Adaptadores Telefónicos
- Fuentes de alimentación.
- Armario de TETRA
- Armario de Telefonía y Sistema de Información al viajero
- Gestor de Telefonía IP
- Sistema de información al viajero
- Armario de fibra óptica monomodo
- Armario de Red de Estación
- Bandejas de Fibra óptica multimodo
- Nodo de acceso
- Conversor de medios
- Patch Panel
- Planta de Energía. Armario de Energía
- Planta de Energía. Armario de Distribución

#### 1.3.6.2. *Equipamiento del cuarto de PCL*

En cada estación o nivel de vestíbulo se dispone de dos cuartos diferenciados para realizar las funciones de venta de billetes, atención al cliente y las funciones de supervisión y mando de los sistemas de control de estaciones:

- Puesto de Control Local (PCL o Taquilla)
- Cuarto de equipos técnicos

Ambos cuartos dispondrán de falso suelo, permitiendo una distribución fácil, ordenada y diferenciada de todos los cables de energía, comunicaciones y datos que acceden, para su manejo, a dicho local.

En ambos cuartos, se instalará control de accesos para permitir el paso a los mismos exclusivamente al personal debidamente autorizado.

#### 1.3.6.3. *Equipamiento del PCL (Taquilla)*

El cuarto de operador dispondrá de todos los equipos y elementos que maneja el agente y necesita para realizar las funciones de control de las diferentes instalaciones de la estación y para la atención de los viajeros.

Los elementos más representativos que estarán situados en el cuarto del operador son:

- Puesto de operador del sistema SCE.

- Pantalla de visualización del equipo de gestión de CCTV.
- Pupitre con micrófono para megafonía.
- Terminal telefónico

#### Puesto de operador del Sistema de Control de Estación

El Sistema de Control de Estación SCE permite visualizar, telemandar y gestionar diferentes instalaciones de la estación (escaleras, ascensores, bombas, ventilación, etc.).

El puesto de operador del sistema SCE estará formado por un monitor industrial de 17", un teclado funcional inteligente y un apuntador tipo track-ball o "ratón".

#### Pantalla de visualización del equipo de gestión de CCTV

El equipo de gestión del CCTV no cuenta con interfaz de control de usuario propio, siendo la fijación de cámaras dependiente de otros servicios (Sistema de Control de Estaciones), de forma que permita implementar, de forma automática la operativa de funcionamiento de un puesto de control.

#### Pupitre con micrófono para megafonía

En el pupitre, el micrófono será el medio por el cual se difunden los mensajes hablados a las zonas previamente seleccionadas.

Dispondrá, además, de un pulsador para su activación e indicadores de preavisos y habla.

#### Terminal telefónico

Las comunicaciones asociadas a la telefonía se podrán atender desde un terminal telefónico fijo, cuyo suministro forma parte del "Proyecto de Comunicaciones".

### **1.3.7. Sistema de alimentación eléctrica**

El paso de redes especializadas para los diferentes servicios a una red multiservicio impone la necesidad de asegurar la alimentación de sus componentes ya que su no disponibilidad implica la pérdida de múltiples servicios.

En estas condiciones se tomarán las siguientes acciones:

- Monitorización de los armarios de energía

En los armarios de distribución de energía se instalarán elementos con contactos auxiliares para monitorizar su estado, a través de agentes SNMP.

- Monitorización de los SAIs

Con el fin de permitir la monitorización del estado del SAI, éste se suministrará con interfaz Ethernet y agentes SNMP, de forma que se pueda realizar su supervisión desde el Puesto de Control Central.

- Control de la alimentación de equipos

Para permitir el “reset” remoto de los equipos a instalar en los cuartos de equipos, se instalará un equipo de control remoto de su alimentación en cada uno de estos cuartos, en el armario de energía.

Estos equipos estarán conectados a la red de comunicaciones Ethernet y estarán accesibles desde el Puesto de Control Central, a través de agentes SNMP para su presentación.

#### *1.3.7.1. Armario de distribución de energía para Cuarto de Equipos de Vestíbulo*

La alimentación para los equipos de los diferentes sistemas estará centralizada en el armario de energía. Todos los interruptores, protecciones, indicadores, etc. se integrarán en dicho armario (armario rack de 19”). Se instalará uno de estos armarios en el Cuarto de equipos de los vestíbulos.

