

**SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE  
INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECA'NICOS, TELECOMUNICACIONES DE  
LA PRIMERA L'INEA DEL METRO DE QUITO**

1.	ANTECEDENTES .....	15
2.	OBJETIVOS .....	21
2.1.	GENERAL .....	21
2.2.	ESPEC'IFICOS .....	21
3.	ALCANCE .....	22
3.1.	INFRAESTRUCTURA .....	24
3.1.1.	T'nel .....	25
3.1.2.	Pozos .....	27
3.1.3.	Pozos de bombeo .....	28
3.1.4.	Pozos de ventilaci'3n .....	28
3.1.5.	Pozos de salida de emergencia .....	29
3.1.6.	Talleres y Cocheras .....	30
3.2.	SUPERESTRUCTURA DE V'IA .....	36
3.2.1.	V'ia .....	36
3.2.2.	V'ia sobre balasto .....	36
3.2.3.	V'ia sobre placa .....	36
3.2.4.	Carril .....	37
3.2.5.	Aparatos de v'ia .....	38
3.2.6.	Fijaciones .....	39
3.2.7.	Monitoreo .....	39
3.3.	ELECTROMECA'NICOS .....	39
3.3.1.	Sistema de Protecci'3n Contra incendio .....	39
3.3.2.	Sistema de Ventilaci'3n .....	47
3.3.3.	Sistema de Bombeo Pluvial .....	53
3.4.	TELECOMUNICACIONES .....	54
3.4.1.	Sistema de Control de Estaciones (SCADA) .....	55
3.4.2.	Sistema de Interfon'ia .....	72
3.4.3.	Sistema de Telefon'ia .....	74
3.4.4.	Sistema de Circuito Cerrado de Televisi'3n (CCTV) .....	81
3.4.5.	Sistema de Megafon'ia .....	91
3.4.6.	Sistema de Control de Accesos y Anti-Intrusi'3n .....	93
3.4.7.	Radiotelefon'ia TETRA .....	102
3.4.8.	Sistema de Informaci'3n al Viajero .....	125
3.4.9.	Sistema de Cronometr'ia .....	141

3.4.10.	Sistema de Comunicación de Red .....	144
3.4.11.	Monitorización y gestión de la Red .....	148
3.4.12.	Puesto de Control Central .....	149
3.4.13.	Climatización .....	149
3.4.14.	Fronteras de Mantenimiento con el Operador .....	150
3.4.15.	Fronteras de Mantenimiento con los demás sistemas conectados al sistema de Telecomunicaciones .....	154
3.5.	CONTINGENCIA .....	154
3.6.	MATERIALES CONSUMIBLES O FUNGIBLES .....	154
3.7.	PARTES, PIEZAS Y/O REPUESTOS.....	155
3.8.	MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL CONTRATO .....	155
4.	METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	155
4.1.	Mantenimiento preventivo .....	156
4.2.	Ejecución del mantenimiento .....	157
4.2.1.	Indicadores Generales de Mantenimiento .....	158
4.2.2.	Informe Mensual de Mantenimiento Preventivo .....	158
4.2.3.	Informe Anual de Mantenimiento Preventivo .....	159
4.3.	Mantenimiento correctivo .....	160
4.3.1.	Modificaciones, mejoras o actualizaciones.....	160
4.3.2.	Gestión de obsolescencia.....	160
4.3.3.	Vandalismo.....	161
4.3.4.	Causales de fuerza mayor o caso fortuito.....	161
4.3.5.	Reportes de Mantenimiento Correctivo .....	161
4.3.6.	Informe de Mantenimiento Correctivo.....	162
4.4.	Modificaciones de Componentes del Sistema Objeto del Contrato.....	163
4.5.	Asistencia técnica continua para mantenimiento.....	164
4.6.	Asistencia a emergencias, accidentes, vandalismo e intervenciones no programadas o en circunstancias especiales .....	164
4.7.	Obsolescencia de equipos y repuestos .....	165
4.8.	Ingreso, mantenimiento y actualización de la Información Técnica.....	165
4.9.	Gestión de los Riesgos Técnicos.....	166
4.10.	Limpieza, conservación e imagen de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones .....	166
4.11.	Gestión Ambiental, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional.....	167
4.12.	Gestión de RAM.....	167
4.13.	Control e Inspección.....	168
4.14.	Transferencia de Conocimiento .....	168
4.15.	Procedimiento de Coordinación de la PLMQ.....	170

4.16.	Sistema de Comunicación .....	170
4.17.	Sistemas de Gestión de Mantenimiento y Operación (GMAO) y Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) .....	171
4.18.	Horarios del servicio de operación.....	171
4.19.	Plan de Transición de la Prestación del Servicio .....	172
5.	INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD CONTRATANTE .....	172
6.	SERVICIOS ESPERADOS.....	173
7.	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	173
8.	PERSONAL TÉCNICO/EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS .....	173
8.1.	Personal técnico mínimo.....	174
8.2.	Equipo de Trabajo/Recursos .....	177
9.	INDICADORES .....	178
9.1.	Clasificación de Averías .....	179
10.	FORMA Y CONDICIONES DE PAGO .....	179
10.1.	Mantenimiento preventivo .....	179
10.2.	Mantenimiento Correctivo.....	180
10.3.	Tramitación del pago de los servicios y documentación habilitante .....	180
10.4.	Tiempos de Respuesta .....	181
10.5.	Indicadores Informativos .....	182
10.5.1.	Tiempo medio de resolución de una Orden de Trabajo .....	182
10.5.2.	Fiabilidad .....	182
10.5.3.	Mantenibilidad .....	183
10.6.	Indicadores de Evaluación.....	183
10.6.1.	Disponibilidad.....	183
10.6.2.	Tiempo de Respuesta .....	185
10.6.3.	Cumplimiento del mantenimiento preventivo (estándar de calidad del servicio) 186	
10.6.4.	Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental .....	187
11.	MULTAS .....	187
12.	PENALIZACIONES.....	190
13.	ADMINISTRADOR DEL CONTRATO .....	192
14.	LUGAR DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN .....	193
15.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	193
16.	OBLIGACIONES DE LA EPMMQ.....	194
17.	VIGENCIA TECNOLÓGICA.....	194
18.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	195
19.	REAJUSTE DE PRECIOS.....	196

20.	GARANTÍAS.....	196
20.1.	Garantía de fiel cumplimiento del contrato.....	196
20.2.	Garantía técnica .....	196
20.3.	Garantía de Responsabilidad civil .....	197
21.	CPC .....	197
22.	COSTO DEL PLIEGO.....	197
23.	VIGENCIA DE LA OFERTA .....	197
24.	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA OFERTA .....	197
24.1.	Integridad de la oferta.....	197
24.2.	Equipo Mínimo .....	198
24.3.	Personal Técnico Mínimo .....	199
24.4.	Experiencia General y Específica del Oferente.....	201
24.4.1.	Experiencia General mínima del Oferente .....	203
24.4.2.	Experiencia Específica mínima del oferente .....	203
24.4.3.	Experiencia del Personal Técnico Mínimo.....	203
24.4.4.	Términos de Referencia .....	205
24.4.5.	Reglas de participación .....	205
24.4.6.	Patrimonio y existencia legal.....	205
24.4.7.	Porcentaje de Valor Agregado Ecuatoriano Mínimo.....	205
24.4.8.	Oferta Económica.....	206
24.4.9.	Verificación de cumplimiento de integridad y requisitos mínimos de la oferta 206	
24.4.10.	Información financiera de referencia.....	207
24.5.	Evaluación por puntaje.....	207
25.	TABLA DE RUBROS, CANTIDADES Y PRECIOS .....	211
26.	ANEXOS .....	211

<b>Elaborado por:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
Christian Giovanni Moya Parra	Profesional 1 de Mantenimiento		10/02/2025
<b>Revisado y Aprobado por:</b>	<b>Cargo:</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
Jorge Sánchez Robles	Gerente de Operaciones (E)		10/02/2025

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<b>ABS</b>	Acrilonitrilo Butadieno Estireno. Es un plástico muy resistente al impacto (golpes) muy utilizado en automoción y otros usos tanto industriales como domésticos. Es un termoplástico amorfo.
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios.
<b>ATS</b>	Automatic Train System. Sistema dedicado al Telemando y la Gestión del Tráfico Ferroviario.
<b>ATC</b>	Automatic Train Control. Sistema integrado de protección (ATP) y conducción automática (ATO).
<b>ATO</b>	Automatic Train Operation. Sistema que permite la conducción automática del tren.
<b>ATP</b>	Automatic Train Protection. Sistema encargado de supervisar la velocidad del tren y evitar el alcance con el tren precedente.
<b>AVERÍA</b>	Es un término más específico que describe una interrupción o mal funcionamiento de un equipo o sistema, generalmente debido a una falla.
<b>BACKPLANE</b>	Es la conexión física entre las tarjetas de interfaz y los buses de distribución de energía y datos en un dispositivo de red, como un enrutador, concentrador o conmutador.
<b>BNC</b>	Bayonet Neill – Concelman. Es un tipo de conector, de rápida conexión/desconexión, utilizado para cable coaxial. Inicialmente diseñado como una versión en miniatura del “conector tipo C”.
<b>BRETELLE</b>	Se trata de dos cambios de agujas del tipo escape entrelazados en medio de dos vías paralelas.
<b>BT</b>	Baja Tensión
<b>CC</b>	Cuarto de Comunicaciones. Cuarto ubicado en cada estación en donde se aloja la centralización de conexiones de la red de comunicaciones que se distribuyen al resto de los cuartos de la estación.
<b>CCAA</b>	Sistema de Control de Accesos. Sistema electrónico que restringe o permite el acceso de un usuario a un área específica validando la identificación por medio de diferentes tipos de lectura.
<b>CCI</b>	Cuarto de Control de Instalaciones. Cuarto ubicado en cada estación en donde se alojan todo el equipamiento y conexiones para cada una de las instalaciones de estación.
<b>CCTV</b>	Circuito Cerrado de Televisión. Conjunto de elementos (cámaras, codificadores, grabadores etc.) dedicados a la captura, tratamiento y visualización de imágenes tomadas en una zona o zonas determinadas.
<b>CORE</b>	Núcleo. La región central de una fibra óptica a través de la cual circula una señal luminosa en la banda de los infrarrojos. - El núcleo de un chip que contiene funciones internas.
<b>CPU</b>	Unidad Central de Procesamiento. Es el hardware dentro de un ordenador u otros dispositivos programables, que interpreta las instrucciones de un programa informático mediante la realización de las operaciones básicas aritméticas, lógicas y de entrada/salida del sistema

<b>CSV</b>	Un archivo CSV es un formato de archivo que contiene datos que se pueden representar como una tabla y sus columnas se separan por comas o, en algunos casos, según el país o región, puntos y comas.
<b>CTC</b>	Control de Tráfico Centralizado. Sistema que permite la visualización de la ocupación de los trenes en la línea y el telemando de los enclavamientos de señales.
<b>CENELEC</b>	Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.
<b>CL1</b>	Consorcio Línea 1 Metro de Quito
<b>DAÑO</b>	Implica un deterioro físico o alteración en un componente o sistema, que puede ser el resultado de una falla o una causa de esta. El daño puede ser visible o no.
<b>DBF</b>	Data Base File. Es una solución eficaz y extremadamente rápida para ver y editar archivos DBF de todo tipo: Clipper, dBase, FoxPro, Visual FoxPro, Visual dBase y otros.
<b>DECT</b>	Digital Enhanced Cordless Telecommunications. Tecnología que permite conectar dispositivos a través de sistemas de telecomunicaciones digital sin cable.
<b>Desvío</b>	Es un aparato de vía que permite a los trenes cambiar de una vía a otra.
<b>Diagonal</b>	Se utiliza para derivar trenes sobre varias vías paralelas, consiste en un desvío en diagonal que pasa por varias vías consecutivas, permitiendo al tren acceder a cualquiera de ellas.
<b>DHCP</b>	Dynamic Host Configuration Protocol. Protocolo de configuración dinámica de host. Es un servidor que usa protocolo de red de tipo cliente/servidor en el que generalmente un servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas.
<b>DMQ</b>	Distrito Metropolitano de Quito
<b>DNS</b>	Domain Name System (Sistema de nombres de domino). Sistema que dentro de una red se encarga de resolver (traducir) los nombres de dominio de cada uno de los elementos de una red con su dirección física.
<b>DOS</b>	Ataque de Denegación de servicio. Es un ataque a un sistema de computadoras o red que causa que un servicio o recurso sea inaccesible a los usuarios legítimos.
<b>EN</b>	Normas Europeas, que elaboran, proponen y desarrollan los expertos de los diferentes Estados Miembros, de los sectores industriales o tecnológicos dentro de la estructura de normalización de Comité Europeo de Normalización (CEN). Sigue el mismo proceso de tramitación que una norma UNE, pero a nivel Europa. Tras el mismo, son editados como normas EN.
<b>EPMMQ</b>	Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito.
<b>Ethernet</b>	Estándar de Red de área local. Estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones.
<b>ETSI</b>	Instituto Europeo de Estandarización en el campo de la Telecomunicaciones.
<b>ERP</b>	Sistema de planificación de recursos empresariales
<b>FALLA</b>	Se refiere a la incapacidad de un componente, equipo o sistema para realizar su función requerida.
<b>FEC</b>	Front-End de Comunicaciones. Equipo que hace las funciones de proxy entre los equipos finales y los servidores de un Sistema.
<b>Firewall</b>	Un firewall es un componente de seguridad utilizado en redes informáticas para controlar el tráfico entrante y saliente con el fin de proteger la red y los

	sistemas conectados de amenazas externas, filtrando y bloqueando o permitiendo el flujo de datos según las reglas de seguridad predefinidas.
<b>FO</b>	Fibra Óptica. Es un medio de transmisión utilizado en la Red de Comunicaciones, para enlaces con una longitud mayor de 100 metros.
<b>FTP</b>	File Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Archivos). FTP es un protocolo que se utiliza para transferir todo tipo de archivos entre equipos conectados a una red.
<b>FW</b>	Firmware. Instrucciones de bajo nivel que controlan la operación del HW de un sistema.
<b>GATEWAY</b>	Puerta de Enlace. Equipo para interconectar redes
<b>GMAO</b>	Gestión de Mantenimiento Asistido por Computadora
<b>GNSS</b>	Sistema Global de Navegación por Satélite. Es una constelación de satélites que transmite rangos de señales utilizados para el posicionamiento y localización en cualquier parte del globo terrestre, ya sea en tierra, mar o aire.
<b>GPS</b>	Global Positioning System (Sistema de posicionamiento global). Sistema de posicionamiento global operado por el departamento de defensa de EE.UU. Que permite la sincronización y el posicionamiento de objetos en todo el mundo.
<b>H.264</b>	Tipo de codificación. Norma que define un códec de vídeo de alta compresión
<b>HARDENING</b>	"Hardening" es un término utilizado en la seguridad de la información que se refiere al proceso de asegurar un sistema, en este caso un servidor, reduciendo su superficie de ataque. Esto se logra eliminando todas las funciones, aplicaciones, servicios y otras características innecesarias del servidor, asegurándose de que el sistema operativo y todas las aplicaciones estén actualizados con los últimos parches de seguridad, y aplicando una variedad de ajustes y mejoras de configuración
<b>HDD</b>	Hard Disk Drive. Disco duro de computadora.
<b>HMI</b>	Interfaz de Usuario (Human (Y) Machine Interface)
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol. Protocolo de transferencia de hipertexto, es un protocolo de aplicación destinado a la transferencia de datos de Hipertexto.
<b>HTTPS</b>	Hypertext Transfer Protocol Secure. Protocolo seguro de transferencia de hipertexto, es un protocolo de aplicación basado en el protocolo HTTP, destinado a la transferencia segura de datos de Hipertexto, es decir, es la versión segura de HTTP.
<b>HW</b>	Hardware. Partes físicas de un sistema TI.
<b>I/O</b>	input/output. Dispositivo que permite la comunicación entre un sistema de procesamiento de información, tal como la computadora y el mundo exterior, y posiblemente un humano u otro sistema de procesamiento de información.
<b>IEC</b>	La Comisión Eléctrica Internacional (IEC) es la organización mundial que elabora y publica normas internacionales sobre la tecnología eléctrica, electrónica y tecnología análogas
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización, cuya principal actividad es la elaboración de normas técnicas internacionales
<b>IEEE</b>	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la normalización y el desarrollo en áreas técnicas.



<b>IEC</b>	La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).
<b>IETF</b>	Internet Engineering Task Force. Organización que desarrolla y promueve estándares de utilización en las comunicaciones vía Internet.
<b>IHM</b>	Interfaz Hombre Máquina. También denominado interfaz de usuario es define la forma y los medios en que un usuario puede comunicarse con una aplicación o equipo.
<b>IP</b>	International Protection. Hace referencia al standard internacional utilizado en los datos técnicos de equipamientos eléctricos y/o electrónicos, para clasificar los diferentes grados de protección, principalmente frente a polvo y líquidos.
<b>IP</b>	Internet Protocol. Es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la capa de red según el modelo internacional OSI.
<b>IP-65</b>	Índice de Protección. Grado de protección contra el contacto y la penetración de agua y suciedad.
<b>ISR</b>	Integrated Service Router. Dispositivo que proporciona conectividad entre diferentes redes donde se requiere seguridad sobre la red.
<b>ISSI</b>	Individual Short Subscriber Identity. Dentro del sistema TETRA es un número que se asigna a cada terminal de la red.
<b>IVA</b>	Análisis Inteligente de Vídeo. Sistema Inteligente de Video Análisis, que permite la asistencia de vigilancia cuando se requiere detecciones de movimiento por vídeo fiable en interior o exterior
<b>Kernel</b>	Núcleo. Es la parte central de un sistema operativo que se encarga de administrar los recursos de hardware y proporcionar servicios básicos para que los programas de software puedan ejecutarse correctamente. El kernel actúa como un intermediario entre las aplicaciones y el hardware de la computadora.
<b>KVM</b>	Kernel-based Virtual Machine. Máquina virtual basada en el núcleo es una solución para implementar virtualización completa con Linux.
<b>LAN</b>	Local Area Network. Red de Área Local.
<b>LCD</b>	Liquid Cristal Display. Representación visual por cristal líquido, sistema que utilizan determinadas pantallas electrónicas para mostrar información visual.
<b>LED</b>	Light emitting diode. Diodo emisor de luz
<b>LOG</b>	Registro de los eventos que ocurren en un sistema operativo o en un software de aplicación. Estos eventos pueden incluir mensajes de información, advertencias, errores, o cualquier otro tipo de mensaje de estado
<b>Material Móvil</b>	Este término hace referencia a los trenes y vehículos auxiliares de la PLMQ.
<b>MCERL</b>	Marco Común Europeo de Referencia
<b>MD5</b>	Message-Digest Algorithm 5. Algoritmo de Resumen del Mensaje 5) es un algoritmo de reducción criptográfico de 128 bits ampliamente usado. uno de sus usos es el de comprobar que algún archivo no haya sido modificado.
<b>MDF</b>	Main Distribution Frame. Es una estructura de distribución de señales para conectar equipo de redes y telecomunicaciones a los cables y equipos que corresponden al proveedor de servicios de telefonía, Internet, entre otros.
<b>MTBF</b>	Tiempo Medio Entre Fallos
<b>MTTR</b>	Tiempo Medio de Mantenimiento Correctivo

<b>NIP</b>	Número de Identificación Personal
<b>NTM</b>	Norma Técnica de Mantenimiento
<b>NTP</b>	Network Time Protocol. Protocolo de red utilizado para sincronizar los relojes de los diferentes sistemas conectados.
<b>Offsets</b>	Desplazamiento. Indica la distancia (desplazamiento) desde el inicio del objeto hasta un punto o elemento dado
<b>OSI</b>	Interconexión de Sistemas Abiertos. Es un modelo de referencia para los protocolos de la red de arquitectura en capas
<b>PCC</b>	Puesto de Control Central. Centro desde el que se puede llevar a cabo de forma centralizada todas las funciones de control, gestión y supervisión de todos los sistemas instalados para la gestión del transporte.
<b>PT</b>	Puesta a Tierra
<b>PCL</b>	Puesto de Control Local. Cuarto situado a nivel de vestíbulo destinado a Control de las instalaciones y venta de títulos de transporte.
<b>PGASS-H</b>	Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad y Salud Ocupacional
<b>PLMQ</b>	Primera Línea Metro de Quito
<b>PMA</b>	Plan de Manejo Ambiental
<b>PMO</b>	Oficina de Gestión Proyectos.
<b>PoE</b>	Power over Ethernet (Alimentación sobre Ethernet). Tecnología que permite suministrar alimentación eléctrica a un dispositivo de red utilizando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red.
<b>PSTN</b>	Public switched telephone network (Red Telefónica Pública Conmutada). Red tradicional de teléfono que logra que se puedan realizar las llamadas locales a larga distancia en tiempo real y de forma fluida.
<b>PTT</b>	Push To Talk (Pulsar para hablar). Modo de comunicación consistente en habilitar un canal de transmisión con otra persona o grupo de personas mientras se mantiene pulsado un botón.
<b>QoS</b>	Quality of Service (Calidad de servicio). Procedimientos establecidos para dotar a una red IP de capacidad para tratar de forma diferente los paquetes de diferentes servicios, dotando al sistema de un mayor control en la gestión de servicios de tiempo real y en el control de los flujos de datos.
<b>RADIUS</b>	Remote Authentication Dial -In User Service. Es un protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP. Utiliza el puerto 1812 UDP para establecer sus conexiones.
<b>RAID</b>	Redundant Array of Independent Disks (Conjunto redundante de discos independientes). Denominados con uno o varios números (Desde Raid 0, Raid 10+1) define la forma de operación de los sistemas de almacenamiento (Disco duros, SSD etc.) dentro de un sistema informático.
<b>RCA</b>	Radio Corporation of America. Tipo de conector eléctrico común en el mercado audiovisual.
<b>RJ-45</b>	Interfaz física utilizada para conectar redes de computadoras con cableado estructurado. Posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado (UTP).
<b>RMI</b>	Remote Method Invocation. Mecanismo para invocar un método de manera remota.