En las estaciones de S. Francisco, La Alameda y El Ejido, se instalará otro armario de energía en la propia Taquilla para la alimentación de los servicios de dicho vestíbulo (cancelas, máquina de venta de títulos de transporte –MVT-, barrera de peaje, etc.).

Desde el armario de distribución de energía, conectando el cuadro de automáticos generales (alimentación conmutada C1/C2, Socorro y SAI) se tenderán cables hasta cada uno de los equipos que precisen energía, quedando como mínimo un 30% de las conexiones y automáticos de reserva.

En ese mismo armario se integrará un sistema monofásico de alimentación ininterrumpida de estado sólido, para trabajo continuo y en línea, clase VFI, en adelante denominado SAI. El SAI funcionará en conjunción con la instalación eléctrica existente en el cuarto, para proporcionar acondicionamiento, reserva y distribución de energía para cargas de equipos electrónicos. La entrada y la salida de cables serán por la parte posterior y todas las conexiones de entrada como de salida serán fijas. El SAI constará de rectificador, inversor, baterías, bypass, panel de control y otras características adicionales.

### **1.3.8. Equipamiento auxiliar**

#### *1.3.8.1. Equipamiento de climatización*

Debido a la gran cantidad de equipos que albergan el cuarto de equipos se instalará un equipo de climatización con el fin de mantener las condiciones ambientales en el rango de temperatura y humedad especificados para el correcto funcionamiento de los equipos.

El equipo de climatización consistirá básicamente en un mueble climatizador ubicado en el interior del cuarto y en un condensador frigorífico remoto en el exterior, situado preferentemente en el foso de vía, bajo el voladizo de andén en el caso del equipo del Cuarto de Comunicaciones. La potencia del motor compresor y la producción frigorífica estará adaptada a las características y elementos instalados en cada cuarto.

El equipo de climatización se alimentará desde una línea trifásica de 220/127 Vca tendida para este fin desde el cuadro general del cuarto de Baja Tensión.

El equipo dispondrá de agentes SNMP para la supervisión y telecontrol remoto de los mismos e integrará todos los equipos mediante las vistas correspondientes en la plataforma de gestión centralizada de mantenimiento que existirá en el Puesto de Control Central.

La potencia nominal será de 7.5 kW para el equipo del cuarto de PCL, debiéndose ajustar dicha potencia a las necesidades concretas de cada cuarto y de los equipos instalados en cada uno de ellos.

Además de las pruebas propias de la instalación frigorífica, se llevarán a cabo pruebas de supervisión centralizada de los equipos de aire acondicionado, incluyendo una batería de pruebas de control y telemando.

#### *1.3.8.2. Suelo técnico y armarios para equipos*

Los cuartos de PCL dispondrán de falso suelo con losetas de material inerte placado inferiormente con chapa galvanizada y de canaleta de PVC-M1 bajo el falso suelo (separada del suelo del cuarto) para permitir el paso de los cables debidamente canalizados.

Los armarios para equipos se ubicarán sobre bancada en los distintos cuartos técnicos de la estación y permitirán la colocación física de los diferentes equipos de una forma lógica y ordenada.

La entrada y salida de cables de los armarios se realizará siempre por su parte inferior, hacia las canalizaciones que discurren por el falso suelo. El suelo de los armarios será modular, y dispondrá de pasos de cable que eviten la entrada de polvo o pequeños roedores y proporcionen estanqueidad al conjunto.

### **1.3.9. Sistema de seguridad perimetral deposito Quitumbe**

En la estación de Quitumbe se sitúa el Depósito para el aparcamiento y mantenimiento de los trenes de la línea 1, al cual es necesario dotar de sistemas de seguridad que eviten la intrusión de personal NO autorizado en el recinto y protejan las instalaciones. Así mismo, dentro del perímetro del Depósito se encuentra el edificio que alberga el Puesto de Control Central y distintas dependencias administrativas.

El alcance del proyecto engloba los siguientes subsistemas:

- **Subsistema de CCTV.** La misión principal de este subsistema será vigilar, de forma continua todo el perímetro del Depósito, así como aquellas zonas más críticas definidas en el presente documento, mediante el empleo de cámaras de vídeo fijas.
- **Subsistema de Detección Perimetral.** El objetivo fundamental del subsistema de detección perimetral será detectar cualquier intento de acceso no autorizado a través del vallado perimetral del Depósito. De este modo se asegurará que únicamente accedan al mismo personal autorizado, de modo que se dispondrá de los medios necesarios para detectar y visualizar el acceso a las instalaciones a través del perímetro. Se emplearán tecnologías basadas en detectores pasivos de infrarrojos que ofrezcan una garantía de detección elevada.
- **Subsistema de Gestión.** Este subsistema es el núcleo de todo el sistema global. Será el encargado de comunicar e integrar los diferentes subsistemas entre sí. Será una aplicación software que permitirá la integración de diferentes subsistemas externos:
  - Subsistema de CCTV.
  - Subsistema de Detección Perimetral.
- **Subsistema de instalación y equipamiento auxiliar.** Se describirá en este apartado la tipología de cables empleado (fibra óptica multimodo de 8 fibras, cableado UTP de 4 pares y categoría 6), así como los báculos que se instalarán en el camino perimetral del Depósito.

# ANEXO

COMPONENTES DEL SISTEMA DE  
TELECOMUNICACIONES

DOCUMENTO DE TRABAJO

## 1.4. RUBROS DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

### 1.4.1. Rubros de Comunicaciones

Código del Rubro	Descripción
<b>COM.RED.001. OV.77.R1</b>	<b>RED DE COMUNICACIONES</b>
<b>1,1</b>	<b>CABLE F.O DE LINEA</b>
DIKODA075	Armario repartidor de fibra óptica.
ZDIKODA050	Bandeja organizadora de empalmes y/o terminación de F.O. (conectores 24 fibras)
ZDIKOBC010	Adaptador para conector SC
ZDIKOBC020	"Pigtail" de 2,5 m con conector SC monomodo
ZDIKOAC030	"Jumper" de 1,5 m. de longitud.
DIKOOA015	Cable de 64 fibras monomodo.
<b>1,2</b>	<b>RED GIGABIT</b>
DIKDGXX01	Nodo de Acceso a la Red de Comunicaciones IP
DIKDGXX04	Módulo Gigabit (GBIC) de Alcance Intermedio 1000BaseLX/LH
DIKDGXX02	Nodo de Distribución de la Red de comunicaciones IP
DIKDGXX05	Módulo Gigabit (GBIC) de Largo Alcance 1000BaseZX
DIKDGXX15	Módulo Gigabit (SFP) de Largo Alcance 1000BaseZX
DIKDGXX25	Módulo Gigabit de 10 GB (ER) de 40 Kms de alcance
ZDIKDGR103	Nodo Troncal de la Red de comunicaciones IP
DIKDGXX009	Router de Acceso para 4 Canales E1
<b>1,3</b>	<b>RED ETHERNET DE ESTACION</b>
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
ZDIKODA012	Sub-Rack tipo MPS de 3 U de altura para armario de 19"
ZDIKODA050	Bandeja organizadora de empalmes y/o terminación de F.O. (conectores 24 fibras)
DIKOBW010	Caja de conexión de cable de 8 F.O multimodo

Código del Rubro	Descripción
ZDIKOAC010	Adaptador para conector SC multimodo
ZDIKOBC020	"Pigtail" de 2,5 m con conector SC monomodo
ZDIKOBC010	Adaptador para conector SC
ZDIKOBC020	"Pigtail" de 2,5 m con conector SC monomodo
DIKOBA011	Cable de 8 F.O. multimodo antirroedores
DIKOCA011	Cable de 8+8 F.O. mixto.
DIKOCA012	Cable de 16+16 F.O. mixto
ZDIKDCX001	Nodo de Red Ethernet de estación 24 puertos PoE
ZDIKDCX001.1	Nodo de Red Ethernet de estación 48 puertos PoE
ZDIKCDX100	Panel modular PATCHMAX de 24 módulos
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6
DIKCDX200	Roseta doble 2 tomas RJ45
ZDIKWXX052	Armarios para nodos expansores
<b>1,4</b>	<b>RED WIFI DE ESTACIÓN</b>
DIKLE0001	Estación Base de Red Inalámbrica (Wifi)
<b>COM.TET.001.OV.77.R1</b>	<b>SISTEMA DE RADIOTELEFONIA TETRA</b>
DIKR BX102	Cable radiante autosoportado de 1-1/4".
DIKRCA001	Estación base TETRA, 380-400 Mhz.
DIKRAX201	Cable coaxial de 1/2", bajo canaleta.
DIKRAX030	Cargas terminales.
DIKRAX040	Antena de Radio de Estación.
DIKR BX020	Divisor de potencia 3dB.
DIKRCA002	Subsistema receptor remoto de GPS.
DIKRCA015	Extensor de célula TETRA.