<b>RMS</b>	Rate Monotonic Scheduling. Es un algoritmo de programación utilizado en los sistemas operativos de tiempo real con prioridad estática, utilizado para la precisión en tiempo real.
<b>RG</b>	Revisión General
<b>RI</b>	Revisión Intermedia
<b>SAG</b>	Sistema de Administración Global
<b>SC</b>	Sistema de Calidad
<b>SAI</b>	Sistema de Alimentación ininterrumpida. Sistema de alimentación eléctrica compuesto por elementos de filtrado de la tensión de entrada y baterías que garantizan el funcionamiento del sistema durante un tiempo determinado en caso de caída de la tensión de red.
<b>SAN/NAS</b>	Storage Area Network/Network attached storage. Un sistema diseñado para operar como SAN o como NAS SAN: Red de área de almacenamiento (Los sistemas ven los discos de red como discos locales) NAS: Almacenamiento en red (Los sistemas ven los discos de red como discos externos).
<b>SCADA</b>	Supervisory Control And Data Acquisition. Sistema diseñado para la supervisión, el control y la adquisición de datos de uno o varios sistemas bajo su mando.
<b>SCCP</b>	Skinny Call Control Protocol. Es un protocolo propietario de control de terminal actualmente es propiedad de Cisco Systems, Inc. y se define como un conjunto de mensajes entre un cliente ligero y el CallManager.
<b>SCE</b>	Sistema de Control de Estaciones. Sistema que agrupa en una única interfaz el control y la gestión de muchos de los sistemas instalados en estaciones.
<b>SDP</b>	Session Description Protocol. Es un protocolo para describir los parámetros de inicialización de los flujos multimedia.
<b>SELINUX</b>	Security-Enhanced Linux (Linux con seguridad mejorada). Es un conjunto de funcionalidades de seguridad implementadas en el kernel de Linux que proporciona controles adicionales y mecanismos de protección para reforzar la seguridad de un sistema operativo basado en Linux.
<b>SENECYT</b>	Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
<b>SFP</b>	Small Form-Factor pluggable. Es un compacto, de acoplamiento activo transceptor utilizado tanto para telecomunicaciones y comunicaciones de datos de aplicaciones.
<b>SIE</b>	Sistema de Interfaces externos. Sistema de interfaces entre equipos que permite su comunicación de acuerdo a estándares y normativas abiertas.
<b>SIP</b>	Session Initiation Protocol (Protocolo de Inicio de Sesión). Protocolo definido por el IETF para el establecimiento de comunicaciones de Audio y Video a través de una red IP.
<b>SIV</b>	Sistema de Información al Viajero. Conjunto de elementos (paneles indicadores, ordenadores etc.) dedicados a la presentación de información gráfica y escrita a los clientes.
<b>SMTP</b>	Simple Mail Transfer Protocol. Protocolo para transferencia simple de correo, es un protocolo de red utilizado para el intercambio de mensajes de correo electrónico entre computadoras u otros dispositivos.
<b>SNMP</b>	Simple Network Management Protocol (Protocolo Simple de Administración de Red). Protocolo de red diseñado para posibilitar la gestión y supervisión de los elementos conectados a una red IP.

<b>SNTP</b>	El protocolo simple de hora de red (SNTP) es una aplicación de mantenimiento de la hora que permite sincronizar el hardware en una red.
<b>SQL</b>	Structured Query Language. Lenguaje de consulta estructurada, es un lenguaje específico del dominio que da acceso a un sistema de gestión de bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellos.
<b>SSH</b>	Secure Shell. Es un protocolo de red que permite establecer una conexión segura y encriptada entre dos computadoras. SSH proporciona un mecanismo para autenticar y cifrar la comunicación entre los dispositivos, lo que garantiza que los datos transmitidos no puedan ser interceptados o modificados por terceros.
<b>SSL</b>	Secure Sockets Layer. Capa de puertos seguros, son protocolos criptográficos que proporcionan comunicaciones seguras por una red, comúnmente Internet.
<b>SW</b>	Programas o aplicaciones específicas necesarios para llevar a cabo una tarea determinada.
<b>SWITCH</b>	Conmutador (dispositivo de red). Es el dispositivo digital lógico de interconexión de equipos que opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI
<b>TCO</b>	Total Cost of Ownership. Es un método de cálculo diseñado para ayudar a los usuarios y a los gestores empresariales a determinar los costes directos e indirectos, así como los beneficios, relacionados con la compra de equipos o programas informáticos.
<b>Toperas</b>	Elementos situados al final de las líneas férreas, cuyo objetivo es detener la circulación de los trenes absorbiendo la energía de colisión sobre ella. Deben resistir velocidades de impacto de hasta 10 km/h, para una deceleración máxima en el viajero de 2,5 m/s <sup>2</sup>
<b>TCP</b>	Transmission Control Protocol (Protocolo de Control de Transmisión). Protocolo de comunicaciones de la capa de transporte, que precisa del establecimiento previo de una conexión para el envío de cualquier datagrama siendo fiable a nivel de transporte. (Los paquetes, aunque no lleguen en su momento no se pierden).
<b>T.D.P.</b>	Tubería Depósitos Principales
<b>TCP/IP</b>	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet. Conjunto de protocolos que permiten la comunicación entre los ordenadores pertenecientes a una red
<b>TETRA</b>	Radio Troncalizada Terrestre. Es un estándar definido por el Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación ETSI. Este estándar define un sistema móvil digital de radio con el objeto de unificar diversas alternativas de interfaces de radio digitales para la comunicación
<b>TFT</b>	Thin Film Transistor. Es una variante de pantalla de cristal líquido (LCD) que usa tecnología de transistor de película delgada (TFT) para mejorar su calidad de imagen.
<b>TKIP</b>	Temporal Key Integrity Protocol. Conjunto de algoritmos de seguridad para mejorar el cifrado de datos inalámbricos.
<b>TRAP</b>	Desvío, interrupción, captura. Operación de bifurcación realizada automáticamente ante la detección de una condición de error.
<b>Tx</b>	Transmisión. En un enlace de comunicaciones unidireccional, línea dedicada a la transmisión de la información.

<b>UCA</b>	Unidad de Control de Accesos. Dispositivo que permiten el control completo de los elementos de control de accesos, intrusión y alarmas técnicas.
<b>UDP</b>	User Datagram Protocol. Protocolo de comunicaciones de la capa de transporte, que permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, no siendo fiable a nivel de transporte. (Los paquetes si no llegan a su debido momento se pierden).
<b>UIC</b>	Unión Internacional de Ferrocarriles
<b>UMPC</b>	Ultra Mobile PC. PC Ultra Móvil, es un Tablet PC de factor de forma pequeño.
<b>UNE</b>	Asociación Española de Normalización.
<b>USB</b>	Universal Serial Bus. Sistema de comunicación serie entre equipos.
<b>UTC</b>	Tiempo Universal Coordinado. Es el principal estándar de tiempo por el cual el mundo regula los relojes y el tiempo
<b>UTP</b>	Unshielded Twisted Pair (Par trenzado no blindado). Clase de cable que no se encuentra blindado y que suele emplearse en las telecomunicaciones.
<b>Videowall</b>	Pader de Video. Es un multi-monitor de instalación especial que se compone de varios monitores de ordenador, proyectores de vídeo, o aparatos de televisión ensambladas de forma contigua o superpuestos con el fin de formar una pantalla grande.
<b>Vía</b>	Es una estructura compuesta por dos carriles cuya inclinación y separación relativa son mantenidas por las traviesas que están apoyadas sobre una capa de balasto de espesor variable separada de la plataforma por una subbase o sobre una plataforma.
<b>VLAN</b>	Virtual Local Area Network (Red de área local virtual). Sistema diseñado para crear redes lógicamente independientes dentro de una misma red física.
<b>VoIP</b>	Voice over IP (Voz sobre IP). Se refiere en general a cualquier sistema que transmite comunicaciones de Voz a través de una red IP.
<b>WAN</b>	Wide Area Network. Red de Área Extendida.
<b>WEP</b>	Wired Equivalent Privacy Privacidad Equivalente a Cableado. Es el sistema de cifrado incluido en el estándar IEEE 802.11 como protocolo para redes Wireless que permite cifrar la información que se transmite.
<b>Wireless</b>	Comunicación inalámbrica. Comunicación que no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio.
<b>WPA</b>	Wi-Fi Protected Access Acceso inalámbrico protegido. Es un sistema para proteger las redes inalámbricas (Wi-Fi); creado para corregir las deficiencias del sistema previo
<b>XLR</b>	External Live Return. es un tipo de conector que suele conectarse en líneas balanceadas.

## DEFINICIONES

### Mantenedores

Son los Contratistas de mantenimiento contratados directamente por la EPMMQ y responsables por el mantenimiento de, entre otros, Material Móvil, señalización y telecomunicaciones (Puesto de Control Central), infraestructura (túnel, pozos, etc.), superestructura, electromecánicos y energía.

### Operación Comercial

La operación comercial de la PLMQ comprende las actividades operativas, financieras y de atención al usuario que garantizan un servicio de transporte público, de manera eficiente y sostenible en el Metro de Quito.

### Orden de Trabajo

Es un documento que proporcionará instrucciones acordes a los planes de mantenimiento o reparación. Este documento incluye los detalles necesarios para completar la tarea, que entre otros contiene:

- Descripción de la tarea
- Ubicación
- Técnico asignado
- Materiales necesarios
- Fecha de vencimiento
- Firma del autorizador de la tarea
- Descripción de la tarea
- Recursos a utilizar
- Información sobre el historial de servicio del trabajo
- Datos sobre cualquier otra expectativa con respecto a la labor en cuestión



## TÉRMINOS DE REFERENCIA PRELIMINAR

**OBJETO:** SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO

### 1. ANTECEDENTES

El artículo 226 de la Constitución de la República establece:

*“Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución”.*

El artículo 227 de la constitución dispone:

*“La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación”.*

El artículo 288 de la Constitución dispone:

*“Las compras públicas cumplirán con criterios de eficiencia, transparencia, calidad, responsabilidad ambiental y social. Se priorizarán los productos y servicios nacionales, en particular los provenientes de la economía popular y solidaria, y de las micro, pequeñas y medianas unidades productivas”.*

El artículo 313 de la Constitución dispone:

*“El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. (...) Se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley.”*

El artículo 314 de la Constitución dispone:

*“El Estado será responsable de la provisión de los servicios públicos de (...) vialidad, infraestructuras (...) y los demás que determine la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad.”.*

El artículo 162 del Reglamento General Sustitutivo para la Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes e Inventarios del Sector Público, determina:

*“Mantenimiento de bienes. - Las entidades y organismos comprendidos en el artículo 1 del presente Reglamento, velarán de forma constante por el mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes, a fin de conservar su estado óptimo de funcionamiento y prolongar su vida útil.*

*Para el efecto diseñarán y ejecutarán programas de mantenimiento preventivo y correctivo, a fin de no afectar la gestión operativa de la entidad u organismo...”.*

El artículo 166 de la norma ibidem, determina:

*“Plan de mantenimiento. – Todas las entidades u organismos comprendidos en el artículo 1 del presente Reglamento, contarán con el plan anual de mantenimiento de los demás bienes, el mismo que debe contar con cronogramas, financiamiento y estar aprobado por la máxima autoridad, o su delegado.”*

El artículo 167 del citado Reglamento, determina: *“Clases de mantenimiento. – El mantenimiento puede ser:*

*a) Mantenimiento correctivo o no programado: es el conjunto de procedimientos utilizados para reparar un bien ya deteriorado. Mediante el mantenimiento correctivo no solo se repara el bien ya deteriorado, sino que se realizan ajustes necesarios por fallas evidenciadas.*

*b) Mantenimiento preventivo o programado: es la inspección periódica de los demás bienes con el objetivo de evaluar su estado de funcionamiento, identificar fallas, prevenir y poner en condiciones el bien para su óptimo funcionamiento, limpieza, lubricación y ajuste. Es también en este tipo de mantenimiento en el que se reemplazan piezas para las cuales el fabricante, o su representante, ha identificado que tiene un número específico de horas de servicio.”*

El artículo 168 de la norma ibidem, determina:

*“Mantenimiento. – Estará a cargo de la unidad responsable de esta actividad en cada entidad u organismo, conforme a las leyes ambientales que se dicten sobre esta materia a fin de minimizar el impacto ambiental.*

*La unidad que requiera mantenimiento de sus bienes informará al titular de la Unidad Administrativa, o el que haga sus veces de esta necesidad, a fin de que tome las acciones respectivas, con el objeto de preservar en buenas condiciones los bienes de la entidad u organismo.*

*En las entidades y organismos que no dispongan de esta unidad, se contratarán los servicios externos para el efecto, de acuerdo a los procedimientos internos de cada entidad y en atención a las normas vigentes sobre la materia.”*

La Normativa Secundaria del Sistema Nacional de Contratación Pública, establece:

*Artículo 76.- “Del principio de vigencia tecnológica.- El principio de vigencia tecnológica implica la obligación de que la adquisición y arrendamiento de los siguientes bienes tecnológicos: equipos informáticos, equipos de impresión, equipos médicos y vehículos con uso de tecnología, así como la prestación de servicios en los que se contempla el uso de dichos bienes, reúnan las condiciones de calidad necesarias para cumplir de manera efectiva la finalidad requerida, desde el momento de su adquisición*



*y por el tiempo de la garantía técnica que en ningún caso podrá ser inferior al tiempo que indique el fabricante y/o distribuidor, conforme los lineamientos emitidos por el ente rector de finanzas públicas, con la posibilidad de adecuarse, integrarse, repotenciarse y reponerse, según el caso, de acuerdo con los avances científicos y tecnológicos”.*

Artículo 81.- *“De la contratación de servicios que requieren bienes tecnológicos. - La contratación de prestación de servicios que requieran la utilización de bienes tecnológicos, se llevará a cabo bajo las condiciones que constarán en el respectivo pliego, y que serán las siguientes:*

- 1. Que los bienes tecnológicos imprescindibles para la prestación del servicio contratado, reúnan las condiciones de calidad y actualización tecnológica necesarias para cumplir de manera efectiva la finalidad requerida;*
- 2. La obligación expresa que, durante la prestación del servicio, el oferente garantizará condiciones de mantenimiento preventivo periódico y correctivo de los bienes respectivos y la reposición del equipo a fin de mantener la tecnología de punta; y,*
- 3. La aceptación expresa del oferente respecto de permitir la inspección de los bienes de que trata este artículo, por parte del administrador del contrato designado por la entidad contratante, en cualquier tiempo durante la vigencia del contrato, para efectos de evaluar el cumplimiento de las condiciones de vigencia tecnológica ofertadas, contractualmente establecidas, incluyendo la exigencia de reemplazo del equipo, de ser necesario para cumplir con el principio de vigencia tecnológica”.*

Artículo 87.- *“Requerimientos de transferencia de tecnología para bienes importados adquiridos en la contratación pública por CPC. - Las entidades contratantes, de manera obligatoria deberán exigir transferencia tecnológica en la compra de bienes según el nivel de transferencia correspondiente y según cada CPC, al tenor de lo dispuesto en el Anexo respectivo”.*

Las Normas de Control Interno Nro. 406-13 emitida por la Contraloría General del Estado, respecto del Mantenimiento de bienes de larga duración prevé:

*“(…) La entidad velará en forma constante por el mantenimiento preventivo y correctivo de los bienes de larga duración, a fin de conservar su estado óptimo de funcionamiento y prolongar su vida útil.*

*Diseñará y ejecutará programas de mantenimiento preventivo y correctivo, a fin de no afectar la gestión operativa de la entidad (…)”.*

El artículo 208 del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito en adelante CMDMQ, establece como objeto principal de la EPMMQ el *“(…) desarrollar, implementar y administrar el subsistema “Metro de Quito” en el marco de las políticas y normas expedidas por el Municipio de Distrito Metropolitana de Quito”.*

El 26 de noviembre de 2015 se suscribió el Contrato No. RELI 01-2013 METRO DE QUITO-BID-CAF-BEI, entre el Gobierno Autónomo Descentralizado del Distrito Metropolitano de Quito – GADDMQ y el Consorcio Línea 1 Metro de Quito – CL1, para la Ejecución de PLMQ, Fase 2: Construcción de las Obras Civiles y Provisión y Montaje del Sistema de Equipamiento e Instalaciones, en el cual se entregaron los sistemas de infraestructura, superestructura, electromecánicos y de telecomunicaciones, del sistema de Transporte Metro de Quito.

El 2 de marzo de 2021, mediante Resolución Nro. DEPMMQ-005-2021, el Directorio de la EPMMQ resolvió aprobar el modelo de gestión para la operación, mantenimiento y, en general, la explotación de la infraestructura, el material móvil y el equipamiento e instalaciones del Subsistema de Transporte Público Metro de Quito, empleando la figura de gestión directa por Contrato, disponiendo:

*“Artículo 1.- ACOGER la recomendación contenida en el Oficio No. EPMMQ-GG-2021-0225-O de 25 de febrero de 2021, conforme los informes técnicos, jurídicos y de costos que lo sustentan, y DISPONER a la Gerencia General de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito que, para la operación, mantenimiento y, en general, la explotación de la infraestructura, el material móvil y el equipamiento e instalaciones del Subsistema de Transporte Público Metro de Quito, emplee la figura de gestión directa por Contrato prevista en el artículo IV.2.20 del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito (...) así como también la contratación para la provisión de bienes y servicios inherentes a la operación y mantenimiento del referido subsistema de transporte, sujetándose al ordenamiento jurídico nacional que regula la contratación pública (...).”*

El 29 de septiembre de 2021, con Resolución Nro. DEPMMQ-015-2021, el Directorio de la EPMMQ resolvió:

*“Artículo 1.- RATIFICAR el modelo de gestión para la operación del Subsistema de Transporte Público Metro de Quito adoptado por el Directorio de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito a través de la Resolución No. DEPMMQ-005-2021 de 2 de marzo de 2021, que consiste en “... emplee la figura de gestión directa por Contrato prevista en el artículo IV.2.20 del Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito considerando para ello la contratación de asistencia técnica especializada por parte de un operador internacional con amplia experiencia, así como la contratación para la provisión de bienes y servicios inherentes a la operación y mantenimiento del referido subsistema de transporte (...)”, conforme lo previsto en el “Informe de Sustento para la Selección del Modelo de Gestión para la operación y mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Quito (PLMQ)”.*

El 22 de octubre de 2021, mediante Resolución Nro. DEPMMQ-020-2021, el Directorio de la EPMMQ resolvió:

*“(...) disponer que (i) los órganos ejecutivos de la empresa desarrollen a nivel de detalle los documentos precontractuales y los modelos de Contrato a ser empleados, dentro del marco de la gestión por Contrato para la operación y mantenimiento de los elementos del Subsistema de Transporte Público Metro de Quito y (ii) que dichos órganos los pongan en conocimiento de este directorio. Para el desarrollo de los referidos documentos precontractuales y los modelos de los Contratos a ser empleados, la empresa empleará los criterios definidos en la Resolución No. C 005-2021, de 19 de enero de 2021, del Concejo Metropolitano y empleará los productos elaborados por el estructurador técnico a ser contratado y que fueran aprobados por los órganos responsables de la empresa”.*

El 14 de diciembre de 2021, se suscribió el Contrato Nro. EC-EPM METRO QUITO-203538-CS-QCBS, entre el GADDMQ y el Consorcio FGC-META ENGINEERING SA (AUDINGINTRAESA)-

AUDINGMEX cuyo objeto es la “Estructuración técnica de la Operación y Mantenimiento de la Primera Línea del Metro de Quito”, en la cual el consultor entregó el modelo de gestión y el modelo de contratación de operación y mantenimiento. Como parte de sus productos entregó los términos de referencia para la contratación del servicio de mantenimiento de infraestructura y energía, mismos que fueron aprobados por el Administrador del Contrato mediante “Acta de Entrega Recepción Parcial del Quinto Entregable” suscrita el 02 de febrero de 2023.

El 25 de febrero de 2022, mediante Resolución Nro. DEPMMQ-002-2022, se emitió el Estatuto Orgánico por Procesos de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, en el cual consta como misión de la Gerencia de Operaciones administrar los procesos de contratación de la operación, mantenimiento y otros Contratos complementarios para la prestación del servicio de transporte Metro de Quito, así como la supervisión y control para el cumplimiento de los niveles de servicio y satisfacción de los usuarios y clientes.

El 29 de noviembre de 2022, se suscribió el Contrato Nro. 20220010 entre la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito y la Empresa Operadora Metro de Medellín Transdev EOMMT S.A.S., para la “PROVISIÓN DE SERVICIOS ESPECIALIZADOS PARA LA OPERACIÓN DEL METRO DE QUITO Y LA COORDINACIÓN E INTEGRACIÓN DE LOS CONTRATOS RELACIONADOS CON LA OPERACIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DE METRO DE QUITO”, por un plazo de dos mil ciento noventa (2.190) días calendario, es decir, seis (6) años, contados a partir del día siguiente de la suscripción del Contrato, el cual finalizará en el año 2028, en dicho contrato, en la letra c), de la Cláusula Décima de las “Obligaciones de la Contratante”, se estableció como responsabilidad de la EPMMQ: “Suscribir, mantener vigentes y gestionar los Contratos de mantenimiento con los Contratistas de Mantenimiento, según corresponda.”

El 20 de diciembre de 2022, en el artículo 1 de la Resolución Nro. AQ 057-2022, la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito resolvió:

*“Delegar al Gerente General de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, la custodia, administración, supervisión, utilización, manejo y control de los bienes e inventarios de toda la infraestructura física, equipamiento, instalaciones, sistemas, material rodante, y demás obras y bienes que forman parte de la Primera Línea del Metro de Quito”.*

Adicionalmente, en el artículo 2 de la Resolución ibidem, resolvió:

*“El ejercicio de esta delegación incluye la facultad de poner a disposición de los Contratistas actuales y futuros que sean contratados para toda actividad, sea de operación, mantenimiento o cualquier otra que demande el cumplimiento de las competencias y atribuciones señaladas a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, la infraestructura y bienes detallados en el artículo primero de esta delegación, bajo cualquier figura prevista en el ordenamiento jurídico vigente, y previo cumplimiento de los requisitos y procedimientos que apliquen a cada caso”.*

El 28 de abril de 2023, en la segunda y quinta Disposición General de la Resolución Nro. SM-2023-0209, emitida por la Secretaría de Movilidad del GAD del Distrito Metropolitano de Quito, se establece:

*“Segunda. - Disponer a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, en ejercicio de sus competencias, atribuciones y bajo su responsabilidad, realizar la correcta administración, control y verificación del debido funcionamiento de la Primera Línea del*

*Metro de Quito, para lo cual controlará de manera permanente, el cumplimiento de todas las especificaciones y requisitos técnicos establecidos en la normativa y reglamentación técnica aplicable”.*

*“Quinta. - Disponer a la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, la entrega al Administrador del Sistema, de la actualización de todos los planes de seguridad y mantenimiento, a través de las cuales se garantiza las óptimas condiciones de operación del Subsistema “Metro de Quito”.”*

El 10 de octubre de 2023, se emitió el INFORME DE REVISIÓN TÉRMINOS DE REFERENCIA DESARROLLADOS POR EL ESTRUCTURADOR TÉCNICO Nro. AVA-GO-INF-122, elaborado por la Gerencia de Operaciones, en el que se justifica la modificación a los términos de referencia, entregados por el Consorcio FGC-META ENGINEERING SA (AUDINGINTRAESA)-AUDINGMEX, descritos en el párrafo anterior.

El 01 de noviembre de 2023 el Directorio EPMMQ expidió la Resolución Nro. DEPMQ-020-2023, que indica *“(…) los productos que entregue el estructurador técnico podrán ser ajustados de manera motivada, de conformidad con los informes que generen las áreas técnicas de la empresa (…)”.*

El 01 de diciembre de 2023, se suscribió el Acta de Variaciones, Ajustes, Decisiones y Acuerdos entre la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, Metro Alianza Consorcio y el Consorcio Línea 1 y Consorcio GMQ, documento a través del cual las partes acuerdan, incorporar dentro del alcance del contrato el rubro *“Mantenimientos”* de los sistemas que se encuentran fuera del alcance del Contrato Nro. 20220010, hasta la finalización de la obra, considerando como insumo los planes de mantenimiento desarrollados por la Gerencia de Metro de Quito – GMQ elaborados con base a los manuales de mantenimiento entregados por el fabricante a través de CL1.

El 15 de febrero de 2024, mediante memorando Nro. EPMMQ-GG-2024-0035-M, el Gerente General de la EPMMQ delegó a su Gerente de Operaciones, se apruebe los planes de mantenimiento de los bienes de la PLMQ.

El 24 de abril de 2024, mediante memorando Nro. EPMMQ-GT-2024-0292-M, la Gerencia Técnica remitió los manuales, planes y documentación de mantenimiento de los sistemas de infraestructura, superestructura, electromecánicos y telecomunicaciones de la PLMQ.

El 25 de abril de 2024 y el 27 de mayo de 2024, mediante memorandos Nro. EPMMQ-GO-2024-0296-M, el Gerente de Operaciones, en cumplimiento de la delegación referida, puso en conocimiento del Gerente General los Informes Técnicos No. Código AVA-GO-INF-064-2024 de Obra Civil (Infraestructura y Superestructura) y No. Código AVA-GO-INF-065-2024 de Telecomunicaciones, en los que, con base en los antecedentes técnicos y fácticos, conforme lo dispone el artículo 166 del Reglamento General Sustitutivo para la Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes e Inventarios del Sector Público, aprobó los Planes de Mantenimiento.

El 16 de mayo de 2024, mediante Informe AVA-GO-INF-091-2024, el Gerente de Operaciones (E), emitió el *“INFORME DE LOTES DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”*, en el cual concluye: *“Con sustento en las consideraciones referidas en el numeral 5 del presente informe, relacionadas con (i) Dependencia Tecnológica, (ii) Existencia de Proveedores Únicos, (iii) Redefinición del alcance de los TDR, (iv) Límite de subcontratación*

*para los contratos, se ha definido los lotes de mantenimiento acorde al numeral 5.5, por tratarse de aspectos netamente técnicos”.*

El 27 de mayo de 2024, mediante memorandos Nro. EPMMQ-GO-2024-0414-M, el Gerente de Operaciones, en cumplimiento de la delegación referida, puso en conocimiento del Gerente General el Informe Técnico No. AVA-GO-INF-101-2024 de los Sistemas de Ventilación y Protección Contra Incendios, en el que, con base en los antecedentes técnicos y fácticos, conforme lo dispone el artículo 166 del Reglamento General Sustitutivo para la Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes e Inventarios del Sector Público, aprobó los Planes de Mantenimiento.

El 14 de agosto de 2024, la EPMMQ publicó el procedimiento signado con código LICS-EPMMQ-2024-001, para la contratación del *“SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”*, con un presupuesto referencial de USD 55'283.700,00 (Cincuenta y cinco millones doscientos ochenta y tres mil setecientos con 00/100 dólares de los Estados Unidos de América), valor que no incluye el IVA, con un plazo de ejecución de cinco (5) años o 1.825 días, a partir del día siguiente de la protocolización del Contrato.

El 31 de enero de 2025, la EPMMQ mediante Resolución No. RE-GG-EPMMQ-CP-2025-004 declaró desierto y dispuso el archivo del procedimiento signado con Nro. LICS-EPMMQ-2024-001, para la contratación del *“SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”*, de conformidad con el Acta No. 005-CT-LICSEPMQ-2024-001 de la Comisión Técnica por cuanto la segunda oferta económica no representa el mejor costo, no se ajusta al presupuesto referencial y no conviene a los intereses institucionales de esta Empresa.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GENERAL**

Contar con el *“SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”* a fin de garantizar el funcionamiento de los componentes y elementos de los sistemas, conforme las necesidades de la operación comercial de la Primera Línea de Metro de Quito.

### **2.2. ESPECÍFICOS**

- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y de Telecomunicaciones de la PLMQ, conforme los planes de mantenimiento elaborados por la Gerencia Metro de Quito, basados en los manuales provistos por los fabricantes. Los mantenimientos tanto preventivos como correctivos deberán ser documentados mediante un Sistema de Gestión de Mantenimiento.



- Garantizar la operación continua y altos niveles de disponibilidad de los sistemas de la PLMQ, cumpliendo con los niveles de servicio y estándares de calidad establecidos en estos términos de referencia.
- Mantener la vida útil de los equipos y componentes que forman parte de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y de Telecomunicaciones, y mantener la cobertura de la garantía técnica de los Sistemas Electromecánicos y de Telecomunicaciones.
- Proveer y mantener el stock mínimo de repuestos requeridos para el desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y de Telecomunicaciones.
- Brindar asistencia técnica en caso de presentarse emergencias en los sistemas Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y de Telecomunicaciones de la PLMQ.
- Realizar la limpieza interna de trenes de la PLMQ.
- Cumplir con la normativa ambiental, de seguridad industrial y salud ocupacional vigente, Licencia Ambiental del proyecto, PMA y sus actualizaciones, además del Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad y Salud Ocupacional (PGASS-H).
- Generar la adecuada transferencia de conocimientos a la EPMMQ y reforzar las capacidades técnicas sobre la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de los elementos y componentes de los sistemas.

### 3. ALCANCE

La contratación del *"SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO"*, contempla las siguientes actividades:

- Realizar el mantenimiento preventivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, de acuerdo con los Manuales de Mantenimiento del fabricante y Planes de Mantenimiento (Anexo 1) emitidos por la Gerencia Metro de Quito y/o normas técnicas de mantenimiento.
- Realizar el mantenimiento correctivo con el objetivo de corregir fallas, daños, averías e incidencias de los componentes y cuartos técnicos de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ. Estas actividades de mantenimiento engloban todas las acciones no previstas ni programadas que resulten necesarias para garantizar la disponibilidad, fiabilidad y seguridad de los sistemas e infraestructura.
- Realizar la limpieza interna de trenes de la PLMQ.

- Proveer y mantener el stock de repuestos, insumos y consumibles para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones. Para lo cual se debe llevar un control de inventario en el Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).
- Monitorización de los Sistemas desde la Sala de Mantenimiento, 24/7.
- Renovación de las licencias de todos los sistemas incluidos, manteniendo su vigencia por el tiempo de contrato.
- Disponer de, al menos, un equipo de salvaguardas 24/7 por cada sistema: Infraestructura, Superestructura, Pozos, Telecomunicaciones, Climatización, PCI y Ventilación
- Movilización del personal de mantenimiento entre los diferentes frentes de trabajo donde se tengan programadas las actividades de mantenimiento.
- Brindar asistencia técnica en situaciones de emergencia tales como: caída de sistemas de telecomunicaciones; así como cualquier otro evento que impida el movimiento del material rodante o paralice la operación comercial de la PLMQ.
- Disponer y administrar un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).
- Generar y gestionar un interfaz para la integración entre el software GMAO y el software ERP - IFS del Operador
- Ejecutar todas las medidas de gestión ambiental y de residuos inherentes a sus actividades, considerando los lineamientos establecidos en el PMA y en el PGASS-H para la fase de operación y mantenimiento de la EPMMQ. En los Anexo 8 y 10 se encuentran los documentos antes señalados.
- Cumplir con las obligaciones y responsabilidades conforme la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto, así como con el PMA y PGASS-H, con sus respectivas actualizaciones, debidamente aprobadas por las instancias correspondientes.
- Realizar la transferencia de conocimiento al personal que designe la EPMMQ, de acuerdo con el Plan de Transferencia de conocimiento presentado por el Contratista.
- Realizar la limpieza continua de los sistemas que forman parte del alcance del presente contrato, custodia, conservación y seguridad de las instalaciones físicas y áreas de trabajo que asigne la EPMMQ al Contratista m.o.ediante acta de entrega recepción, para el desarrollo del objeto contractual.
- Garantizar la vigencia tecnología (Anexo 7) de los sistemas de Telecomunicaciones, Electromecánicos e Infraestructura, en aquellos que sea aplicable.

- Ejecutar el mantenimiento objeto de la presente contratación con los mayores niveles de Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (RAM) y alta prestaciones técnicas

Los componentes del sistema de la PLMQ, que se contemplan en el presente servicio de mantenimiento preventivo y correctivo son: Infraestructura (Túnel (incluye fondo de saco), Pozos, Talleres y Cocheras), Superestructura (Vía, Carril y Aparatos de Vía), Sistemas Electromecánicos (PCI en Pozos y Talleres y Cocheras, Ventilación y Bombeo Pluvial) y Sistemas de Telecomunicaciones (Puesto de Control Central, Sistema de Control de Estaciones y Comunicaciones). En los Anexos 2, 3, 4 y 6 se presentan las especificaciones técnicas, memorias descriptivas, relación de equipos y dossier de calidad, respectivamente; disponibles de los sistemas, para lo cual, se presenta a continuación, las principales características de los sistemas que forman parte del alcance de este documento.

### 3.1. INFRAESTRUCTURA

El mantenimiento de la infraestructura de estaciones no forma parte del alcance de estos términos de referencia; sin embargo, el mantenimiento de los cuartos técnicos de los sistemas que forman parte del alcance del contrato de la EOMMT será de responsabilidad del contratista.

Como referencia la PLMQ cuenta con 15 estaciones en donde se encuentra los cuartos técnicos, cuyos nombres en sentido Sur-Norte, son los siguientes:

- Quitumbe (Estación multimodal)
- Morán Valverde
- Solanda
- Cardenal de la Torre
- El Recreo (Estación multimodal)
- La Magdalena (Estación multimodal)
- San Francisco
- La Alameda
- El Ejido
- Universidad Central (Estación multimodal)
- La Pradera
- La Carolina
- Iñaquito
- Jipijapa
- El Labrador (Estación multimodal)

Dentro de las estaciones Morán Valverde y San Francisco se cuenta con puertas anti-tormentas, las cuales son un elemento de prevención pasiva, que ha sido diseñado para desviar el agua a la red municipal de saneamiento en caso de que haya abundantes precipitaciones, reteniendo el agua el tiempo suficiente para permitir que la cantidad de agua acumulada en el cubeto desagüe a la red de saneamiento pluvial de las estaciones, sin llegar al desbordamiento del cubeto. Una vez que ha bajado el nivel de agua del cubeto, la compuerta se abre para seguir permitiendo la entrada de agua a la red de saneamiento de la estación y que ésta se pueda bombear hacia otro lugar.

Como parte del alcance del presente servicio a contratar, se requiere el mantenimiento a las compuertas cortafuego bajo andén denominadas RF, que se encuentran dentro de las estaciones, las cuales forman parte del alcance del presente documento.



Adicionalmente, se deberá dar mantenimiento al sistema de puesta a tierra, ubicado en las estaciones, pozos y en la playa de vías de Talleres y Cocheras, instalación a través del cual se conectan los demás sistemas.

### 3.1.1. Túnel

El revestimiento se realizó mediante anillos formados por dovelas prefabricadas de hormigón armado, con 8,43 m de diámetro interior, 32 cm de espesor, y 1,50 m de longitud. El anillo del tipo denominado universal, formado por siete dovelas (seis más dovela de cierre). Las dovelas corresponden a armadura convencional y adicionalmente de fibras de acero en una dosificación de 25 kg/m<sup>3</sup> de hormigón, cuyo principal objetivo es evitar las roturas de la dovela en el montaje por esfuerzos de corte y asegurar el comportamiento estructural del anillo en el caso de fuego en el interior del túnel. El túnel mayormente fue construido mediante el método EPB y en menor proporción entre pantallas (incluye Fondo de Saco).

SITIO	PK - INICIO	PK - FINAL	DISTANCIA (m)
ACCESO A TALLERES Y COCHERAS	9+463.500	9+552.660	89.16
TÚNEL ENTRE PANTALLAS VARIANTE QUITUMBE	9+552.660	10+001.000	448.34
<b>ESTACIÓN QUITUMBE / PB1</b>	10+001.000	10+160.570	159.57
TÚNEL SUR (TBM HK S-1022)	10+160.570	10+477.360	316.79
<b>POZO EXTRACCIÓN 1</b>	10+477.360	10+499.370	22.01
TÚNEL SUR (TBM HK S-1022)			1490.94
<b>ESTACIÓN MORÁN VALVERDE</b>	11+990.308	12+120.026	129.718
TÚNEL SUR (TBM HK S-1022)			1932.11
<b>ESTACIÓN SOLANDA</b>	14+052.132	14+196.070	143.94
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			670.43
TÚNEL ENTRE PANTALLAS	14+866.498	14+910.087	43.59
<b>ESTACIÓN CARDENAL DE LA TORRE</b>	14+910.087	15+043.752	133.67
TÚNEL ENTRE PANTALLAS	15+043.752	15+191.924	148.17
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			1831.52
<b>ESTACIÓN EL RECREO</b>	17+023.446	17+156.957	133.511
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			1700.13
<b>ESTACIÓN LA MAGDALENA</b>	18+857.090	18+973.490	116.40
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			2624.62
<b>ESTACIÓN SAN FRANCISCO</b>	21+598.113	21+713.849	115.736
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			1593.94
<b>ESTACIÓN LA ALAMEDA</b>	23+307.794	23+441.304	133.51
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			651.38
<b>POZO EXTRACCIÓN 2</b>	24+092.680	24+114.680	22.00
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			217.15
<b>ESTACIÓN EL EJIDO / PB-8</b>	24+331.828	24+469.837	138.01
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1231.55
<b>ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL</b>	25+701.390	25+855.413	154.02
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			935.50
<b>ESTACIÓN LA PRADERA</b>	26+790.910	26+924.420	133.51
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			784.96

<b>ESTACIÓN LA CAROLINA</b>	27+709.375	27+846.925	137.55
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1401.23
<b>ESTACIÓN IÑAQUITO</b>	29+248.156	29+383.256	135.10
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1244.36
<b>ESTACIÓN JIPIJAPA</b>	30+627.619	30+763.969	136.35
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1049.88
<b>ESTACIÓN EL LABRADOR</b>	31+813.847	31+972.996	159.15
TÚNEL ENTRE PANTALLAS FONDO SACO	31+972.996	32+291.346	318.35

- **Túnel EPB**

Para la mayor parte del trazado del túnel de línea se utilizó tuneladora tipo EPB (trabajo con frente cerrado y presión de tierras mantenida en la cámara por medio de un tornillo sinfín de evacuación de los productos excavados).

La elección de un método de construcción basado en la perforación mediante escudo EPB en modo cerrado se ha demostrado como un gran éxito, como ha sido la construcción de la PLMQ.

El diseño resistente del revestimiento del túnel se ha obtenido del análisis estructural de éste, sometido a las solicitaciones que se producen en las dovelas desde su fabricación y transporte a la obra, el montaje del anillo y las fuerzas que sobre este ejerce la tuneladora, a las acciones del terreno y el agua contenida en él, y al efecto de los terremotos.

- **Túnel entre pantallas**

El método de túnel entre pantallas que incluye el Fondo de Saco, se adoptó en ciertos tramos en la ejecución del túnel de línea. Se ejecutaron pantallas de 1,00 mm de ancho, con hormigón armado de 30 MPa de resistencia y acero A42.

- **Drenajes**

- Sistema de drenaje del túnel

El sistema de drenaje en la sección en túnel consiste en una serie de canaletas superficiales moldeadas en el hormigón de la vía que recogen las infiltraciones y el agua que pueda verter sobre la plataforma y la conducen hacia una canaleta central (dispuesta a lo largo del eje de la plataforma) que desagua en los pozos de bombeo de pluviales.

Se dispone de unas canaletas laterales de tipo albañal de 15 cm de ancho en los bordes de la plataforma y una canaleta central de 20 cm de ancho a lo largo del eje de la plataforma, en el que se recogerá toda el agua de drenaje. La conexión entre los albañales y la canaleta central se realiza mediante unos canalillos transversales de 15 cm de anchura y profundidad variable que se disponen con una pendiente del 0,2%. La pendiente de las canaletas centrales y las laterales coincide con la pendiente de la rasante de la plataforma.

En resumen, el túnel de línea tiene las siguientes características:

- Túnel de línea
  - Túnel EPB
  - Túnel entre pantallas (incluye Fondo de Saco)

- Drenajes
- Plataforma de vía
  - Hormigón H15 y H-25
  - 3500 m de vía doble con manta elastómera y 2600 m de vía doble con sujeciones anti vibratorias
  - Mastic Asfáltico

### 3.1.2. Pozos

Como parte de la infraestructura de la PLMQ, también se cuenta con Pozos de ventilación, Pozos de Bombeo, Pozos Salidas de emergencia, los mismos que se encuentran construidos de forma individual y combinado.

<b>POZOS</b>	
<b>SITIO</b>	<b>PK – EJE POZO</b>
Salida de Emergencia 1 (SE1)	10+488.37
Pozo de Ventilación 1 (PV1)	11+062.30
Salida de Emergencia 2 (SE2)	11+599.47
Pozo de Bombeo 1 (PB1)	11+997.33
Salida de Emergencia 3 (SE3)	12+620.00
Pozo de Ventilación 2 (PV2)	13+122.82
Salida de Emergencia 4 (SE4) / Pozo de Bombeo 2 (PB2)	13+502.03
Pozo de Ventilación 3 (PV3)	14+527.62
Pozo de Bombeo 3 (PB3)	14+762.00
Salida de Emergencia 5 (SE5)	15+606.94
Pozo de Ventilación 4 (PV4) / Pozo de Bombeo 4 (PB4)	16+159.97
Salida de Emergencia 6 (SE6)	16+557.92
Pozo de Ventilación 5 (PV5)	17+719.25
Salida de Emergencia 7 (SE7)	18+235.19
Pozo de Bombeo 5 (PB5)	18+642.97
Salida de Emergencia 8 (SE8)	19+371.86
Pozo de Ventilación 6 (PV6) / Salida de Emergencia 15 (SE15)	20+189.36
Salida de Emergencia 9 (SE9)	21+061.93
Pozo de Bombeo 6 (PB6) / 24 de Mayo	21+352.61
Pozo Santa Clara (Salida de Emergencia 16 (SE16))	21+475.49
Salida de Emergencia 10 (SE10)	22+468.98
Pozo de Ventilación 7 (PV7) / Pozo de Bombeo 7 (PB7)	22+730.21
Pozo de Ventilación 8 (PV8)	23+905.88
Pozo de Bombeo 8 (PB8)	24+448.62
Pozo de Ventilación 9 (PV9)	25+052.48
Salida de Emergencia 11 (SE11) / Pozo de Bombeo 9 (PB9)	25+315.33
Pozo de Ventilación 10 (PV10)	26+456.00
Pozo de Ventilación 11 (PV11) / Pozo de Bombeo 10 (PB10)	27+287.36
Salida de Emergencia 12 (SE12) / Pozo de Bombeo 11 (PB11)	28+434.00
Pozo de Ventilación 12 (PV12)	28+731.34
Salida de Emergencia 13 (SE13) / Pozo de Bombeo 12 (PB12)	29+908.79
Pozo de Ventilación 13 (PV13)	30+074.64
Pozo de Ventilación 14 (PV14) / Pozo de Bombeo 13 (PB13)	31+110.32

Salida de Emergencia 14 (SE14), que está sujeta al estado final que se determine para Fondo de Saco.