Código del Rubro	Descripción
DIKRAX205	Cable coaxial no radiante.
<b>COM.TEL.001.OV.77.R1</b>	<b>SISTEMA DE TELEFONIA</b>
ZDIKTBA051	Teléfono automático de sobremesa.
<b>COM.SIV.001.OV.77.R1</b>	<b>SISTEMA DE INFORMACION AL VIAJERO</b>
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
DIKIAX001	Equipo Local de Control de estación para SIV
DIKIAX020	P.I.V en zona de andenes
DIKIAX030	P.I.V en zona de vestíbulo
ZDIKIAX100	Cable para alimentación de 3 x 4mm <sup>2</sup>
ZDIKIAX102	Cable para alimentación de 3 x 6mm <sup>2</sup>
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6.
DIKIAX200	Software básico Equipo Local Control
<b>COM.OTR.001. OV.77.R1</b>	<b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELECTRICA</b>
ZDIKSXX030	SAI de 10000 VA
ZDIKSXX030.1	SAI de 15000 VA
ZDIKSXX100	Armario de distribución de energía (SAI 10KVA)
ZDIKSXX100.1	Armario de distribución de energía (SAI 15KVA)
<b>COM.OTR.002. OV.77.R1</b>	<b>EQUIPAMIENTO AUXILIAR</b>
<b>6,1</b>	<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN</b>
DIKWXX202	Equipo climatización de 9 kW para cuarto de comunicaciones.
<b>6,2</b>	<b>VARIOS</b>
DIKWXX101	Tubo de acero traqueal o rígido.
DIKWXX001	Falso suelo de material inerte.
DIKWXX029	Red de conexión equipotencial.

Código del Rubro	Descripción
DIKWXX030	Toma de tierra.
<b>COM.DEP.001. OV.77.R1</b>	<b>DEPÓSITO</b>
<b>7,1</b>	<b>RED GIGABIT</b>
ZDIKDGX002	Nodo de Acceso Ethernet Depósito (48 puertos PoE)
ZDIKDGX002.1	Nodo de Acceso Ethernet Depósito (48 puertos sin PoE)
ZDIKDGX002.2	Nodo de Acceso Ethernet Depósito (Perimetral)
<b>7,2</b>	<b>RED ETHERNET DE DEPOSITO</b>
ZDIKODA012	Sub-Rack tipo MPS de 3 U de altura para armario de 19".
ZDIKOBA011	Cable de 8 F.O. monomodo antirrodadores.
DIKOCA011	Cable de 8+8 F.O. mixto.
DIKOCA012	Cable de 16+16 F.O. mixto.
ZDIKODA050	Bandeja organizadora de empalmes y/o terminación de F.O. (conectores 24 fibras)
ZDIKOBC010	Adaptador para conector SC
ZDIKOBC020	"Pigtail" de 2,5 m con conector SC monomodo
DIKODW030	Protector de cable de F.O. (4 salidas y 4 tubos de 2 m. cada uno)
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6.
ZDIKCDX100	Panel modular PATCHMAX de 24 módulos
DIKCDX200	Roseta doble 2 tomas RJ45.
DIKWXXCV1	Canaleta con tapa de PVC-M1 de 16x30 mm.
<b>7,3</b>	<b>SISTEMA DE TELEFONIA</b>
ZDIKTBA051	Teléfono automático de sobremesa.
<b>7,4</b>	<b>CABLE DE F.O. DE LINEA</b>
DIKOOA015	Cable de 64 fibras monomodo.
ZDIKOBC010	Adaptador para conector SC