Fondo de Saco

### 3.1.3. Pozos de bombeo

Los pozos de bombeo están ubicados en los puntos bajos del trazado a largo de los tramos de túnel Inter estaciones, donde se recogen los caudales provenientes de escorrentía e infiltración del resto de tramo que drenan hacia él.

Dentro de este alcance, también se considera los pozos de bombeo situados en las estaciones Morán Valverde y El Ejido.

Estos pozos están provistos de aljibes capaces de recoger, en ausencia de bombeo por cualquier hipotética incidencia, los caudales afluentes totales de 4 horas y se encuentran equipados con tres bombas sumergibles.

Son accesibles desde el nivel de vía del túnel y desde la calle, de manera que sea posible la extracción de las bombas desde el nivel de calle sin tener que interrumpir la circulación de trenes o esperar a corte nocturno. Estos pozos cuentan principalmente con las siguientes características:

- Escaleras de acceso. Estos pozos están dotados de escaleras de hormigón accesibles desde el nivel de calle hasta la losa de cubierta del aljibe situado a nivel de vía de túnel. Estas escaleras de servicio tienen un ancho de al menos 1 m.
- Aljibe: la losa de cubierta del aljibe se sitúa 30 cm sobre la cota de cabeza de carril del túnel en el punto donde se sitúa el pozo de manera que en caso de inundación del túnel la plataforma de trabajo en el pozo de bombeo esté resguardada.
- Galería de conexión con túnel: ancho de 2,50 m.
- Instalaciones y cuadros eléctricos propios del sistema de bombeo
- Instalaciones mecánicas.

Es preciso señalar que, la iluminación y fuerza de los pozos, estará a cargo del mantenedor de energía, siendo el punto de frontera el cuadro de alimentación principal del sistema de bombeo.

### 3.1.4. Pozos de ventilación

Los pozos de ventilación se sitúan en los tramos de túnel (Inter estaciones), generalmente en las proximidades del punto medio de los distintos tramos de túnel.

Los pozos de ventilación tienen dimensiones tales que, el aire extraído no supere la velocidad de 2,5 m/s en el caso de salida en zona peatonal y de 3,5 m/s en caso de calzadas y jardines. La rejilla exterior es de 32 m<sup>2</sup> de superficie calculadas con carga de tráfico sobre su superficie.

La rejilla no está localizada en zonas transitables por peatones y se ubica en zonas alejadas de las edificaciones. Siempre que las rejillas no se encuentren en una zona vial, éstas se han sobre elevado al menos 30 cm respecto a la cota de calle. Dentro de estos pozos se tienen Instalaciones eléctricas y mecánicas que son parte de este alcance. Es preciso señalar que, la iluminación y

fuerza de los pozos, estará a cargo del mantenedor de energía, siendo el punto de frontera el cuadro de alimentación principal del sistema de ventilación.

### 3.1.5. Pozos de salida de emergencia

Las salidas de emergencia son llamadas vías de escape para los usuarios de tren suburbano en caso de incendios o cualquier otra incidencia que pueda poner en riesgo la integridad de estos.

La infraestructura de las instalaciones de los pozos, cuentan con las siguientes características:

- Instalaciones físicas
  - Estructuras
    - Estructuras de hormigón en cuarto eléctrico, cuarto de presurización (losas de piso, losa de techo, etc.). Cuarto técnico, conducto de ventilación, cubetos de agua en túnel de acceso
    - Cubeto
    - Escalera a nivel de fondo, a nivel de andén
  - Albañilería
    - Mampostería de bloque en paredes
    - Enfoscado en una o dos paredes
    - Revestimiento de paredes: pintura, impermeabilizaciones
    - Nivelación con hormigón para formación de pendientes en pisos
    - Protección con lanas de fibra de vidrio contra incendios y control de drenaje en bóveda de galería, paredes del pozo y zonas de entronque
  - Cerrajería
    - Perfilería metálica y rejilla, boca de pozo y cubetos
    - Perfilería metálica en zonas de muro de bloque y piezas de sujeción
    - Pasamanos de acero inoxidable en escaleras
    - Rejillas de protección en bombas pluviales, rejilla a nivel de galería
    - Paneles de lámina para encauzar filtraciones
  - Carpintería metálica
    - Puerta de una hoja, según tipo especificado en plano
    - Puerta de dos hojas (PRF), según tipo especificado en plano
    - Puertas de emergencias
    - Puertas PAC para área de silenciadores y filtros de pozos de ventilación
  - Solados
    - Impermeabilización en techos de cuarto eléctrico
    - Pavimento resina en piso
    - Acabados de hormigón en piso
  - Pinturas
    - Pintura (acrílica, esmalte, entre otros)
    - Paredes y techos
    - Elementos metálicos (barandillas de escaleras)
    - Puertas

- Falso techo (Pozo de Ventilación 11 y Pozo de Bombeo 10)
  - Falso techo de chapa grecada
  - Falso techo de paneles RF

Instalaciones eléctricas propias del sistema. Es preciso señalar que, la Iluminación y fuerza de los pozos, estará a cargo del mantenedor de energía, siendo el punto de frontera el cuadro de alimentación principal que alimenta las salidas de emergencia.

- Instalaciones mecánicas
  - Salida de emergencia
    - Portón de acceso
    - Instalaciones hidráulicas
    - Instalaciones eléctricas
    - Instalaciones de ventilador y control de presiones en galería
    - Ducto de ventilación, puertas de emergencia
    - Equipos de seguridad para portón
    - Accesorios para portón (cajas registros, arqueta, conexionado, entre otros)
    - Sistema de detección de presencia
  - Sistema de bombeo
    - Bombas sumergibles: tipo 1 (125 m<sup>3</sup>/h; H = 30 m); tipo 2 (115 m<sup>3</sup>/h; H = 35 m); o tipo 3 (125 m<sup>3</sup>/h; H = 40 m)
    - Tubo guía y perfil UPN140 para fijación
    - Válvulas de acero inoxidable (de corte y de retención), y accesorios
    - Tuberías:
      - Tubería polietileno de alta densidad (DN = 160 mm, PE100)
      - Tubería de acero inoxidable (DN = 150 mm, tubo C/S A-312 TP-312 TP-304L 6") equipada con bridas, juntas, tornillería, soportes y accesorios de empalme
    - Boya de emergencia
    - Sensor de nivel
    - Sistema de elevación de bombas
    - Instalación eléctrica
      - Cuadro de alimentación y control de bombas
      - Tomas monofásico y trifásicos de bombas canalizaciones y cableados
    - Conexión con saneamiento municipal (arqueta de desagüe)
    - Bandeja metálica perforada
    - Cable de cobre de alta seguridad
- Compuertas
  - Compuerta contrafuego
  - Compuerta Sobrepresión
  - Compuerta de Regulación

Como parte de los pozos de SE, incluye los portones de las salidas de emergencia del túnel.

### 3.1.6. Talleres y Cocheras

Talleres y Cocheras se encuentra ubicado en el sector de Quitumbe, ocupando una superficie aproximada de 12 hectáreas.

Cuenta con los siguientes detalles:

- Playa de vías de 18.000 m<sup>2</sup>, con 24 vías, más una vía de torno y una vía de pruebas, todas se encuentran sobre balasto.
- En la parte interna de las naves son vías en placa
- Área de naves de 22.300 m<sup>2</sup>, con diferentes áreas
- Las vías de la playa de vías y Talleres se distribuyen de la siguiente manera:  
24 vías techas, y dos exteriores (V25 y V26)
  - Vías 1 y 2: Vías de instalaciones fijas
  - Vía 3: Vía de lavado
  - Vía 4: Vía de soplado
  - Vías 5 a 8: Vías de mantenimiento de corta duración (ciclo corto)
  - Vía 9: Área de mecánica y pintura
  - Vías 10 y 11: Vías de RCL, mantenimiento de ciclo largo
  - Vías 12 a 23: 12 vías de estacionamiento
  - Vía 24: Vía de torno
  - Vía 25: Vía de maniobras en exteriores
  - Vía 26 Vía de pruebas en exteriores
- Edificio de oficinas de 2000 m<sup>2</sup>, donde se encuentra el Puesto de Control Central del Metro de Quito.
- Almacén de 3.700 m<sup>2</sup>
- Una subestación eléctrica
- Exteriores a los edificios
- Vías de acceso y parqueaderos
- Áreas verdes
- Cerramientos
- Canales de drenaje y subdrenes
- Caseta de guardianía de ingreso a Talleres

La infraestructura de las instalaciones de Talleres y Cocheras cuenta con las siguientes características:

- Estructuras (Edificio administrativo, subestación eléctrica, edificio de control de accesos, edificio jefe de control de accesos, zona de playa de vías y naves.
  - Escaleras de hormigón.
  - Estructuras auxiliares, losas intermedias, rampas de la vía 1 y 2 (andén de carga).
  - Estructuras metálicas, escaleras metálicas, barandillas metálicas en zonas de soplado, mantenimiento, estacionamiento, foso de torno.
- Arquitectura.
  - Vía de acceso, Control de acceso, Subestación, Parqueaderos, áreas verdes, taludes, cerramiento, aceras internas y externas, entre otras.
- Albañilería
  - Estructura metálica galvanizada para perfilera.
  - Mampostería de bloque (fachada y ejes divisorios)
  - Tabiquería



- Enfoscados y enlucidos, en zonas de edificios y naves
- Petos en zona de cubierta (bloque y metálicos)
- Drenajes pluviales
- Solados
  - Solerías (porcelanato), peldaños de granito en escaleras
  - Barrederas de porcelanato (en zona de oficinas)
  - Barrederas de aluminio (en zona de oficinas del PCC)
  - Suelo técnico (incluye herrajes para su instalación)
  - Sistema de pavimentos (naves y planta baja de edificio administrativo)
  - Pisos con recubrimiento de pintura antipolvo
  - Acabados de hormigón (en naves, aceras)
- Revestimientos y alicatados
  - Alicatados (azulejos en zona de cuartos húmedos (vestidores, servicios higiénicos) y cuartos técnicos)
  - Fachadas, paredes de mampostería interna de naves
  - Chapas de acero inoxidable (PCC recubrimiento de pilares)
  - Revestimiento oficinas del PCC
  - Chapas metálicas interior y exterior
  - Sistema de fachada ventilada (edificio administrativo), incluye perfilería, herrajes de sujeción y lana de roca
  - Fachada exterior de naves
  - Embocadura de ascensor de acero inoxidable
  - Vinilo (en zona de escaleras y pasillos de la planta alta de edificio administrativo)
- Falso Techo
  - Falso techo de placo (cuartos húmedos en edificio administrativo)
  - Falso techo en oficinas de edificio administrativo
- Carpintería metálica
  - En naves
    - Puertas peatonales (en ejes divisorios y fachada) de dos hojas y una hoja
    - Puertas de paso de maquinaria (en ejes divisorios y fachada) de dos hojas
    - Puerta enrollable (vía 9 y almacén)
    - Sistema de portones incluye accesorios y mecanismos para apertura desde el PCC (se menciona en instalaciones mecánicas)
  - En oficinas
    - Puertas de madera o MDF de 1 y 2 hojas (baños y oficinas)
    - Puerta de aluminio y vidrio (ingreso a edificio y de oficinas del PCC)
    - Puertas metálicas (escalera)
    - Puertas de 1 y dos hojas
    - Paneles y cabinas separadoras en zona de servicios higiénicos
    - Rejillas metálicas galvanizadas de ventilación en zona de edificios
    - Ventanas de lamas (edificio administrativo y subestación eléctrica)
    - Carpintería de ventanas (edificio administrativo)
- Cerrajería



- Rejillas tramex (en pasarelas metálicas en soplado, mantenimiento y estacionamiento)
- Escaleras metálicas (zona de pasarelas metálicas en soplado, mantenimiento y estacionamiento)
- Barandillas de acero (en zonas pasarelas metálicas en soplado, mantenimiento y estacionamiento)
- Pinturas
  - Pinturas (acrílica, esmalte, silicato)
  - Pinturas en el sistema (pisos)
  - Pinturas en el sistema (paredes)
  - Pintura en puertas metálicas y portones
  - Elementos metálicos (reparación de estructura metálica de cubierta, en barandillas y estructuras metálicas)
- Vidrios
  - Vidrios (mamparas de oficinas del PCC)
  - Ventanas y puertas del edificio administrativo, jefe de depósito, edificio de control de acceso
  - Espejos (zonas de servicios higiénicos)
- Taquilla
  - Taquilla de recepción de oficina del PCC
  - Ventanas
  - Mesón de acero inoxidable
  - Mobiliario de la taquilla
- Mobiliario y Equipamiento
  - En oficinas
    - Escritorios y sillas en oficinas (edificio administrativo, jefe de depósito, control de accesos, despachos)
    - Mesas y sillas en zona de comedor
    - Armarios metálicos tipo canceles (cuartos de vestidores de hombres y mujeres)
    - Armarios de madera (oficinas del PCC)
    - Encimeras de acero inoxidable (cuartos de servicio higiénicos)
- Ducto de Ascensor
  - Drenajes
  - Revestimiento inoxidable
  - Impermeabilizaciones
  - Pintura
- Cubierta
  - Impermeabilización (edificio administrativo, jefe de depósito, control de acceso y la subestación eléctrica)
  - Chapas de acero, incluye accesorios para su fijación
  - Paneles traslucidos de policarbonato incluye accesorios para su fijación (lucernarios de naves)
  - Paneles ACH (panel sándwich)

- Sistema exutorios (se menciona en instalaciones)
- Claraboyas, incluye accesorios para su fijación
- Instalaciones Mecánicas
  - Fontanería
    - Acometida
    - Medidor
    - Tuberías (polipropileno, PVC, cobre, aislamiento para tuberías)
    - Válvulas
    - Grupo de presión (mecánica y eléctrica) para agua potable
    - Termo acumulador (jefe de depósito y en edificio de control de acceso)
    - Accesorios (grifería de lavabos, tomas rápidas, lava ojos)
    - Aparatos sanitarios
      - Inodoro
      - Urinarios
      - Lavabos
    - Vertederos (pilas)
    - Duchas
  - Saneamiento
    - Tuberías de PVC, bajantes)
    - Canaletas en zona de cubierta
    - Accesorios (sumideros, válvula de aireación)
    - Arquetas, pozos de registros, tapas de arquetas
    - Acometida a la red municipal
    - Acometida a red interna de Talleres
- Sistemas de Extracción y ventilación
  - Conductos
  - Equipos (extractores y ventiladores)
  - Terminales (boca de extracción, rejilla de retorno, compuerta de sub-presión, etc.)
  - Arquetas y cajas de registro
  - Acometidas
- Sistema de Exutorios
  - Estructura y piezas del exutorio
  - Instalación eléctrica
  - Instalación de aire comprimido
- Sistema Aire Comprimido
  - Ductos del sistema
  - Válvulas, piezas especiales y tomas de aire
  - Compresor y equipo accesorio
  - Instalación eléctrica
- Sistema de Producción de Agua Caliente
  - Paneles Solares
    - Perfilaría metálica para montaje de paneles

- Paneles
  - Ductos de cobre
  - Válvulas y accesorios
  - Instalación eléctrica
- Producción de agua caliente
    - Ductos de cobre y polipropileno
    - Válvulas y accesorios
    - Calderas
    - Equipos de bombeo
    - Instalación eléctrica

En el caso de las calderas, será responsabilidad del Contratista como parte del mantenimiento, considerar a su costo la provisión del combustible para su correcto funcionamiento. Cabe indicar que la EPMMQ no dispone de un depósito para su almacenamiento. El mantenedor deberá contemplar que las calderas tengan un abastecimiento mínimo de combustible del 70% de su capacidad.

- Sistema de Portones en Zonas de Naves
  - Portón metálico de 2 hojas
  - Dispositivo de apertura y cierre automático
  - Postes metálicos para apertura mediante botonera de portones
  - Instalación eléctrica
  - Software de control y conexión a cuarto de control

La playa de vías está formada por las siguientes vías.

DENOMINACIÓN	LONGITUD (m)	USO	No. Vías
Vía 1	199,59	Dresinas e Instalaciones Fijas	2
Vía 2	136,53		
Vía 3	296,35	Lavado	1
Vía 4	177,95	Soplado	1
Vía 5	205,33	Mantenimiento Ciclo Corto	4
Vía 6	204,48		
Vía 7	262,83		
Vía 8	171,08		
Vía 9	267,75	Mecánica	1
Vía 10	232,01	Mantenimiento Ciclo Largo	2
Vía 11	439,95		
Vía 12	201,65	Estacionamiento	12
Vía 13	162,16		
Vía 14	370,82		
Vía 15	156,98		
Vía 16	250,53		
Vía 17	151,81		
Vía 18	227,14		
Vía 19	149,25		

Vía 20	210,96		
Vía 21	147,81		
Vía 22	241,58		
Vía 23	147,68		
Vía 24	262,86	Torno	1
Vía 25	157,64	Auxiliar	1
Vía 26	481,93	Pruebas	1
Vía 27	Sin ejecutar		
Vía 28	43,05	Auxiliares Mecánica	2
Vía 29	25,40		
<b>TOTAL</b>	<b>5.983,10</b>		

### 3.2. SUPERESTRUCTURA DE VÍA

En Talleres y Cocheras, para la entrada y salida de las máquinas hacia y desde el túnel de la PLMQ, consta de una playa de vías de 2 ramales con un total de 26 vías, 24 desvíos, una bretelle que conecta al túnel de línea. En el interior de la nave se encuentran dos vías adicionales 27 y 28 en la zona de los girabogies.

En el túnel de línea se ha construido un poco más 45 km de vía férrea, es decir, una vía por sentido, de Sur a Norte: Vía 1 (derecha) y en sentido, de Norte a Sur: Vía 2 (izquierda), con 16 aparatos de vía a lo largo de la línea: 4 brettelles, 10 diagonales, y dos desvíos sencillos.

#### 3.2.1. Vía

La PLMQ tiene 22,9 km de doble vía de ancho internacional siguiendo el eje S-N de la ciudad de Quito, de los cuales 22 km están destinados a explotación comercial, 0,6 km corresponden al acceso a Talleres y Cocheras y 0,3 km corresponden al fondo de saco de El Labrador. En Fondo de Saco se encuentran dos vías adicionales: vía exterior izquierda y vía exterior derecha, de 251 m de longitud cada una.

La vía de la PLMQ se encuentra constituida una parte por plataforma de hormigón (vía en placa) y otra de balasto ubicado en Talleres y Cocheras.

#### 3.2.2. Vía sobre balasto

En la zona de playa de vías se caracteriza por la existencia de gran número de aparatos de maniobra y radios muy pequeños que originan velocidades de circulación muy bajas.

Se adoptó un espesor de capa de forma de 60 centímetros, una capa de sub-balasto de 30 cm y un espesor mínimo de balasto bajo la cara inferior de la traviesa de 35 cm.

El carril es el mismo que en el resto de la línea UIC-54 y la traviesa a colocar es monobloque de ancho UIC.

#### 3.2.3. Vía sobre placa

En el túnel de línea está diseñado la vía en placa. Ha sido necesario además contar con otros elementos a disponer en la vía: juntas aislantes BGW tipo IVG de 30 para el carril 54E1. Se han

instalado engrasadores de borde activo, piquetes de vía, dispuestos en ambos lados de la vía, y los fijados en hastiales del túnel, placas de medida y topes de vía (dispuesto en los finales de vía de las vías 1 y 2 del túnel de línea y 3 y 4 del fondo de saco, con toperas de hormigón armado, con resorte oleoneumático y sensor electrónico).

La Superestructura de vía cuentan con las siguientes características:

- Aparatos de vía
  - Aparato Desvío sencillo DSIH-B1-54E1100-1:5-CC-D Playas de vías
  - Aparato Desvío Doble Diagonal Simétrica DDIH-C (+10)-54e1-140-1:8-CR-3385 (Bretelle) Túnel
  - Aparato Desvío Doble Diagonal Simétrica DDIH-C (+10)-54e1-140-1:8-CR-3385 (Bretelle) Talleres y Cocheras
  - Diagonal ESIHP-C (+10)-54E1-140-1:8-CR-D-3385 con traviesas embebidas en placa (escape) en túnel
  - Desvío Sencillo DSIHP-C (+10)-54E1-140-1:8-CR-D en Fondo de Saco
  
- Fijaciones
  - Conjunto Fijación Directa DFF-ADH SKL-3 formado por placa base / tornillos tirafondos / tuerca Arandela / grapa a carril
  - Conjunto Vanguard Retrofit para Sustitución de conjuntos DFF-ADH Estándar
  
- Carril
  - Carril 54E1 según Normativa EN13674-1:2011
  - Conjunto Soporte Contracarril 33C1 R260 (incluido contracarril)
  
- Vía sobre placa
  - Justas aislantes
  - Engrasadores
  - Piquetas de vía
  - Placas de medidas
  - Toperas en fondo de saco
  - Toperas en vías de estacionamiento de Talleres y Cocheras
  - Drenajes
  - Traviesas o durmientes
  - Otros
  
- Vía sobre balasto
  - Balasto tipo A
  - Traviesas o durmientes de hormigón en playa de vías de Talleres
  - Piquetas de vía

Dentro de este punto se considera alcance del presente documento la limpieza de forma permanente de la vía ubicada en estaciones.

#### **3.2.4. Carril**

El sistema de vía colocado en el túnel de línea está constituido por vía en placa con fijación DFF/ADH de Sufetra o similar y fijación Vanguard Retrofit, con carril tipo 54E1 e inclinación 1/20, con separación entre placas de 1 m en recta y de 0,75 m en curvas con radio inferior a 600 m. Este sistema se clasifica como de alta atenuación con respecto a las vibraciones.

En las curvas de radio menor a 300 m se ha dispuesto la implantación de contracarril con una “calle” de entre 40 y 70 mm constituido por perfil especial 33E1 y placa de fijación.