Código del Rubro	Descripción
ZDIKOB020	"Pigtail" de 2,5 m con conector SC monomodo
DIKODW031	Protector de cable de F.O. (8 salidas y 8 tubos de 2 m. cada
DIKODA075	Armario repartidor de fibra óptica.
ZDIKODA050	Bandeja organizadora de empalmes y/o terminación de F.O. (conectores 24 fibras)
<b>7,5</b>	<b>SISTEMA DE RADIOTELEFONIA TETRA</b>
DIKRCA002	Subsistema receptor remoto de GPS.
DIKRCA600	Estación base TETRA, 380-400 Mhz.con dos portadoras, triple diversidad, controlador redundante
DIKR BX125	Acometida alimentación desde SAI.
DIKRAXX01	Torre tubular de 12 m de altura para soporte de antena
DIKRCA003	Subsistema radiante adicional.
DIKR BX102	Cable radiante autosoportado de 1-1/4"
DIKRAX205	Cable coaxial no radiante.
<b>COM.OTR.003. OV.77.R1</b>	<b>PUESTO DE CONTROL CENTRAL</b>
<b>8,1</b>	<b>RED GIGABIT</b>
ZDIKDGR103	Nodo Troncal de la Red de comunicaciones IP
ZDIKDGR104	Nodo de Distribución de la Red IP (PCC)
DIKD GXX25	Módulo Gigabit de 10 GB (ER) de 40 Kms de alcance
ZDIKDGR105	Nodo de Acceso de la Red IP (PCC) (igual al de la estaciones)
<b>8,2</b>	<b>SISTEMA DE GESTION DE RED</b>
DIKDGR001	Plataforma hardware del Gestor de Eventos SNMP y las aplicaciones de Gestión de Configuraciones
DIKDGR002	Software gestor de eventos SNMP
DIKDGR003	Software gestión de equipos de la Red de Comunicaciones IP.
DIKDGR004	Software gestión de equipos que componen la Red de Comunicaciones
DIKDGR005	Software gestión de equipos que componen el Sistema de Telefonía IP
DIKDGR006	Plataforma hardware para instalación del Sistema de Monitorización de Estados y Tráfico

Código del Rubro	Descripción
DIKDGR007	Software de Sistema de Monitorización de Estados y Tráfico.
DIKDGR008	Sistema de gestión de red.
DIDOZU219	Puesto de Mantenimiento de Control de Comunicaciones.
<b>8,3</b>	<b>SISTEMA DE TELEFONIA</b>
DIKTEW001	Servidor Central de Telefonía (Centralita IP).
DIKTEW003	Sistema de Grabación de Voz.
DIKICX501	Sistema de Gestión de Voz sobre IP.
DIKTEW004	Gateway de Interconexión con Redes Telefónicas Públicas.
DIKTBA052	Teléfono SIP con display
<b>8,4</b>	<b>SISTEMA DE INFORMACION AL VIAJERO</b>
DIKTEO001	Servidor Central de Control del SIV
DIKTEO003	Consola LCD KVM Switch de 8 puertos y 19"
<b>8,5</b>	<b>SISTEMA DE RADIOTELEFONIA TETRA</b>
DIKRCA300	Sistema de Conmutación.
DIKRCA301	Puesto de Despacho.
<b>8,6</b>	<b>RED WIFI DE PCC</b>
DIKLE0001	Estación Base de Red Inalámbrica (Wifi)
DIKLE0303	Controlador de 50 puntos de acceso Wifi
<b>8,7</b>	<b>CRONOMETRIA</b>
DIKCRO001	Equipo de sincronización horaria mediante protocolo NTP.
DIKCRO003	Equipo Receptor GPS para sincronización de reloj patrón.
DIKCRO004	Reloj Patrón para sincronización de relojes.
<b>COM.OTR.004. OV.77.R1</b>	<b>OTRAS ACTUACIONES</b>
DIKRCA200	Terminal portátil radio TETRA, 380-208 Mhz.

Tabla 1: Rubros del Subsistema de Comunicaciones

### 1.4.2. Puesto de Control Central (PCC)

Código del Rubro	Descripción
PCC.OTR.001.OV.79. R1	<b>INSTALACIONES AUXILIARES</b>
<b>1,1</b>	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>
ZDIKSXX111	Armario de distribución de energía SAI PCC
ZDIKSXX112	Armario de distribución de energía SAI CC
ZDIKSXX113	Armario de distribución de energía PCC
ZDIKSXX025	SAI de 80 KVA.
DIKSXX202	Bandeja metálica de 80x60 mm.
DIKSXX203	Bandeja metálica de 200x60 mm.
ZDIKSXX983	Cable de Cu. AWG10 de 2 x 6 mm <sup>2</sup> . + T. 0.6/1 KV
<b>1,2</b>	<b>ADECUACIÓN CUARTO DE COMUNICACIONES y PCC</b>
DIKWXX001	Falso suelo de material inerte.
DIKWXX029	Red de conexión equipotencial.
DIKWXX030	Toma de tierra.
DIKWXX101	Tubo de acero traqueal o rígido.
<b>1,3</b>	<b>RED DE AREA LOCAL DEL CENTRO PCC</b>
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6.
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x600)
ZDIKCDX100	Panel modular PATCHMAX de 24 módulos.
DIKWXX103	Caja de falso suelo con cuatro tomas
<b>1,4</b>	<b>CLIMATIZACION</b>
DIKWXX510	Equipo climatización para sala PCC
DIKWXX511	Equipo climatización para Cuarto de Comunicaciones
DIKWXX512	Cuadro eléctrico general de mando y control del sistema de climatización

Código del Rubro	Descripción
<b>PCC.OTR.002.OV.79. R1</b>	<b>EQUIPAMIENTO DE LA SALA DE CONTROL DEL PCC</b>
<b>2,1</b>	<b>MOBILIARIO DE LOS PUESTOS DE LA SALA DE CONTROL</b>
DIKWXX302	Consola para sala Control
DIKWXX303	Consola auxiliar para sala Control
DIKWXX304	Sillón de operador ergonómico para operación 24/7
<b>2,2</b>	<b>EQUIPAMIENTO PUESTOS DE OPERADOR</b>
DIKHXX101	Workstation para puesto de operador de gama media
ZDIKHXX102	Monitor 24" TFT Full HD
ZDIKHXX206	Consola de audio de operadores
DIKHXX501	Software de operador de control de tráfico de trenes
DIKHXX502	Software de operador de control de Energía
ZDIKHXX503	Software de operador de control de Instalaciones y Seguridad
DIKHXX504	Software de supervisor
DIKHXX505	Software de operador de mantenimiento
DIKHXX506	Software de puesto auxiliar
DIKHXX105	Impresora Multifunción Laser Color empresarial con resolución 600 dpi
<b>2,3</b>	<b>VIDEOWALL</b>
DIKGXX114	Frontal de Instalación Sistema de Visualización
ZDIKGXX110	Monitores LED 50" 24/7 de alta disponibilidad
DIKGXX115	Controlador Gráfico de panel de 3x2 módulos
DIKGXX118	Controlador Gráfico de panel de 2x2 módulos.
ZDIKGXX103	Controlador de Monitor para sala de crisis
DIKGXX116	Cableado Video para Videowall
ZDIKWXX304	Mobiliario Sala de Crisis

Código del Rubro	Descripción
PCC.OTR.003.OV.79. R1	<b>SISTEMAS AUXILIARES DE OPERACIÓN DEL PCC</b>
<b>3,1</b>	<b>SISTEMA DE AUDIO CENTRALIZADO</b>
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x600)
DIKHXX201	Servidor de audio del sistema de audio centralizado
DIKHXX216	Servidor de datos del sistema de audio centralizado
DIKHXX217	Consola LCD KVM Switch de 8 puertos y 19"
<b>3,2</b>	<b>SISTEMA DE GRABACIÓN DE CONVERSACIONES</b>
DIKHXX205	Grabador VoIP de 48 canales
DIKHXX213	PC industrial para montaje en rack
<b>3,3</b>	<b>PLATAFORMA CENTRAL DE MONITORIZACIÓN</b>
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x600)
DIKHXX311	Servidor de aplicación para el sistema de gestión centralizado
	Servidor de tipo blade, dotado de dos procesadores Xeon Quad Core a 3,16GHz, 16 GB de RAM, Sw base, configuración y licencias necesarias de operación. Totalmente montado y conectado.
DIKHXX313	Disco Fibre Channel de alto rendimiento de 500GB a 15.000 rpm
	Disco Fibre Channel de alto rendimiento de 500GB a 15.000 rpm. Totalmente montado y conectado
DIKHXX312	Chasis para servidores Blade
<b>3,4</b>	<b>SISTEMAS CENTRALIZADOS DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x600)
DIKHXX312	Chasis para servidores Blade
DIKHXX217	Consola LCD KVM Switch de 8 puertos y 19"
DIKHXX322	Servidor de base de datos
DIKHXX303	Servidor central de almacenamiento

Código del Rubro	Descripción
DIKHXX323	Servidor de gestión del sistema de almacenamiento
DIKHXX324	Servidor de gestión del sistema copias de seguridad y restauración
DIKHXX325	Servidor del sistema de directorio activo y DNS
DIKHXX326	Servidor de gestión del sistema de virtualización
DIKHXX327	Servidor de virtualización
DIKHXX601	Consola central de antivirus
DIKHXX602	Licencias de antivirus
ZDIKHXX327	Equipamiento de Seguridad Firewall