### 3.2.5. Aparatos de vía

Se define como aparato de vía a aquellos elementos que, dispuestos en la confluencia entre dos o más vías, permiten el paso o cruce de una vía a otra sin interrupción de la marcha.

Las diagonales y bretelles se sitúan próximas a los piñones de las estaciones para optimizar la explotación de la línea, disponiéndose, siempre que ha sido posible, 60 m de reserva horizontales y con pendiente nula para su colocación.

El apartado de esquema de vía, en PLMQ, en total se han colocado 5 bretelles (dobles diagonales), 10 diagonales y dos desvíos. Éstos tienen cruzamientos de tangente 0,125 y radio de desviada de 140 m. Los aparatos se han montado sobre placas con fijación DFF/ADH, con placas resbaladeras con sistemas de rodillos.

En la siguiente tabla se resume la geometría de los aparatos de vía:

<b>BRETELLE</b>	
Longitud total aparato	45,1722 m
Radio	140,7175 m
Distancia entre ejes de vía	3,385 mm
Ancho de vía	1,435 mm
<b>DIAGONAL</b>	
Longitud total aparato	45,1722 m
Radio	140,7175 m
Distancia entre ejes de vía	3,385 mm
Ancho de vía	1,435 mm
<b>DESVÍO</b>	
Longitud total aparato	25,31074 m
Radio	140,7175 m
Ancho de vía	1,435 mm

En la tabla adjunta se indica la posición de los aparatos de vía con respecto al eje del túnel:

ID APARATO	P.K. INICIO APARATO	POSICIÓN
Bretelle 1	09+405,114	Talleres y Cocheras
Bretelle 2	09+945,262	Entrada Estación Quitumbe
Bretelle 3	10+141,099	Salida Estación Quitumbe
Diagonal 1	12+115,031	Salida Estación Morán Valverde
Diagonal 2	14+023,005	Entrada Estación Solanda
Diagonal 3	16+957,198	Entrada Estación El Recreo
Diagonal 4	17+167,370	Salida Estación El Recreo
Diagonal 5	18+981,814	Salida Estación La Magdalena
Diagonal 6	21+529,666	Entrada Estación San Francisco
Diagonal 7	23+451,947	Salida Estación La Alameda

Diagonal 8	25+862,591	Salida Estación Universidad Central
Diagonal 9	27+838,720	Salida Estación La Carolina
Diagonal 10	30+767,001	Salida Estación Jipijapa
Bretelle 4	31+764,270	Entrada Estación El Labrador
Bretelle 5	31+964,437	Salida Estación El Labrador
Desvíos 1 y 2	32+014,876	Fondo de Saco

### 3.2.6. Fijaciones

El sistema de sujeción de taller está diseñado para su uso en recta y una velocidad de paso humano, donde los esfuerzos básicamente son a compresión. Están compuestos por una placa base de acero blando (o asiento) que está soldada a la parte superior de la viga o un perfil HEB. Esta placa base permite la instalación y fijación de los distintos elementos del sistema de sujeción de carril.

El sistema de apoyo de carril mediante placas de fijación directa, han permitido un montaje “Top – Down”: colocando el carril y las fijaciones en su posición exacta y hormigonado en esta posición y posteriormente la plataforma de la vía con el hormigón de bateo.

### 3.2.7. Monitoreo

La PLMQ, está constituida principalmente por infraestructura subterránea (estaciones, tramos de túnel, galerías, pozos de ventilación, pozos de bombeo, pozos para salidas de emergencia, etc.), así como también por infraestructura en superficie (Nave de Cocheras, playa de vías, etc.). Durante la fase constructiva, fue fundamental realizar tratamientos de terreno en determinados sitios, con la finalidad de mejorar y garantizar la estabilidad del suelo por donde se encontraba el trazado de las obras subterráneas, las mismas que fueron monitoreadas mediante equipos de auscultación hasta la finalización de la construcción.

Para la fase de operación comercial, se requiere realizar el monitoreo de las obras subterráneas, por lo menos 2 vez al año, principalmente del túnel, con la finalidad de determinar o prever posibles deformaciones, asentamientos diferenciales o subsidencia, etc., especialmente en aquellas zonas en donde se realizaron tratamientos de terreno para el paso del túnel.

Se deberá prever la capacidad institucional instalada, teniendo en cuenta que el alcance del mantenimiento preventivo y correctivo abarca la integridad y totalidad de todos y cada uno de los componentes que forman parte del sistema detallado en este acápite, sin exclusión alguna.

## 3.3. ELECTROMECAÑICOS

### 3.3.1. Sistema de Protección Contra incendio

La instalación de Protección Contra Incendios está implantada en la totalidad de estaciones (15) y los correspondientes túneles de Inter estación (tramos). Adicionalmente, se ha dotado con sistemas de PCI el depósito de Quitumbe, que incluye la nave de mantenimiento, Talleres, almacenes, oficinas y Puesto de Control Centralizado (PCC).

El sistema de Protección Contra Incendios, para la PLMQ, está conformada por los siguientes subsistemas:

- Detección de Incendios
- Extinción de Incendios
- Señalización Fotoluminiscente
- Señalización de Evacuación
- Bombas

En la PLMQ, se distinguen tres tipologías de emplazamiento donde se encuentran las instalaciones de PCI, que son: estaciones, túneles de tránsito ferroviario entre estaciones y depósito de Quitumbe, donde se incluyen oficinas y puesto de control centralizado y subestaciones eléctricas.

Para cada una de las tipologías señaladas, existen medios de protección contra incendios, los mismos que se detallan a continuación, a excepción de las estaciones, ya que estas no forman parte del alcance del presente TDR.

#### **Pozos**

- Instalaciones de columna seca, para uso exclusivo de bomberos (en pozos de ventilación, bombeo y salidas de emergencia).
- Instalaciones de señalización de vías de evacuación, mediante carteles.

#### **Talleres y Cocheras**

- Sistemas de detección automática de incendios en áreas específicas y de especial riesgo.
  - Red manual de pulsadores y sirenas de alarma
  - Medios manuales de extinción (extintores y carros extintores).
  - Grupos de bombeo y cuadros de control en cuarto de bombas.
  - Hidrantes exteriores, interiores y bocas de incendio equipadas (BIEs).
  - Red de rociadores automáticos en zonas específicas.
  - Sistema de extinción basado en agua nebulizada de CC/CPD.
  - Señalización de vías de evacuación y medios de extinción, mediante carteles.
  - Sistema de señalización fotoluminiscente.
  - Sistema de extinción de baja presión.
- **Detección y Alarma de Incendios**

El sistema de detección automática de incendios permite notificar con suficiente antelación y eficacia del inicio de un incendio.

De todos los elementos, las partes más importantes de un sistema de detección de incendios son:

- a) Detectores de incendio (dispositivos automáticos de alarma de incendio) y pulsadores manuales de alarma que se encuentran distribuidos por toda la instalación, capaces de señalar la presencia de un incendio en su estado inicial.
- b) Central de detección de Incendios (equipo de señalización y control) donde se centralizan las alarmas y se lleva a cabo una serie de acciones preventivas programadas.



Los equipos de control y señalización disponen de un dispositivo que permite la activación manual y automática de los sistemas de alarma, mismos que se encuentran localizados en un local vigilado permanentemente.

Los elementos de detección y alarma no analógicos, así como las maniobras asociadas a la extinción, control de humos o evacuación de personas se integran en el lazo analógico mediante módulos de entrada o de salida.

La activación automática de los sistemas es regulable, como máximo, 5 minutos después de la activación de un detector o de un pulsador.

El sistema de aviso de alarma será acústico/luminoso y formado por sirenas con estrobo que permitirán la transmisión de alarmas locales y de alarma general.

- **Detectores ópticos de humo**

Los detectores de humo responderán midiendo la densidad del humo. Cada elemento podrá responder con diferentes niveles de sensibilidad que podrán ser asignados.

El tipo de sensor de humo es óptico, que permite una detección de incendios de desarrollo lento, que se caracteriza por partículas de combustión en la escala de tamaño de 0.3 a 10 micras.

El sensor de humo óptico analógico contendrá una cámara sensora óptica y utilizará el principio de dispersión de la luz como principio de detección, detectando la presencia de humo mediante la detección de la luz dispersada provocada por la entrada de partículas de materiales en combustión dentro de la cámara del sensor.

A cada sensor se le asigna una dirección única por medio de un dispositivo de direccionamiento manual basado en micro interruptores del tipo binario. Cada sensor informa de su dirección, su tipo y su valor analógico, que informa del valor medido y de su estado.

El sensor estará equipado con un LED que permite ver su estado desde cualquier posición. El LED parpadeará cuando se produzca una condición de alarma, cuando la dirección del equipo no se encuentre ajustada o cuando su dirección se encuentre duplicada. Opcionalmente, se puede proporcionar un parpadeo de diferente frecuencia en estado de reposo del sensor.

- **Pulsador de alarma de incendio**

Los pulsadores se encuentran situados en distancias no mayores de 25 metros, a una distancia del suelo comprendida entre 1.2 metros y los 1.5.

A cada pulsador se le asigna una dirección única por medio de un dispositivo de direccionamiento manual basado en micro interruptores del tipo binario. Cada pulsador informa de su dirección, su tipo y su estado.

- **Sirenas de alarma de incendio con estrobo**

Se cuenta con elementos de señalización acústica y óptica de alarma de incendio. Las sirenas acústico-luminosas electrónicas son del tipo convencional con salida acústica y salida luminosa en color rojo ajustables. Dispone de tono continuo, intermitente y salida bitonal.

- **Módulos entrada/salida**

Tiene instalado módulos con función de monitorización o de entradas y control o salidas, que serán direccionables integrados en el lazo analógico. La finalidad de estos módulos de entrada/salida será la monitorización de los sistemas que lo precisen, pudiendo ser elementos asociados a los procedimientos de extinción y detección, paros de escaleras, aperturas de puertas, etc.

- **Detección precoz por aspiración**

La detección precoz por aspiración proporciona una detección de partículas muy sensible, y así un aviso lo más rápido posible ante condiciones de fuego incipiente.

El sistema se basa en detectores por aspiración de alta sensibilidad, dotados de ventilador por aspiración, controlador, filtro, módulo de alimentación y una red de tuberías con orificios de aspiración.

La cámara de detección dispone de un filtro externo a la misma de fácil acceso y con posibilidad de cambio por personal no especializado.

El detector y ventilador de aspiración se alojará en una caja, disponiéndose de tal forma que el aire se extrae del área de fuego protegida a través del filtro, detector y ventilador. El detector trabajara con niveles de oscurecimiento/m desde 0.005 hasta niveles de detección convencional o puntual.

El ámbito de aplicación de estos equipos será en las escaleras mecánicas y cuartos técnicos de las estaciones, donde se disponga de extinción mediante agua nebulizada. Se instala una red de muestreo a base de tubería de ABS rígido de 25 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor de pared.

La tubería recorrerá los fosos en todo su perímetro exterior. En todo su recorrido debe ir ubicada en la parte más alta.

Los soportes irán sujetos a la estructura de la escalera y espaciados 1 m como máximo.

- **Central de detección de Incendios**

Existe una central de detección analógica en cada estación, que supervise los detectores propios de la estación, así como otros elementos, pulsadores manuales y sirenas.

Dicha central de detección permitirá directamente "por medio de interface (TCP/IP)" la centralización de todos los eventos en el Puesto de Supervisión y Control de PCI, que existe en el Puesto de Control Centralizado, desde el que se podrá supervisar y controlar todos los subsistemas de PCI.

La central de detección de incendios es el elemento principal del sistema en el que se recogerán todas las incidencias de la instalación y será quien, en base a la programación residente, tomará las decisiones de activación de los dispositivos.

La Central, será analógica y equipada con su propio microprocesador, memoria y fuente de alimentación con baterías.

La Central supervisará cada detector y módulo del lazo analógico de forma individual, de manera que las alarmas, prealarmas y averías sean anunciadas independientemente para cada elemento del lazo. Será capaz de tener salidas programables.

La central permitirá programar sus dispositivos de salida de forma que se pueda realizar la evacuación de la instalación de manera lógica siguiendo el plan de evacuación.

Todas las centrales de incendio permitirán su conexión, formando una red, a través de un convertidor (TCP/IP) con el Puesto de Supervisión y Control de PCI, que se creará en el Puesto de Control Centralizado, desde el que se podrá supervisar y controlar todos los subsistemas de PCI.

En dicho puesto de mando, existe un software de gestión del sistema de detección y alarma de incendios, con las siguientes funciones:

- El software de gestión y control estará basado en un sistema gráfico de mapas de las estaciones y depósito, de manera que la ubicación y el tipo de cada uno de los elementos estarán claramente representados por una variedad de íconos. Los íconos podrán ser personalizados y cambiarán de color o apariencia para indicar el estado actual de todos los equipos del sistema y la ubicación exacta de las condiciones de alarma o avería.
  - ✓ Estos íconos vivos, posibilitarán realizar funciones de control sobre el punto o elemento que representan en el sistema físico, pudiendo de ese modo anular, habilitar, aceptar la alarma y visualizar la información relativa al evento producido de forma instantánea (siempre que dicha actuación no contradiga las exigencias derivadas de la normativa correspondiente).
- El sistema incorpora un editor gráfico para configurar la interface a medida que se vayan desarrollando las necesidades del proyecto, pudiéndose definir los siguientes objetos o funcionalidades.
- Las alarmas y eventos captarán la atención de usuario visual y acústicamente mediante una ventana de aviso, que aparecerá en primer plano indicando la fuente de la condición de alarma. El programa registrará todos los eventos y acciones del usuario en un amplio y detallado registro de eventos, categorizando la información en los ficheros de eventos. Todos los eventos registrados podrán ser visualizados en pantalla e impresos para generar una gran variedad de informes.

- **Medios manuales de extinción**

- **Extintores portátiles de incendio**

El extintor es un aparato que contiene un agente extintor que puede proyectarse y dirigirse sobre un fuego por la acción de una presión interna. Esta presión puede producirse por una compresión previa permanente - son los denominados extintores de presión incorporada - o mediante la liberación de un gas auxiliar - son los extintores de presión adosada.

La totalidad de las estaciones estarán dotadas de extintores de actuación manual, de manera que el recorrido real desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15m.

Los tipos de extintores se adecuarán en función de las clases de fuego para los que se destine, no obstante, de manera general serán de:

- En vestíbulos, andenes, cuartos sin riesgo eléctrico y locales - extintores de polvo polivalente de PQS de 10lbs.
- En cuartos con riesgo eléctrico - extintores de CO2 de 10 lbs 10 B: C.

- **Columna seca**

En todas aquellas estaciones donde no resulte posible que los bomberos accedan a los andenes con sus mangueras servidas por sus propios vehículos para la extinción, se ha dispuesto de una instalación de columna seca.

Esta instalación está formada por tomas alimentación de bomberos, colocadas en la superficie, una red de tuberías de acero galvanizado, de diámetro 3", y bocas de salida distribuidas en la zona próxima al piñón.

La instalación de columna seca se iniciará con la toma de alimentación, situada en nivel de calle. Esta toma servirá para que los bomberos puedan conectar sus vehículos cisterna y proceder al llenado de la instalación con agua a presión.

La toma de alimentación se instalará en un lugar accesible y visible para bomberos, en el interior de una arqueta y con una tapa normalizada.

- **Extinción automática mediante agua nebulizada**

La eficacia extintora del agua nebulizada se basa en la alta pulverización del agua utilizada, lo que optimiza los efectos de enfriamiento, atenuación del calor radiante y desplazamiento del oxígeno en la base del fuego.

La alta velocidad de las gotas compensa su pequeña masa a la hora de evaluar su cantidad de movimiento, parámetro que caracteriza la capacidad de penetración de la gota en el penacho de gases calientes que producen las llamas, y garantiza que el agua no será desplazada del entorno del fuego. Las partículas crearán, en suspensión en el entorno del fuego, una niebla húmeda y densa que lo envuelve impidiendo primero su expansión, reduciendo el tamaño de la llama y apagándolo luego. El oscurecimiento que origina la niebla en el entorno del fuego atenúa a su vez la cantidad de calor radiado.

Dado que el 99% de las gotas tiene un diámetro menor de 200 micras (NIVEL 1 según N.F.P.A.) la superficie de absorción de calor para un volumen de agua dado se incrementa exponencialmente y se consigue la maximización de la producción de vapor.

Con la absorción de calor, un porcentaje de estas gotas pequeñas pasa a estado gaseoso, desplazando de la base del fuego una cantidad de oxígeno fundamental para su crecimiento (el agua aumenta unas dos mil veces de volumen al evaporarse). El proceso de vaporización enfría el combustible, impidiendo la emisión de los vapores inflamables, produciendo la extinción.

El efecto de sofocación se limita al entorno del fuego, que es donde el agua nebulizada se convierte en vapor. El recinto, en modo opuesto permanece con niveles de oxígeno genérico, superior al 19%, lo que hace que la atmósfera no resulte asfixiante.

Como ventajas de estos sistemas se pueden destacar:

- ✓ Economía, debido al coste mínimo del agente extintor.
- ✓ Agente extintor ecológico que no perjudica al medio ambiente.
- ✓ No conduce la electricidad.
- ✓ inocuidad para los equipos protegidos y para las personas.
- ✓ Daños por agua muy reducidos.
- ✓ Reducción drástica de la temperatura del recinto.
- ✓ Mantenimiento del nivel de oxígeno.
- ✓ Previene la reignición

▪ **Extinción por agua nebulizada en cuartos técnicos**

En cuartos técnicos dotados de extinción por agua nebulizada, cuentan con una red de boquillas cerradas, cuya activación se realizará por rotura de la ampolla una vez alcanzada la temperatura de tarado.

Al romperse la ampolla, se producirá la descarga por la o las boquillas correspondientes.

Al estar estos cuartos dotados de detección de humos, en caso de incendio, se tendrá confirmación mediante estos dispositivos de donde se produce la descarga.

▪ **Actuación del sistema de extinción de agua nebulizada**

Los modos de actuación de la extinción responden a una arquitectura con una jerarquía y lógica de máxima seguridad, que incluso ante fallo humano en la actuación o avería de algunos de los modos de extinción se garantice siempre al menos la activación automática del sistema de extinción en caso de incendio. Para ello, el sistema de extinción dispondrá de varios modos de actuación:

- **Hidrantes exteriores e interiores y bocas de incendio equipadas (Depósito de Quitumbe)**

El depósito de Quitumbe cuenta con diferentes sistemas de extinción manual, siendo estos:

- Hidrantes exteriores
- Hidrantes interiores
- Bocas de incendio equipadas

El edificio está cubierto por una red exterior de hidrantes de columna seca para la intervención de las brigadas de extinción.

Dichos hidrantes son del tipo de columna seca, dotados de una toma de 100 mm y dos tomas de 70 mm.

En el interior del depósito de Quitumbe, se instala una red de hidrantes exteriores, para su empleo en las zonas de vías de ELECTROMECAÁNICA, vías de lavado y mantenimiento y estacionamiento.

La filosofía de esta instalación es similar a la descrita para los hidrantes exteriores.

Estos hidrantes exteriores están formados por una salida con toma de manguera de diámetro 45 mm, con racor de conexión para manguera y válvula de seccionamiento.

En la zona menos industrial del depósito, que comprende la zona de uso administrativo, existen bocas de incendio equipadas de 25 mm, dotadas de toma adicional de 45 mm.

- **Rociadores automáticos de agua (Depósito de Quitumbe)**

Tanto la zona de almacén, como la sala de bombas del abastecimiento de los sistemas de incendios, están protegidas mediante una red de rociadores automáticos de agua.

Tanto los criterios de diseño de este sistema, como los elementos de este, cumplen lo señalado en la norma NFPA 13: "Standard for the Installation of Sprinkler Systems".

- **Grupo de presión sistemas de extinción mediante agua (Depósito de Quitumbe)**

Para garantizar el caudal y presión necesarios en la red y debido a que no se han contemplado métodos por gravedad o tanques de presión, se ha instalado un grupo de presión formado por:

- Una bomba principal eléctrica de arranque automático y manual, con parada únicamente manual.
- Una bomba de reserva diésel de arranque automático y manual, con parada únicamente manual.
- Una bomba jockey de mantenimiento de presión de la red de arranque y parada automática.

- **Señalización fotoluminiscente**

La principal finalidad del balizamiento y la señalización fotoluminiscente en estaciones es dejar en ellas permanentemente señalizadas las vías de evacuación, incluso ante la total carencia de alumbrado por fallo simultáneo de los distintos sistemas.

El balizamiento y la señalización fotoluminiscente permitirá, pues, una evacuación guiada hacia el exterior, indicando el camino a seguir y marcando los distintos obstáculos e irregularidades que pudieran encontrarse en el mismo. Por otra parte, la señalización también pondrá de manifiesto los distintos medios de extinción de que disponga la estación.

El balizamiento se realiza en la parte baja de los paramentos verticales al objeto de que su visibilidad no se vea afectada en caso de humo denso; además de implantar un sistema de balizamiento se ha realizado la señalización de seguridad, a través de pictogramas normalizados, de tal manera que permita reconocer las rutas de escape y la ubicación de los medios de extinción.

Para la realización del balizamiento y señalización se emplearán, elementos fotoluminiscentes adoptando diversas formas: placas, flechas, pictogramas, etc. en función del papel que deban desempeñar.

En las estaciones encontramos los siguientes tipos de señalización y balizamiento:

- Carteles de señalización de evacuación y señalización de medios de extinción y alarma de incendios.
- Balizamiento en contrahuellas y paramentos verticales de escaleras, torniquetes, pasos enclavados y arranque escaleras y balizamiento para borde de andén.

Los carteles de señalización de evacuación y señalización de medios de extinción y alarma de incendios disponen de diferentes medidas en función de la distancia de observación de estos.