Tabla 2: Rubros del Subsistema de Puesto de Control Central

### 1.4.3. Rubro de Control de Estaciones

Código del Rubro	Descripción
<b>1,1</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE ESTACIONES</b>
ZDIKSCE001	Sistema de Control de Estaciones (SCE).
DIKWXX053	Armario de 19" de 42 UA para Puesto de operador.
DIKEAA029	U.R. en Salidas de Evacuación (Ethernet 2).
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6.
DIKSCE004	Unidades Remotas en el SCE.
<b>1,2</b>	<b>SISTEMA DE CANCELAS AUTOMÁTICAS</b>
DIPAXX013	Cuadro de mando y control (Ethernet 2).
DIPAXX007	Conexión de cuadro de mando.
DIPAXX009	Pulsador de emergencia.
DIDCBC002	Cable de Cu de 3x2.5 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV

Código del Rubro	Descripción
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6.
<b>1,3</b>	<b>SISTEMAS DE COMUNICACIONES</b>
<b>1.3.1</b>	<b>SISTEMA DE CCTV</b>
DIKVAX050	Vídeo-cámara IP (camara de estación)
DIKVAX050	Vídeo-cámara IP (vigilancia ascensores)
DIKVAX050	Vídeo-cámara IP (T.V.C.C. para sacos)
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
ZDIKVVBX001	Equipo para procesamiento y almacenamiento.
DIKVVBX051	Conexión del Grabador-Concentrador.
DIKVVBX002	Equipo de gestión de visualización de PCL
<b>1.3.2</b>	<b>SISTEMA DE MEGAFONÍA</b>
ZDIKIBX002	Controlador de Red
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
ZDIKIBX012	Kit de Montaje en Rack para Amplificadores.
ZDIKIBX019	Amplificador de potencia de 4x125 W, con ecualizador y receptor para detectar ruido ambiente.
DIDCBB001	Cable de megafonía de 2 x 1,5 mm <sup>2</sup> . 0.6/1 KV.
DIKIBX022	Altavoz de 15 W.
DIKIBX025	Columnas sonoras para vestíbulos.
DIKIBX053	Pupitre de micrófono de PCL.
DIKIBX123	Conexión a Ethernet con codificador/decodificador de audio.
ZDIKIBX124	Amplificador de potencia de 500 W, con ecualizador y receptor para detectar ruido ambiente
DIKIBX125	Sonda para captación de ruido ambiente.
DIKIBX130	Unidad de calibración y ajuste del Sistema.

Código del Rubro	Descripción
DIKIBX105	Modificación de la base de datos PMT.
<b>1.3.3</b>	<b>SISTEMA DE INTERFONÍA</b>
ZDIKICX001	Interfono de público IP
ZDIKICX003	Interfono de ascensor IP.
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6
DIKIBX105	Modificación de la base de datos PMT.
<b>1,4</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS Y ANTI-INTRUSIÓN</b>
<b>1.4.1</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS</b>
ZDIKECX002	Centralita accesos, alarmas e intrusión
DIKECX005	Cerradura eléctrica tipo maestable
DIKECX007	Material auxiliar para Control de accesos
DIKECX009	Conjunto accesorios sistema control de accesos
<b>1.4.2</b>	<b>SISTEMA DE ANTI-INTRUSIÓN</b>
DIKEDX002	Conjunto de accesorios sistema antiintrusión.
DIKEDX003	Conjunto de protección de METTA.
DIKEDX012	Módulo expansor para ampliación de centralita anti-intrusión
DIKEDX004	Conjunto de detectores de exterior estancos.
<b>1,5</b>	<b>SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA</b>
ZDIKSXX101	Armario de energía para C. Equipos.
ZDIKSXX025.1	SAI de 6000 VA.
<b>1,6</b>	<b>EQUIPAMIENTO AUXILIAR</b>
<b>1.6.1</b>	<b>SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN</b>
DIKWXX201	Equipo climatización de 7 kW de potencia para C. Equipos.
<b>1.6.2</b>	<b>VARIOS</b>