- **Bombas**

Estas bombas están involucradas en el sistema de **hidrantes, rociadores automáticos y sistemas de agua a presión** que se utilizan para controlar un incendio en caso de emergencia. Existen 3 tipos bombas las cuales conforman el grupo de presión no compacto de cámara partida:

- Una bomba jockey de mantenimiento de presión de la red de arranque y parada automática.
- Una bomba principal eléctrica de arranque automático y manual, con parada únicamente manual.
- Una bomba de reserva diésel de arranque automático y manual, con parada únicamente manual.

En el caso de la 3ra bomba que es la de reserva, el contratista será el encargado de un abastecimiento mínimo de combustible del 70% de su capacidad.

### 3.3.2. Sistema de Ventilación

El sistema de ventilación actúa sobre dos zonas claramente diferenciadas: estaciones y túnel (pozos de ventilación). Garantiza una renovación de aire limpio a las estaciones, galerías y túnel, y en caso de incendio la extracción de humos y la contención de estos para que no se expanda por toda la instalación

El sistema se compone de varios ventiladores instalados en:

- Sala de ventilación de estaciones
- Piñones del túnel (Banana Jet auxiliares)
- Pozos de extracción (ventilación)
- Tramo intermedio entre Talleres y Cocheras y la estación Quitumbe (Banana jets principales)
- Salidas de Emergencia Inter estaciones (túnel)

Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en estaciones:



ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	UBICACIÓN
<b>Quitumbe</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto
	Ventilador Axial	1	Ventilación
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de ventilación
<b>Morán Valverde</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto
	Ventilador Axial	1	Ventilación
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de ventilación
<b>Solanda</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Corredor acceso cuarto de ventilación 2
	Cuadro eléctrico	1	
<b>Cardenal de la Torre</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Vestíbulo cuarto de ventilación 1
	Cuadro eléctrico	1	Vestíbulo cuarto de ventilación 2
<b>El Recreo</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Corredor acceso a cuartos de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
<b>La Magdalena</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Ventilador Axial	1	
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de ventilación
<b>San Francisco</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Corredor acceso a cuarto de ventilación 2
	Cuadro eléctrico	1	
<b>La Alameda</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Banana Jet	1	Piñón Sur

	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto ventilación 1
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto ventilación 2
<b>El Ejido</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto ventilación 2
	Cuadro eléctrico	1	Corredor acceso a cuartos de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
<b>Universidad Central</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Ventilador Axial	1	
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación
<b>La Pradera</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación 1
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación 2
<b>La Carolina</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación
	Ventilador Axial	1	
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación
<b>Iñaquito</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación
	Ventilador Axial	1	
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Cuadro eléctrico	1	Vestíbulo previo cuarto de ventilación
<b>Jipijapa</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación
	Ventilador Axial	1	
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Banana Jet	1	Piñón Norte
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación
<b>El Labrador</b>	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación 1
	Ventilador Axial	1	Cuarto de Ventilación 2
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Banana Jet	1	Piñón Sur
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación 1
	Cuadro eléctrico	1	Cuarto de Ventilación 2

Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en pozos de ventilación y túnel a Talleres y Cocheras:

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	UBICACIÓN
<b>PV01</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV02</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte

	Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
<b>PV03</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
<b>PV04</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
<b>PV05</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV06</b>	Ventilador Axial	1	Galería ventilación túnel
	Ventilador Axial	1	Galería ventilación túnel
	Cuadro eléctrico	1	Galería ventilación túnel
<b>PV07</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
<b>PV08</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
<b>PV09</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV10</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV11</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV12</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV13</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>PV14</b>	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
<b>Banana Jets Principales</b>	Ventilador Axial	1	Losa intermedia entre
	Ventilador Axial	1	Talleres y Quitumbe
	Cuadro eléctrico	1	Losa intermedia

Nota: Los ventiladores de pozo se ubican en las galerías del túnel a excepción de los ventiladores de Pozo 06 que se encuentra en la parte superior del pozo.

*Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en salidas de emergencia*

ESTACIÓN	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	UBICACIÓN
SE01	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE02	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE03	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE04	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE05	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE06	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE07	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE08	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE09	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE10	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE11	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE12	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE13	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE15 Pozo PV06	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	
SE16 Santa Clara	Ventilador Axial	1	Cuarto de ventilación
	Cuadro eléctrico	1	

Nota: En cada salida de emergencia se ubica un ventilador, excepto en la salida de emergencia 15 (PV06) en donde se han instalado 2 ventiladores debido a la configuración de esta salida.

El Sistema de Ventilación cuenta con las siguientes características:

- Ventilación en estación
  - 2 ventiladores axiales helicoidales mural de 15,5 kW que producen un caudal de 25 m<sup>3</sup>/s
  - Silenciadores rectangulares
  - Tratamiento acústico fonoabsorbente
  - Cuadros eléctricos
  - Variadores de frecuencia
  - Cableados y soportes
  - Setas y balizas de emergencia

- Sensores de temperatura y humedad relativa
- Sensores de presión diferencial
- Ventilación auxiliar (ventilador tipo Banana Jet)
  - Entre 0 y 3 ventiladores auxiliares Banana Jet de diferentes potencias
  - Cableado y soportes
  - Setas y balizas de emergencia
- Ventilación Inter estación (túnel)
  - 2 ventiladores axiales helicoidales autoportante de 65 kW, con caudales máximos de 66,7/ m<sup>3</sup>/s en impulsión
  - Inclinadores
  - Silenciadores rectangulares
  - Tratamiento acústico fonoabsorbente
  - Cuadros eléctricos
  - Variadores de frecuencia
  - Cableado y soportes
  - Setas y balizas de emergencia
  - Caudalímetros, sensores de temperatura, y humedad relativa
  - Sensores de presión diferencial
  - Detectores apertura entrada a galería desde túnel
  - Álabes directores
- Ventilación 24 de Mayo
  - 2 ventiladores axiales de 1,5 kW
  - 1 ventilador axial de 7,5 kW
  - 1 ventilador radial centrifugo de 5,5 kW
  - 1 ventilador axial de 37 kW
  - Otros
- Ventilación de presurización (salidas de emergencia)
  - 1 ventilador axial de 7 kW
  - Compuerta de regulación automática
  - Compuertas Cortafuegos
  - Rejillas de salida de aire
  - Cuadros eléctricos
  - Cableado y soportes
  - Setas y balizas de emergencia
  - Sensores de presión diferencial
  - Compuerta de impulsión
  - Compuerta de sobrepresión
  - Detector apertura puerta de vestíbulo
  - Ductos de ventilación
- Ventilación a chorro principal Banana Jet
  - Ventilador Banana Jet de 45 kW (entre Talleres y Cocheras – Quitumbe)
  - Ventiladores Banana Jet de 22 kW en estaciones
  - Cuadro eléctrico
  - Variadores de frecuencia
  - Cableado
  - Setas y balizas de emergencia

- Caudalímetro, sensores de temperatura y humedad relativa
- Ventilación a chorro auxiliar
- Software de Gestión de Ventilación
  - PLCs (Autómatas Programables)
  - Variadores de frecuencia
  - HMIs (Human Machine Interface)
  - SCADAs (Supervisión, Control y Adquisición de Datos)
    - PCL (Puesto de Control Local de ventilación)
    - SGCV (Sistema de Gestión Centralizado en Ventilación)
    - SCE (Sistema Control de estaciones)

### 3.3.3. Sistema de Bombeo Pluvial

En los puntos bajos, a lo largo de la PLMQ, se necesita bombear a los colectores todas las aguas pluviales: las aguas de escorrentía, las aguas de lluvia que entran directamente a las procedentes del nivel freático. Para ello se disponen de pozos de bombeo provistos de aljibes en dichos puntos bajos que se encargan de recoger y bombear estas aguas a un colector exterior de la red pública municipal.

*Localización de los equipos instalados para el sistema de bombeo pluvial*

NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE BOMBA	CANTIDAD
PB01	E. Morán Valverde	PE230 XFP101G	3
PB02	SE04	PE350 XFP100J CH1	3
PB03	Entre PV03 y E. Cardenal de la T.	PE230 XFP101G	3
PB04	PV04	PE350 XFP100J CH1	3
PB05	Entre SE07 y E. La Magdalena	PE210 XFP100G	3
PB06	24 de Mayo/SF	PE210 XFP100G	3
PB07	PV07	PE230 XFP101G	3
PB08	E. El Ejido	PE230 XFP101G	3
PB09	SE11	PE210 XFP100G	3
PB10	PV11	PE350 XFP100J CH1	3
PB11	SE12	PE350 XFP100J	3

		CH1	
PB12	SE13	PE350 XFP100J CH1	3
PB13	PV14	PE350 XFP100J CH1	3

Fuente: EPMMQ

Los componentes comunes y fundamentales del sistema para cada pozo de bombeo se detallan a continuación:

- Tuberías de impulsión formadas, bien por tubos de acero inoxidable de diámetro 6", soldables sin costura EFW ASTM A312 SCH 10S, incluidas bridas, accesorios y piezas especiales.
- Depósito de tres bombas sumergibles Sulzer de tres tipos:
  - Bomba Tipo 1 PE210 XFP 100G. (125m<sup>3</sup>/h-H=30m). Se utilizan en los pozos PB5, PB6 y PB9.
  - Bomba Tipo 2 PE230 XPF 101G. (115m<sup>3</sup>/h-H=35m). Se utiliza en los pozos PB1, PB3, PB7 y PB8.
  - Bomba Tipo 3 PE350 XFP 100J. (125m<sup>3</sup>/h-H=40m). Se utiliza en los pozos PB2, PB4, PB10, PB11, PB12 Y PB13.
- Cuadro eléctrico APC para 1 a 4 bombas de Sulzer Pumps Wastewater Spain en cada pozo, que operará las tres bombas y donde irán conectados el sensor de nivel y las boyas de emergencia. Cada cuadro se compone de dos armarios: un armario de control y un armario de conmutación. El subcuadro de conmutación lleva dos acometidas; una normal y una de socorro y éste se une con el subcuadro de control mediante cables de puentes de fuerza.
- Sensor de nivel hidrostático sumergible MD 127 de alta precisión.
- Boya de emergencia LED de alto nivel Sulzer KS LED.
- Boya de emergencia flotante de bajo nivel.
- Pórtico y sistema de elevación.
- Tuberías de desagüe
- Cubetos de recogida de aguas pluviales
- Canaletas con rejillas en superficie.

Instalaciones asociadas a los cuartos de Bombeo de Pluviales

Alumbrado

PCI

Comunicaciones

Algunos pozos tienen también el carácter de pozo de ventilación, por lo que su mantenimiento lleva aparejado además el servicio a otras instalaciones y elementos asociados, incluidos en el plan de mantenimiento de Ventilación.

### 3.4. TELECOMUNICACIONES

El Sistema de Telecomunicaciones dispone un soporte físico que permite la transmisión de información entre los diferentes sistemas basados en fibra óptica, además de completar los diferentes subsistemas de datos, radiotelefonía, telefonía, teleindicadores, etc.



Cuenta con equipamiento necesario para la transmisión de señales entre los diferentes sistemas de las estaciones y túnel, basando la transmisión en una red de fibra óptica. Además, el Sistema de Telecomunicaciones incluye el suministro y montaje de las canalizaciones, soportes, cables y fibra óptica, con la finalidad de implementar la red de comunicaciones, que tiene su nivel físico, red ethernet de acceso de estación, así como la implementación de los sistemas de telefonía, radiotelefonía TETRA, información al viajero, cronometría, sistemas de alimentación eléctrica y equipamiento del cuarto de comunicaciones y auxiliar.

El Sistema de Telecomunicaciones implementado en la PLMQ incluye los siguientes subsistemas:

- Sistema de Control de Estaciones
  - Sistema de SCADA
  - Sistema de Interfonía
  - Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) y Seguridad Perimetral en PTC
  - Sistema de Megafonía
  - Sistema de Control de Accesos y Anti-Intrusión
  - Sistema de Climatización
  - Sistema de Alimentación Eléctrica
- Sistema de Comunicaciones
  - Red troncal
  - Red de distribución y acceso
  - Red local de estación y depósito
  - Sistema de Gestión de RED
  - WIFI de Estación (Quitumbe y El Labrador)
  - WIFI ampliada en túnel, estaciones y salidas de emergencia
  - Sistema de Misión Crítica
  - Radiotelefonía TETRA
  - Sistema de Información al Viajero
  - Sistema de Cronometría
  - Sistema de Telefonía
  - Sistema de Climatización
  - Sistema de Alimentación Eléctrica
- Puesto de Control Central
  - Puestos de operador integrado
  - VideoWall
  - Audio Centralizado
  - Plataforma Centralizada de Monitorización (SNMP)
  - Sistema de Gestión de la Información
  - Sistema de Climatización del PCC y Cuarto Comunicaciones
  - Sistema de Alimentación Eléctrica

#### **3.4.1. Sistema de Control de Estaciones (SCADA)**

El Sistema de Control de Estaciones (SCE) implementado en el Metro de Quito, es un sistema que tiene un objetivo fundamental:

- Dar soporte a la Operación de la infraestructura de sistemas electromecánicos en las estaciones.

Para ello el SCE:

- Supervisa y controla las instalaciones electromecánicas de cada estación (Unidades Remotas)
- Realiza funciones de correlación y presentación de los sistemas de comunicación asociados a cada estación: Videovigilancia, Megafonía e Interfonía.
- Centraliza en una Base de Datos de tiempo real los datos relevantes de los subsistemas integrados
- Centraliza un histórico de todos los eventos operativos significativos: eventos, alarmas, fallos.

Este Sistema está basado en una arquitectura SCADA distribuida y jerarquizada, soportada por la solución Comercial CIMPLICITY / HISTORIAN de General Electric, que es una solución ampliamente respaldada por el volumen de sus instalaciones implantadas en todo el mundo y en todo tipo de aplicaciones: transportes, industriales, energéticas, otros.

La solución comprende el siguiente alcance de suministro instalados e integración implementada:

- Suministro de 15 Equipos de PCL, uno por cada estación, compuestos de un equipo de control, monitor, altavoces, teclado y ratón.
- Integración y correlación del SCADA de Estación con: cámaras del sistema de videovigilancia, sistema de megafonía local y sistema de Interfonía.
- Integración y correlación del SCADA de PCC con: sistema de videovigilancia (para solicitar la presentación de una imagen de cámara en la pantalla de videovigilancia del videowall del PCC); y sistema de interfonía.
- Suministro de aplicación SCADA Local de Estación, basado en CIMPLICITY v10.0 de G.E.
- Suministro de aplicación SCADA Central en PCC, basado en CIMPLICITY v10.0 de G.E.
- Suministro de aplicación de control de históricos, basado en HISTORIAN v7.0 Enterprise de G.E.
- Suministro de las licencias necesarias para la utilización de las aplicaciones.
- Integración de SCADA de Estación y de PCC con Sistemas MODBUS:
  - Salidas de emergencia y presurización de salidas de emergencia
  - Sistema de cancelas
  - Sistema de pozos de bombeo pluvial y fecal
  - Sistema de ventilación
  - Sistema de iluminación de estación y túneles
  - Sistema de escaleras mecánicas
  - Sistema de ascensores
  - Sistema de compuertas paraguas
  - Sistema de Ticketing

La funcionalidad principal del sistema SCADA del Sistema de Control de Estaciones es: Proporcionar a los usuarios (operadores de control) una interfaz gráfica funcional y amigable que les facilite la correcta operación, control y monitorización de los sistemas, asociados y electromecánicos, a las quince (15) estaciones de la PLMQ.

- **Arquitectura del Sistema**

La solución implementada viene esquematizada en la siguiente figura:

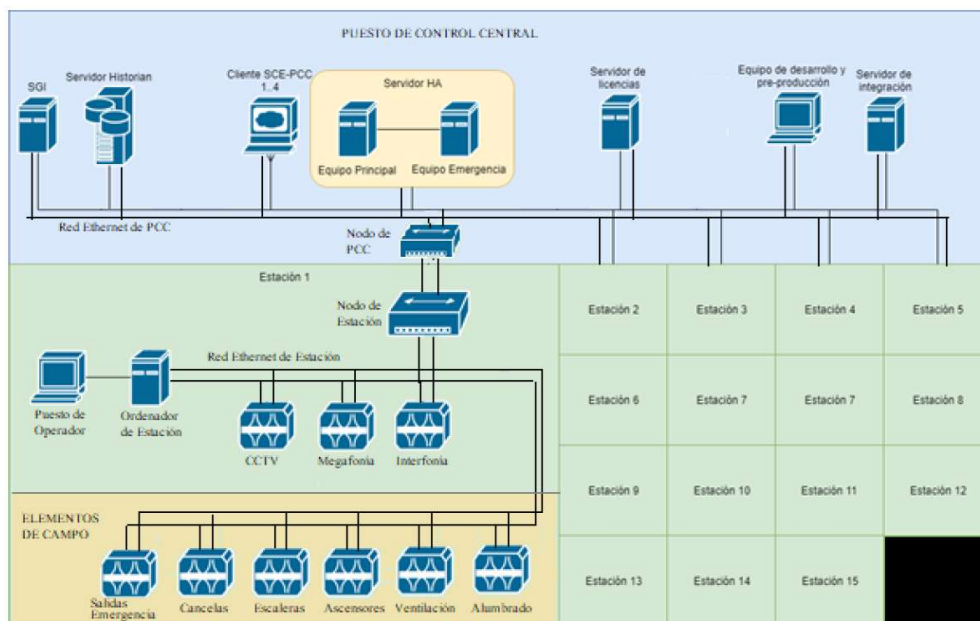


Figura 1. Esquema general del SCE

- **Control de Estaciones**

El control de los sistemas electromecánicos de cada estación, así como la integración de los sistemas asociados, se realiza desde dos puntos simultáneamente:

- Desde el Puesto de Control Local mediante el SCADA de estación
- Desde el Puesto de Control Central mediante el SCADA Central

Además, dichos sistemas son accesibles desde el equipo de Desarrollo y Preproducción de nuevas versiones de las aplicaciones.

- **Control de los Sistemas Electromecánicos**

Los Sistemas Electromecánicos presentan un interfaz normalizado mediante protocolo MODBUS/TCP de su Unidad Remota (o PLC) con el SCADA de SCE. Estos Sistemas son:

- Sistema de Escaleras Mecánicas
- Sistema de Ascensores
- Sistema de Cancelas
- Sistema de Salidas de Emergencia y Presurización de Salidas de Emergencia de Túnel
- Sistema de Ventilación
- Sistema de Alumbrado de Estación y de Túnel
- Sistema de Pozos de Bombeo pluvial y fecal
- Sistema de Ticketing

La siguiente figura muestra la arquitectura básica para el control de los sistemas electromecánicos de cada estación:

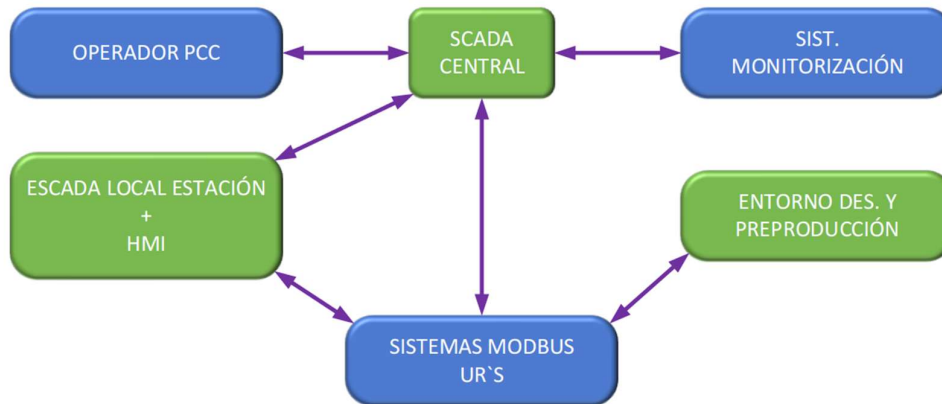


Figura 2. Control de los Sistemas MODBUS

Se puede apreciar que tanto el SCADA local y central como la estación de Desarrollo y Preproducción pueden acceder de forma concurrente a los PLCs de control de cada Sistema MODBUS. Por este motivo, los PLC de control de los sistemas MODBUS soportan al menos 3 conexiones MODBUS simultáneas.

Cada SCADA Local únicamente accede al control de las Unidad Remotas – U.R. existentes en su propia estación, mientras que el SCADA Central y la Estación de Desarrollo y Preproducción disponen de acceso a todos los PLCs existentes en la Línea.

Esta arquitectura soporta los requisitos de redundancia, ya que:

- En caso de caída del SCADA Central, aun disponiendo de Alta Disponibilidad, o de la pérdida de comunicación entre este SCADA y las U.R., el control de dichas U.R. se sigue realizando de manera autónoma por parte del SCADA Local.
- En caso de caída del SCADA local, el control de las U.R. de la estación a la que pertenece el SCADA caído se puede continuar realizando desde el SCADA Central.

El SCADA de SCE reporta al Sistema de Monitorización vía SNMP las incidencias relevantes de los Sistemas MODBUS asociados, así como del Hardware propio del sistema SCADA.

- **Interacción con los Sistemas de Comunicaciones Asociados**

Los Sistemas de Comunicaciones asociados a la Estación son tres: Megafonía, CCTV e Interfonía.

El SCADA realiza la función de integración con cada uno de ellos; así como de correlación entre cada uno de ellos y el resto de los sistemas, para que la operación conjunta sea coherente y coordinada.

Cada sistema dispone de un Gestor propio, independiente del SCADA de SCE, desde el que los operadores correspondientes podrán realizar tareas de OAM&P para cada uno de ellos.

▪ **Interacción con los Sistemas de Interfonía**

Las estaciones están dotadas de un determinado número de Interfonos, que facilitan la comunicación entre los usuarios y el personal asignado del operador de la PLMQ, para la

resolución de incidencias, dudas o cualquier otra circunstancia en la que los usuarios requieran ayuda o hacer uso de este servicio.

En relación con este servicio, el del SCADA del SCE cumple cinco funciones:

- Recibir información del estado operativo de cada interfono.
- Cuando un usuario inicia una llamada desde un interfono de una estación, el evento se reporta por el servidor de interfonía y será indicado en el SCADA Local y en el SCADA Central.
- Si esa llamada es atendida por el operador de estación, en la pantalla del operador del SCADA Local se visualizará la imagen de la cámara asociada a dicho interfono.
- Si esa llamada no es atendida por el operador de Estación, se transfiere al operador del SCADA de SCE del Puesto de Control Central (PCC), siendo atendida por éste, el SCADA de SCE recibe la notificación de esa circunstancia, para ser transmitida convenientemente en las pantallas de los operadores locales y remotos. Se podrá enviar el flujo de vídeo al operador final destinatario siempre y cuando esa información esté disponible.
- Si el operador de SCE del PCC tampoco responde a la llamada, entonces ésta se redireccionada a otro operador o al supervisor del PCC. En este caso, el SCADA del SCE deja de tener visibilidad sobre el destino final.

Es importante tener en cuenta que, a nivel central en PCC, es el Sistema de Audio Centralizado el que gestiona la asignación de la llamada a un operador del PCC mediante la aplicación de Audios correspondiente.

Cada interfono es un abonado de del servidor de Interfonía de la PLMQ, siendo este servidor el responsable de: La recepción de las llamadas entrantes, el proceso y encaminamiento de las llamadas a los operadores predefinidos y de gestionar el proceso de grabación de las llamadas que se produzcan; así como de reportar la información, mediante protocolo conocido, para realizar la integración con el SCADA de SCE: Estado de registro del interfono, llamada, identificación de interfono llamante y abonado llamado, llamada atendida, etc.

En este esquema se entiende que es información de señalización y control exclusivamente. El tratamiento y establecimiento de la llamada (tráfico de voz, otros), así como los eventos asociados con la misma, son ajenos al SCADA del SCE.



Figura 3. Interacción con sistema de Interfonía

▪ **Interacción con los Sistemas de Megafonía**

El Sistema de Megafonía es aquel mediante el cual, se facilitan a los usuarios mensajes audibles de distinta procedencia: mensajes en vivo, mensajes pregrabados, música ambiental, otros. Para ello, cada estación dispone de su propio sistema de Megafonía local independiente. La megafonía se encuentra sectorizada por zonas seleccionables para decidir dónde emitir los mensajes: andenes, pasillos, escaleras mecánicas, otros.

El SCADA del SCE interactúa con el Sistema de Megafonía para posibilitar al Operador de la PLMQ la operación del SCADA Local, permitiendo:

- La selección de zonas en la estación.
- La selección de la fuente del mensaje a emitir: básicamente en vivo o pregrabado en el sistema de Megafonía Local. Para la emisión del mensaje en vivo, el operador de estación dispone de un micrófono en el pupitre de audio conectado directamente al sistema de megafonía local.
- La programación de mensajes pregrabados en el Sistema de Megafonía Local.

A nivel de PCC la gestión de la megafonía está integrada en el Sistema de Audio Centralizado. No obstante, el operador de SCADA de SCE del PCC, realiza las mismas funciones que el operador de Estación con excepción de los mensajes en vivo. Estos mensajes se gestionan desde el Sistema de Audio Centralizado.

La grabación de mensajes en el Sistema de Megafonía se realiza desde el PCC, a través del Sistema de Audio Centralizado.

El SCADA de SCE, no reporta al Sistema de Monitorización vía SNMP el estado de la Megafonía. Esto lo realiza el propio Sistema de Megafonía. El SCADA de SCE gestiona únicamente las incidencias que están relacionadas con la operativa anteriormente señalada.

La arquitectura descrita se muestra en la siguiente figura:





Figura 4. Interacción con sistema de Megafonía

▪ **Interacción con el Sistemas de Circuito Cerrado de Televisión - CCTV**

La interacción se reduce a tres puntos:

- Visualización bajo demanda del operador (local o central) de la imagen de cualquier cámara de estación.
- Visualización automática de la imagen de la cámara asociada a determinados eventos relacionados con: Escaleras mecánicas, ascensores e interfonos. Estos eventos son fundamentalmente los siguientes:
  - Llamada de un interfono para ser atendida localmente por el Operador de Estación (debe presentarse en pantalla la imagen de la cámara asociada al interfono llamante).
  - Ejecución en escaleras mecánicas de determinadas labores como paro, puesta en marcha, cambios de sentido (debe presentarse la imagen de la cámara asociada a la escalera afectada).
- Visualización directa de las cámaras de estación en el aplicativo de CCTV, asociadas directamente desde el SCE; bajo demanda.

El SCADA de SCE no reporta al Sistema de Monitorización vía SNMP el estado de CCTV, el SCADA de SCE gestiona únicamente las incidencias que estén relacionadas con la operación:

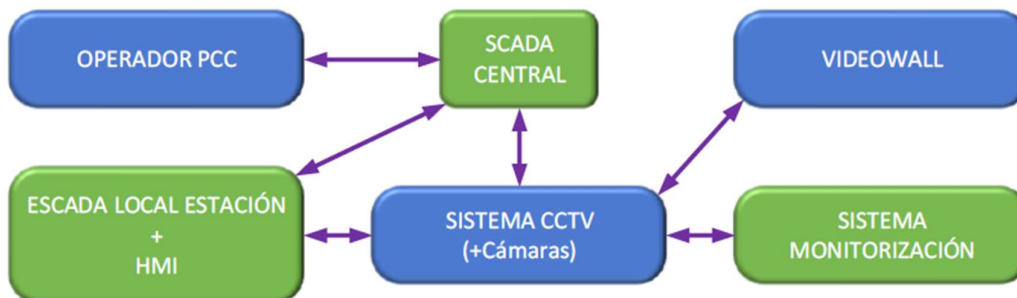


Figura 5. Interacción con sistema de Video Vigilancia

• **Gestión de Datos**

La Gestión de Datos posibilita:



- Centralizar en una Base de Datos de tiempo real, los datos relevantes de los subsistemas integrados.
  - Centralizar un histórico de todos los eventos operativos significativos en una BD no relacional: Alarmas, incidencias, averías, otros.
- **Base de Datos de Tiempo Real**

La existencia de la Base de Datos de tiempo real implementada facilita para que los operadores de control de tráfico, de estación y de PCC, puedan acceder a informes en tiempo real que les permita disponer de datos sobre el comportamiento global del sistema que controlan, sea a nivel de estación o a nivel de línea. Es lo que denominamos información de estado de los sistemas (p.e. escalera subiendo, ascensor parado, ventilador funcionando a velocidad normal, bomba 3 arrancada, etc.).

Esta Base de Datos de tiempo real, se gestiona desde la propia aplicación CIMPLICITY durante su operación en tiempo real.

- **Base de Datos Históricos**

La solución implementada consideró dos escenarios:

- Gestión de Datos históricos de corto plazo: Para facilitar las tareas de análisis existe la posibilidad de acceder a los datos de la última semana, que son los que se consideran más relevantes para ellos.
- Gestión de Datos históricos de medio-largo plazo: Para su acceso en caso de ser necesario, mediante el uso de herramientas ofimáticas de terceros.

La solución está basada en la plataforma de registro de información HISTORIAN de General Electric:

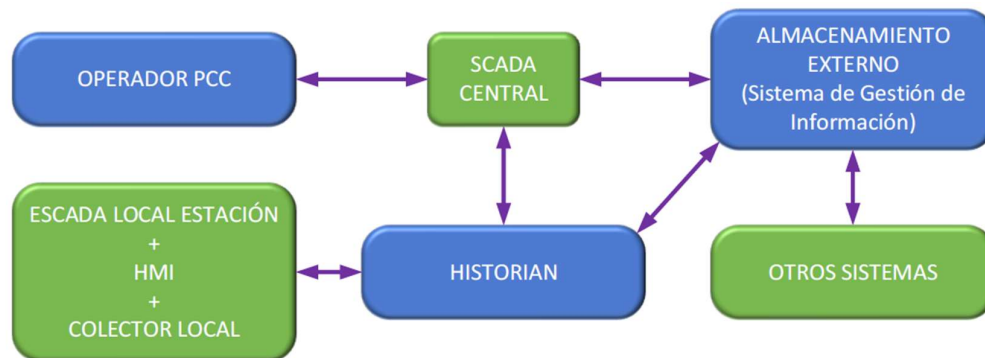


Figura 6. Gestión de Datos Históricos

La Base de Datos del HISTORIAN, es una base de datos no relacional, lo que posibilita una alta eficiencia en el almacenamiento y una mayor velocidad a la hora de acceder a la información.

En la arquitectura de la solución, tanto el SCADA Central como los SCADA de Estación, accede al Historian para el almacenamiento de los datos históricos. Para evitar duplicaciones en las

variables de la información archivada a nivel central y local, se ha implementado un sistema de control de esta información que permite:

- En condiciones normales que las estaciones almacenen sus datos propios y a nivel central solamente los datos relevantes a nivel de red.
- En condición degradada, en la que un SCADA de Estación no es operativo, que sea el SCADA Central el que almacene los datos a nivel de red y los datos correspondientes a la estación caída.
- En condición degradada, en la que el SCADA de PCC se cae, las estaciones siguen almacenando sus datos locales.

Los datos recogidos por el Historial de los SCADA Central y locales son archivados en la Base de Datos no relacional. Esta Base de Datos está físicamente ubicada en el Sistema de Almacenamiento del Sistema de Gestión de la Información ubicado en el PCC. Sobre este sistema de almacenamiento se realizan las políticas de backup que se consideran oportunas y de forma totalmente independiente al SCADA de SCE.

Para facilitar el acceso del personal a la información de corto plazo (una semana) el Historian dispone de informes tipo prediseñados que permiten acceder a la información más relevante.

Para la gestión de la Base de Datos del Historian por aplicaciones Ofimáticas de terceros, el Historian facilita una interfaz OleDB y una serie de tablas virtuales que hacen que el acceso a los datos históricos sea de tipo SQL. También proporciona un plug-in para Excel que posibilita las consultas con esta herramienta.

- **Operadores**

El SCADA de PCC dispone de cuatro licencias de operadores simultáneos, que trabajan en estaciones de trabajo independientes. Cada una de las cuatro estaciones de trabajo tienen instalada la aplicación Viewer RunTime de General Electric asociada a su licencia correspondiente, con la que se accede al SCADA de PCC para el control y supervisión de los sistemas.

El SCADA de Estación tiene un único puesto de operador local, ubicado en el PCL.

Un operador puede estar realizando alguna tarea local sobre alguno de los sistemas controlados por el SCADA de SCE. En esta condición, se deben evitar controles desde el SCADA-PCL o SCADA-PCC para impedir que, de manera involuntaria, se causen inconvenientes o perjuicios a quien está presente en el sistema que revisa. Para posibilitar esto, cada sistema está diseñado para soportar la operación en modo local (control por su U.R. y no desde el SCADA).

- **Prioridades de Acceso entre Operadores**

Con objeto de evitar que los operadores puedan intentar controlar un sistema simultáneamente, se ha implementado un mecanismo de prioridades que dispone de tres niveles:

- **Prioridad PLC local – SCADA de SCE:** Este mecanismo provee una prioridad absoluta al control local del PLC el cual inhibe los comandos procedentes del SCADA del SCE,

aunque no debe obstaculizar la monitorización del sistema. Este punto se resuelve a nivel de PLC (U.R.).

- **Prioridad Estación-PCC:** Este mecanismo provee una prioridad, por sistema controlado, que gestiona el control a nivel de Estación o de PCC.
- **Prioridad entre distintos operadores del PCC:** Este mecanismo proporciona una prioridad a un único operador de todos los posibles, que garantice que, si el PCC tiene asignada la prioridad, sólo un operador podrá realizar acciones de control sobre un sistema (arrancar una escalera, abrir una cancela, etc.).

Para controlar el sistema de prioridades entre el PLC Local de sistema y el SCADA de SCE se utilizan herramientas provistas por los suministradores de cada sistema (generalmente conocido como modo de control local o remoto).

Para controlar el sistema de prioridades entre los puestos del PCC y el PCL todas las pantallas del SCADA de SCE que sean susceptibles interactúan con el sistema, teniendo control de prioridades. Este sistema consiste en un texto que indica quién tiene el control del sistema y un botón para solicitar dicho control.

Si un operario pulsa el botón de solicitud de control de un sistema y éste no está controlado por ninguna persona, se le concederá el control y se notificará al resto de los operadores.

Si un operador pulsa el botón de solicitud de control de un sistema, y otro operador tiene este control, se notificará a este último que hay otro usuario que quiere tomarlo, con opción a aceptarlo o no. Si no hay respuesta en un tiempo (establecido y configurable) se considera que el operario que tiene el control está ausente y el SCADA liberará el sistema asignando el control al nuevo solicitante.

- **Otras Funciones**

- **Identificación de Usuarios**

La identificación de los usuarios se realiza mediante usuario y contraseña y con estos se puede acceder a la aplicación.

Si el usuario no dispone de permisos para ejecutar la aplicación, se notificará mediante una ventana emergente y se cerrará el programa.

Una vez dentro del programa, el perfil asignado al usuario será siempre el mismo: Si hay cambios en los permisos, éstos no se tendrán en cuenta hasta la próxima vez que el usuario ejecute la aplicación.

- **Sincronización Horaria**

Para la sincronización horaria, se hace uso del Servidor NTP existente en alguna máquina del PCC, a través del SCADA Central se realiza la sincronización de todos los elementos del SCADA de SCE que lo posibiliten.

- **Notificaciones SNMP**

Las averías que se detecten en el SCE se reportan al Sistema de Monitorización mediante TRAPs SNMP, con objeto de que se pueda activar el protocolo correspondiente para su reparación.

Así mismo, la recuperación de alguno de los elementos averiados se notifica al mismo Sistema mediante un Trap SNMP.

Adicionalmente se notificarán:

- Estado de los equipos (PLCs, Ordenador de Estación, Servidor Central, etc.) así como de las comunicaciones entre ellos.
- Parámetros de rendimiento de las máquinas que soportan el SCADA de SCE.

• **Operador**

El Sistema de Control de Estación es operado mediante el SCADA de SCE.

El SCADA de SCE consta de dos niveles jerárquicos: SCADA de Estación y SCADA de PCC. Asociado a cada nivel jerárquico hay un tipo de operador: Operador de Estación y Operador de PCC.

La diferencia entre ambos operadores es, en esencia, la siguiente:

- El Operador de estación, mediante el SCADA de Estación, controla y supervisa los sistemas de SU estación particular. La visión que tiene se circunscribe, por tanto, a su estación.
- El Operador de PCC, mediante el SCADA de PCC, controla y supervisa los sistemas de CUALQUIER estación de las que tenga asignadas y además, controla y supervisa los sistemas a nivel de Línea. La visión que tienen, por tanto, es sobre múltiples estaciones o sobre toda la línea, en función del perfil asignado.

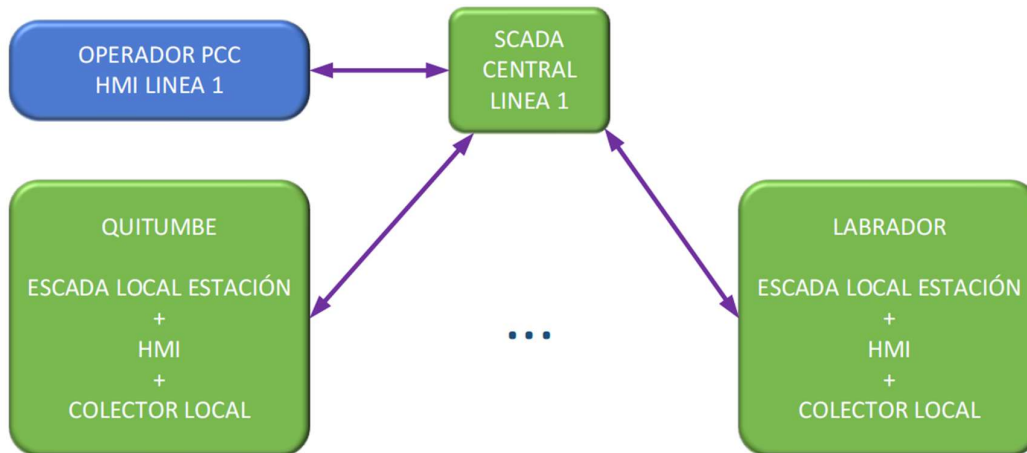


Figura 7. Visión de los operadores

Los operadores controlan y supervisan los sistemas a su cargo, a través de la interfaz gráfica (HMI) correspondiente. En la figura anterior se puede ver que:

- Un operador de PCC, mediante la aplicación Viewer Runtime, accederá a través del HMI de Línea 1 a todos los sistemas de la Línea,

- Un operador de Estación N, mediante la aplicación Cimplicity, accederá a través del HMI de la Estación N a todos los sistemas de dicha estación.
  - Los HMI de Estación N son un subconjunto del HMI de Línea 1, de tal forma, que si el operador de Línea quiere acceder a controlar una Estación N, el HMI que se le presentará será casi idéntico al que verá el operador local de esa estación.
  - El operador de la Línea 1 dispondrá de una visión completa de la línea.
- **HMI**

Consisten básicamente en facilidades para la navegación y en pantallas para la información y/o para la ejecución de acciones.

Para los HMI de los operadores, se han tenido en cuenta varias consideraciones:

- Los HMI están orientados a su uso por operadores que no tienen por qué disponer de un perfil profesional técnico. Debe por tanto ser una interfaz clara para un usuario generalista que, con una mínima formación sobre la operación, le permita desarrollar su función eficientemente.
- Los HMI presentan la información necesaria y suficiente que aporte valor añadido para el manejo de los sistemas. El exceso de información, o la presencia en las pantallas de información no útil, tienden a confundir a los operadores de este tipo de sistemas haciéndoles perder el foco de atención y cometer errores innecesariamente.
- La navegación entre los distintos niveles de pantallas es intuitiva, ágil y precisa. Un operador no tiene que perder tiempo tratando de averiguar cómo acceder a una pantalla que necesita.
- Los HMIs tienen impregnados los protocolos de actuación necesarios para el manejo de los sistemas, guiando de forma inequívoca a los operadores cuando deban ejecutar alguno de ellos.
- Los HMIs, en donde aplique, muestran la información integrada de los sistemas implicados en los procedimientos que así lo requieran.
- Las pantallas son homogéneas para facilitar al operador el aprendizaje. Así, por ejemplo, los botones de control que sean comunes están en la misma posición en todas ellas.

▪ **Generalidades**

La siguiente figura muestra un árbol de menús de navegación típico. No todas las opciones están disponibles para todos los usuarios. En función del usuario y de su perfil asociado podrá acceder a unas partes u otras del árbol de menús:

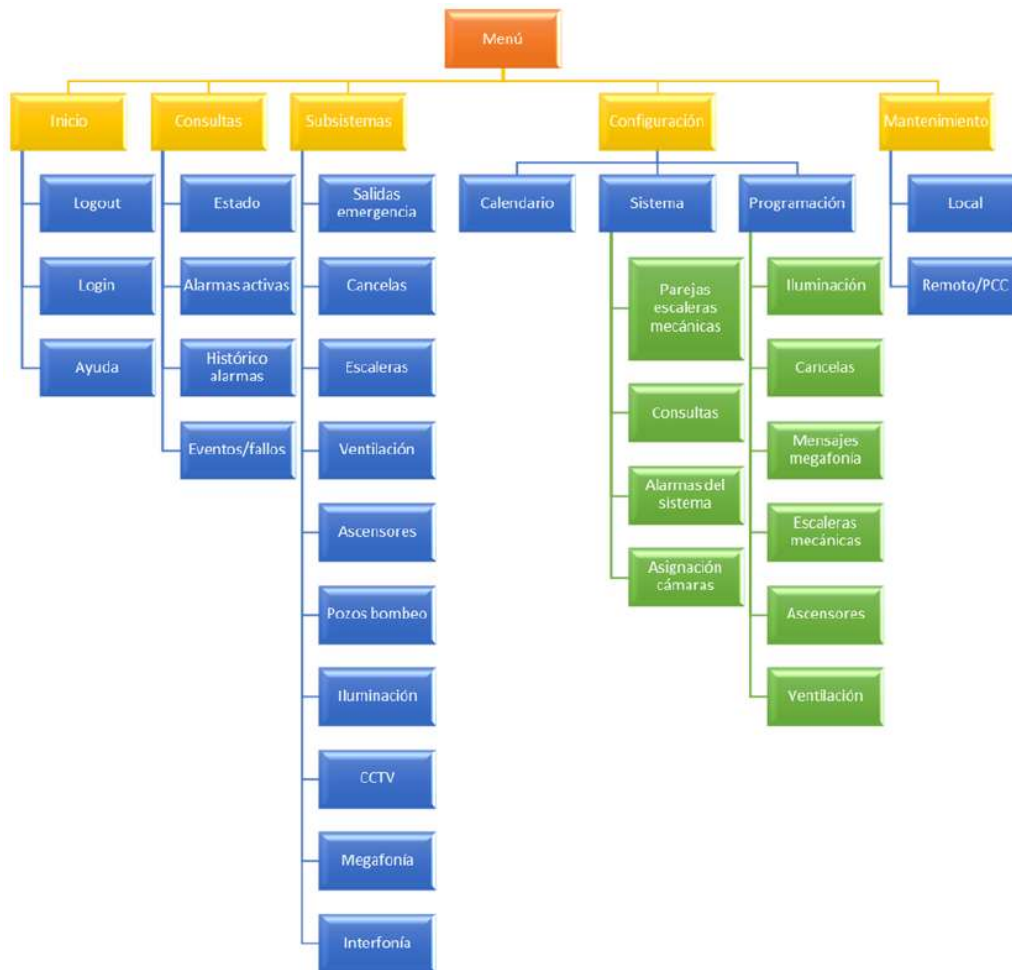


Figura 8. Árbol de Menús del operador

Todas las pantallas disponen de una cabecera común en la que se mostrarán informaciones diversas (usuario, fecha, hora, estado de los servidores, otros, o sobre la que se pueden ejecutar algunas acciones como selección de Estación o Selección de Sistema:



Figura 9. Ejemplo de cabecera común

- **Herramientas**

La aplicación SCADA para el SCE, hace uso de las siguientes herramientas:

- **CIMPLICITY** de General Electric, para los operadores de SCADA Local, Remoto y para la Estación de Desarrollo y Preproducción.
- **HISTORIAN** de General Electric, para la Gestión de Históricos.