Código del Rubro	Descripción
DIKSXX203	Bandeja metálica de 200x60 mm.
DIKWXX101	Tubo de acero traqueal o rígido.
<b>CES.OTR.001.OV.78.R1</b>	<b>PUESTO DE MANDO</b>
DIDOZU215	Sistema dual de ordenadores servidores.
DIDOZU216	Servidor de base de datos para SCE
DIDOZU217	Licencias para las Máquinas Virtuales requeridas para los No- dos del Sistema SCE de PCC
DIDOZU218	Software de Sistema SCE de PCC.
DIDOZU219	Sw desarrollo del protocolo comunicación entre SCE de PCC y CCTV, Megafonía e Interfonía
<b>16,2</b>	<b>SISTEMA DE CCTV</b>
ZDIKVPG111	Cliente de CCTV para VideoWall
DIKVAX601	Cliente de Visualización de Estación de Trabajo.
DIKVAX602	Servidor Central dual de Sistema de CCTV.
DIKVAX603	Servidor de Base Datos para Sistema de CCTV.
<b>16,3</b>	<b>SISTEMA DE ANTI-INTRUSIÓN</b>
DIKWCA001	Central Receptora de Alarmas con 4 interfaces telefónicos.
DIKWCA002	Licencia software 'Reporter-IP' para la centralización de alarmas de las centrales IP-link
ZDIKWXX307	Impresora de acreditaciones doble cara
ZDIKWXX309	Tarjetas de acceso
<b>CES.DEP.001.OV.78.R1</b>	<b>DEPÓSITO QUITUMBE</b>
<b>17,1</b>	<b>SISTEMA DE SEGURIDAD PERIMETRAL</b>
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
ZDIKWXX060	Armario para ubicación de equipos en perímetro.
ZDIKSXX025	SAI de 10000 VA.
DIKVAX050	Vídeo-cámara IP para Seguridad Perimetral.

Código del Rubro	Descripción
ZDIKVAX050	Análisis Inteligente de video (IVA)
DIKVAX060	Foco de infrarrojos.
DIKVAX065	Poste fijación de cámaras.
ZDIKCDX010	Cable UTP Categoría 6.
DIDCBC002	Cable de Cu de 3x2.5 mm2 0,6/1 Kv
DIKEDX100	Sistema de gestión de vídeo y seguridad del recinto del Depósito.
DIKEDX101	Estación de trabajo Pto. Control Depósito.
DIKEDX102	Grabadores de CCTV de Depósito.
<b>17,2</b>	<b>SISTEMA DE MEGAFONÍA</b>
DIKIBXCV08	Puesto de operador central megafonía.
ZDIKIBX002	Controlador de Red
DIKWXX052	Armario de 19" de 42 UA (800x800)
ZDIKIBX012	Kit de Montaje en Rack para Amplificadores.
ZDIKIBX019	Amplificador de potencia de 4x125 W, con ecualizador y receptor para detectar ruido ambiente.
ZDIKIBX015	Amplificador de potencia de 2x250 W, con ecualizador y receptor para detectar ruido ambiente
DIKIBXCV98	Cable de megafonía de 2x2,5mm <sup>2</sup>
DIKIBXCV99	Cable de megafonía de 2x1,5mm <sup>2</sup>
DIKIBX022	Altavoz de 15 W.
DIKIBX021	Altavoz de 4 W.
DIKIBX123	Conexión a Ethernet con codificador/decodificador de audio.
ZDIKIBX124	Amplificador de potencia de 500 W, con ecualizador y receptor para detectar ruido ambiente
DIKIBX125	Sonda para captación de ruido ambiente.
DIKIBX130	Unidad de calibración y ajuste del Sistema.
<b>17,4</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL DE ACCESOS</b>

Código del Rubro	Descripción
ZDIKECX002	Centralita accesos, alarmas e intrusión
DIKECX005	Cerradura eléctrica tipo maestable
DIKECX007	Material auxiliar para Control de accesos
DIKECX009	Conjunto accesorios sistema control de accesos
<b>17,5</b>	<b>SISTEMA DE ANTI-INTRUSIÓN</b>
DIKEDX002	Conjunto de accesorios sistema antiintrusión.
ZDIKEDX020	Control Vehicular ingreso a Perímetro (solo barreras)
<b>17.6</b>	<b>SISTEMA DE INTERFONÍA</b>
ZDIKICX003	Interfono de ascensor IP.
<b>17.7</b>	<b>SISTEMA DE CCTV</b>
DIKVAX050	Vídeo-cámara IP (vigilancia ascensores)

Tabla 3: Rubros del Subsistema de Control de Estaciones