Ambas herramientas, que forman parte del HMI/SCADA del portfolio que posee General Electric, nos permiten adoptar, mejorar, dar soporte y desarrollar los sistemas.



Aplicando las últimas tecnologías y procesos, utilizando probados métodos, para administrar el ciclo de vida de los sistemas que componen el sistema.

- **Cimplicity**

CIMPLICITY es una solución HMI/SCADA basada en una arquitectura cliente/servidor que recopila y comparte datos históricos en tiempo real a todos los niveles de empresa; además, proporciona una visibilidad con capacidad de acción que permite monitorizar y controlar los procesos, equipos y recursos de planta.

La visualización de procesos, la adquisición de datos y el control de supervisión proporciona una base de datos sólida y fiable para la gestión de operaciones digitalizadas.

Otorga a los operarios e ingenieros el poder y la seguridad de monitorizar y controlar con precisión cada uno de los aspectos del entorno de fabricación, de los equipos y recursos. De esta forma, se puede responder con mayor rapidez a los problemas de funcionamiento de los equipos, evitando mermas, mejorando la calidad, acelerando la comercialización de los productos e incrementando la rentabilidad.



Figura 10. Solución Cimplicity

- **Características**

- **Flexibilidad y escalabilidad**

CIMPLICITY. es altamente flexible y se puede aplicar como una solución simple, o bien, estructurado para proporcionar una solución empresarial de alto rendimiento.

- **Productividad del desarrollo – Reducción del tiempo necesario para llegar a la solución**

CIMPLICITY. incluye un importante conjunto de herramientas de desarrollo y funcionalidades que aporta para crear su aplicación rápida y fácilmente.

- **Asistente de aplicación**

Le guía en los pasos necesarios para la puesta en marcha de la aplicación, de forma que no tenga que empezar con una hoja en blanco, ahorrando horas en el tiempo de instalación.



- **Navegación en pantalla**

Ayuda a los operadores a ubicar fácilmente las pantallas correctas. Una interfaz de tipo arrastrar y soltar, permite crear un menú jerárquico que aparezca en la barra de herramientas y configurar colores y fuentes para que las pantallas puedan seguir temas.

- **Pantallas escalables**

Permiten modificar las dimensiones de las pantallas CIMPLICITY sin necesidad de volver a dibujar los gráficos. CIMView adaptará a escala las pantallas para los distintos dispositivos y así no tener que desarrollar nuevas pantallas para los diferentes tamaños a visualizar.

- **Objetos en enlaces**

Permiten crear objetos maestros como plantillas, almacenándolos y empleándolos de forma idéntica en múltiples pantallas. Los objetos pueden contener gráficos y scripts, y están vinculados a un objeto maestro, duplicándose automáticamente cuando se realizan cambios en el modelo maestro.



Figura 11. Características Cimplicity

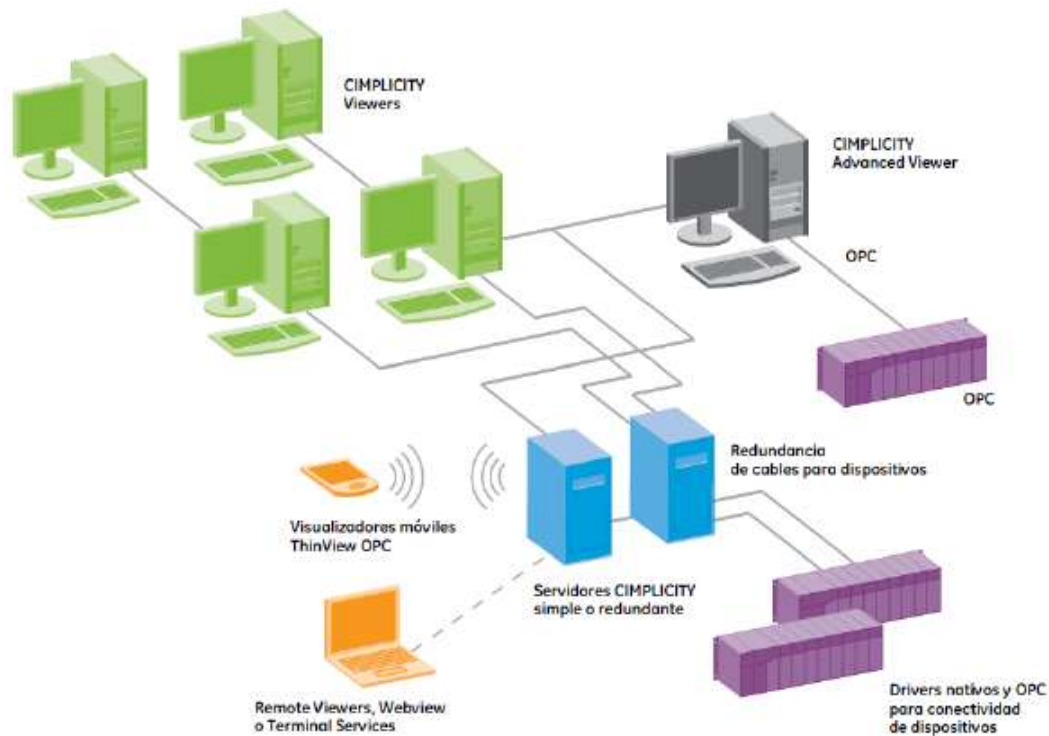


Figura 12. Arquitectura de Cimplicity

○ **Historian**

Historian es una herramienta de General Electric que recoge, archiva y distribuye datos de producción a una alta velocidad, para hacerla visible a las personas de la organización a las que les interese, permitiendo una gran visibilidad sobre el proceso y una mejor y más rápida toma de decisiones.

La aparición del Internet industrial de las cosas (IIoT) basado en la nube y soluciones de *big data* han estimulado nuevas inversiones en este tipo de soluciones.

▪ **Puntos clave de Historian**

- **Simplificación y mejoras en los plazos para obtener valor a escala empresarial:**

La aplicación Historian se puede instalar en sólo unos minutos y se puede adaptar para dar soporte a cientos de usuarios y a millones de puntos de generación de datos dentro de máquinas individuales.

Su administración y explotación se realiza, a través de una aplicación Web segura y ligera, capaz de generar valor de forma inmediata tras su instalación y configuración.

También puede soportar el procesamiento de datos de otros almacenes, así como las posibles de necesidades de alta disponibilidad y redundancia de la información.

- **Seguridad de los datos:**

La seguridad de la información es una de las mayores prioridades de Historian, lo que le ha llevado a ser diseñado dentro de los más altos niveles de calidad. Esto ofrece la capacidad de implementar grupos de dominios de seguridad, tanto a nivel de dato como a nivel de colector.

- **Método certificado por Cloudera para migrar y consultar datos:**

La aplicación proporciona un método propietario para migrar datos desde un entorno basado en Windows a otro entorno basado en Linux, proporcionando tolerancia a fallos y escala horizontal para soportar los más exigentes requisitos a analítica de big data. Historian está certificado por Cloudera.

- **Conectividad:**

Historian permite conectar los datos generados por las máquinas, a través de colectores existentes, o desarrollar flujos propios a través de su propio SDK (Software Development Kit). Cualquier colector existente puede ser configurado para enviar datos a un Historian local o basado en la nube. La API pública suministrada hace que sea muy fácil conectar y compartir datos de Historian con terceras partes.



**Características:**

- ✓ Arquitectura redundante fácilmente desplegable y altamente eficiente con almacenamiento seguro.
- ✓ Consola de administración central basada en un navegador.
- ✓ Modelo de seguridad UAA/OAuth2 Java Web Token.
- ✓ Multiproceso para alto rendimiento.
- ✓ Soporta millones de tags.
- ✓ Conectividad cloud.
- ✓ Certificación Cloudera.
- ✓ API pública.

Figura 13. Conectividad

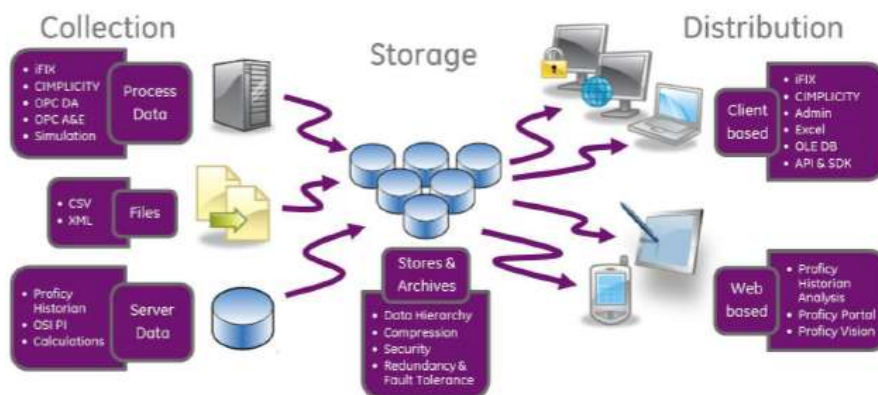


Figura 14. Puntos clave Historian

### 3.4.2. Sistema de Interfonía

El sistema de interfonía permite al personal de Metro de Quito y los viajeros, establecer de modo sencillo y rápido la comunicación telefónica con el Puesto Control Local o en caso de no estar disponible este último, la comunicación con el Puesto de Control Central.

Cuando un viajero o un operador pulsa el botón de un interfono, se establece comunicación con el teléfono ubicado en el Puesto Control Local o del Puesto de Control Central siguiendo una secuencia de prioridades preestablecida.

También se cuenta con una interfaz que, una vez se produzca la llamada a través del interfono, el Sistema de Control de Estaciones fija la cámara más cercana a dicho interfono, apareciendo en uno de los monitores del operador que está atendiendo la llamada.

El sistema se compone de múltiples interfonos repartidos por todas las estaciones que se conectan a la red de Comunicaciones de Ethernet, a través de dicha red están conectados a un software de control que gestiona cada elemento que se encuentran configurados uno por uno.

El sistema es gestionado a través de su propia plataforma, de la central telefónica o desde el Sistema de Audio Centralizado, brindando así una robustez y alta redundancia soportada en la estructura de red troncal de la PLMQ.

Una vez el interfono está conectado a la red de telecomunicaciones, al utilizar el protocolo estándar SIP, la tramitación de los paquetes de comunicaciones es sencilla y se integra directamente a la red de comunicaciones, con lo que su integración a la red de Telefonía IP es sencilla.

El sistema forma parte del Sistema de Comunicaciones y a través, de él puede conectarse al Sistema de Telefonía IP o a cualquier otro que esté conectado a la red.

Los interfonos están ubicados en las siguientes dependencias:

- Un (1) interfono por cada par de escaleras, situado en la parte baja de las mismas.
- Cuatro (4) interfonos por cada andén: dos situados aproximadamente en el centro del mismo y dos interfonos adicionales por andén, situados cerca de cada piñón.
- Un (1) interfono en el interior de cada ascensor. Dicho interfono no forma parte del suministro ni instalación dentro del alcance del Sistema de Comunicaciones.
- Un (1) interfono por cancela.
- Dos (2) interfonos por barrera de peaje.
- Un (1) interfono en cada salida de emergencia de la estación cerca de la salida a superficie.
- Dos (2) interfonos en el vestíbulo de independencia y a nivel de salida a calle en las salidas de emergencia de túnel.

Cada interfono está conectado a través de cableado UTP a la red Ethernet de la estación que le permite integrarse a la red de comunicaciones IP para su interconexión con el puesto de operador de la estación o con el Puesto de Control Central.

- **Integración del Sistema de Interfonía con la Central Telefónica**

En la PLMQ está implementado un sistema de comunicaciones IP, utilizando el concepto de las comunicaciones unificadas, donde mediante un modelo de gestión centralizado se encuentra instalada una plataforma que permite dar servicios de telefonía IP a todos sus cuartos técnicos y dependencias.

Con la implementación del sistema de comunicaciones, se tiene facilidades telefónicas como: acceso a un directorio telefónico corporativo, llamadas por códigos de autorización personales PIN, control de llamadas de forma centralizada, entre otras. Para brindar el servicio de conexión a los interfonos, éstos lo realizan, a través de la central telefónica IP (equipo Cisco Business Edition 7000H) tal como si éstos fueran un teléfono IP más. Por lo tanto, al presionar un interfono, ésta "llamada" se enruta en la central telefónica hacia el teléfono del Puesto de Control Local y si éste no responde, hacia los operadores en el Puesto de Control Central.

La solución Cisco Business Edition 7000H cuenta con un diseño de bloques modular que asegura el fácil soporte a los usuarios, dispositivos o aplicaciones y a su vez permite la expansión del sistema si así se requiere. Construido sobre el virtualizado Cisco Unified Computing System (Cisco UCS plataforma), Cisco Business Edition 7000H está equipado con aplicaciones de colaboración de Cisco para voz, vídeo, movilidad, mensajería, conferencia, mensajería instantánea y presencia, el cual posee las siguientes características:

- Gestión y desarrollo simplificado.
- Escalable.
- Plataforma de Alta Disponibilidad.
- Arquitectura abierta.

- **Interfono IP**

Permite establecer de manera rápida y fiable comunicación vocal entre público y un centro de atención, a través de redes IP. La versatilidad que permite la implementación en multitud de escenarios, pues se trata de un interfono IP que se alimenta por el propio cable gracias a la facilidad Power-over-Ethernet, evitando la instalación de una fuente adicional para este propósito. Se puede conectar a una diversidad redes telefónicas propietarias o privadas vía IP gracias al uso del protocolo SIP.

Se emplea un Intercomunicador antivandálico de intemperie, con audio bidireccional full dúplex, cancelación de eco, reducción de ruido, servidor web, pulsador de llamada metálico, led indicador de llamada activa, control remoto para apertura de puerta y segundo contacto activo en comunicación o en llamada para integración con otros sistemas (seguridad, alarma, CCTV...) y configuración a través del interfaz WEB, ficheros de texto y comandos telnet o HTTP.

El equipo es del fabricante Revenga Ingenieros y cuenta con las siguientes ventajas:

- Protocolos abiertos SIP
- Cuenta con diferentes tipos de evolutivos según su instalación.
- Sistema de gestión dinámica del comportamiento del sistema y reconfiguración en función de eventos, todo ello sin conocimiento especializado de tecnologías de bajo nivel.
- Alimentación por el propio cable.



- Altavoz 1W de pico de potencia de salida.
- Tasa de Red 10/100 Mbps.
- Requisitos de potencia 802.3af p 1000 mA a 5V.

El modelo de los interfonos IP son LT W1600ip, se encuentran instalados en estación y en salidas de emergencia.

- Interfono IP superficial instalado en salidas de emergencia.
- Interfono IP empotrado instalado en estación.

- **Diagrama Básico del Sistema de Interfonía**

Tal y como se ha explicado anteriormente, la red de Telecomunicaciones de Estación y de Core dan servicio a los interfonos colocados en la estación. Esta red integra y proporciona accesos a los sistemas y subsistemas que tienen que actuar con el sistema de interfonía, así la interfonía se integra con:

- Telefonía IP.
- Sistema de Grabación de Conversaciones.
- Sistema de Base de Datos de Explotación.
- Sistema de Control de Estaciones.
- Sistema de CCTV.

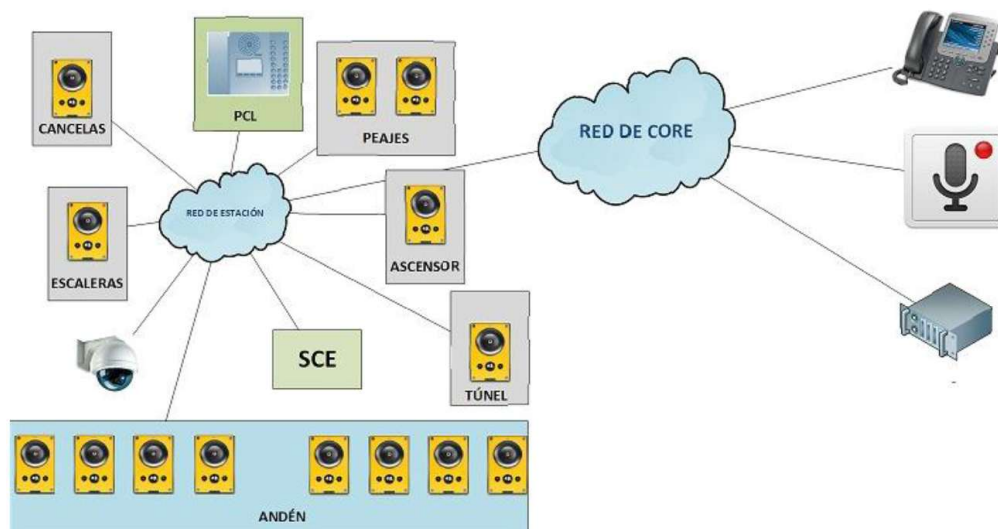


Figura 15. Red de Integración INTERFONÍA

### 3.4.3. Sistema de Telefonía

La voz sobre IP, VoIP (Voz sobre Internet Protocol) o VoIP (Voice over Internet Protocol) se constituye mediante un conjunto de aplicaciones y protocolos para transporte de audio específico (voz humana) sobre redes IP. Estos protocolos se encargan básicamente de codificar la voz, empaquetarla, y transportarla sobre IP, incluyendo en los paquetes la información de señalización necesaria para poder proporcionar adecuadamente el servicio.

El Sistema de VoIP está formado por un conjunto de teléfonos IP distribuidos a lo largo de las estaciones en las siguientes ubicaciones:

- Cuarto del Puesto de Control Local
- Cuarto General de Baja Tensión
- Cuarto de Enclavamiento
- Cuarto de Protección Contra Incendios
- Cuarto de Conductores
- Seccionadores
- Subestaciones.

Y en Talleres y Cocheras distribuidos en las siguientes ubicaciones:

- Sala de Operadores
- Sala de Mantenimiento
- Sala de Crisis
- Sala de Responsable de PCC
- Sala de Archivo
- Sala de Jefe de Seguridad
- Sala de Zona de Tratamiento de Datos y Administración
- Cuarto General de Baja Tensión
- Cuarto de Enclavamiento
- Cuarto de Media Tensión
- Cuarto de CAF
- Área de Almacén y Talleres Específicos
- Jefe de Depósito
- Garita de Guardianía de Talleres y Cocheras

Estos elementos están conectados a través de la red de comunicaciones con la central IP ubicada en el cuarto COM de Talleres y Cocheras en el armario CCTV-TELEFONIA; a continuación, un esquema general del Sistema de Telefonía.

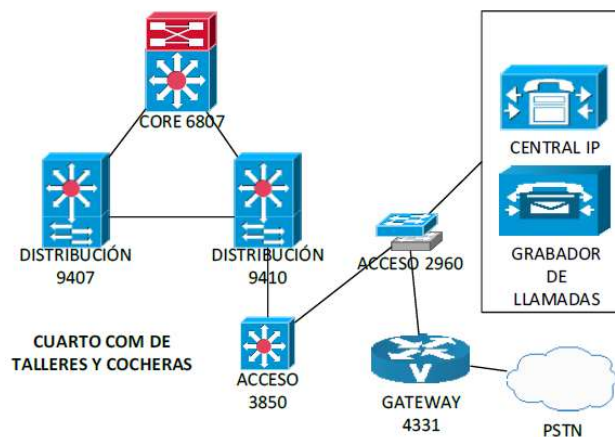


Figura 16. Esquema general del Sistema de Telefonía

- **Descripción de los equipos de Sistema de Telefonía**



A continuación, se describen los equipos y modelos implementados según su función:

- **Servidor Business Edition 7000H**

Este modelo de alta densidad admite varias aplicaciones de colaboración simultáneamente, con capacidades de 1000 a 5000 usuarios, de 3000 a 15000 dispositivos en varios sitios. Para obtener más capacidad y admitir implementaciones de mayor tamaño, puede apilar servidores adicionales según sea necesario. Y en implementaciones de menor tamaño con menos de 1000 usuarios, normalmente se pueden admitir más aplicaciones por servidor.



Figura 17. Servidor Business Edition 7000H

El servidor principal usa el sistema de virtualización vsphere de VMware, soportando hasta 8 bloques de aplicación con su respectivo bloque de gestión, siendo los principales:

- Cisco Unified Communications Manager 12.X.- Es el agente de procesamiento de llamadas y el elemento central del sistema, permite el manejo de protocolos de comunicación estándar como SIP, H.323 y MGCP, además de protocolos propietarios como SCCP.
- Cisco Unified Presence.- Es la aplicación encargada de la gestión de la mensajería integrada y presencia del desarrollo, se encuentra orientada a mejorar la comunicación a través de un cliente de mensajería llamado Jabber, mediante el cual un determinado usuario puede establecer el mejor medio de comunicación con otro usuario de la red.
- Cisco Unity Connection Versión 12.X.- Es el componente del sistema encargado de la parte de mensajería unificada y manejo de buzones de voz. Esta aplicación puede extenderse posteriormente a funciones más avanzadas como es: convertir un mensaje de voz a texto, o reconocimiento de voz.
- Posee la siguiente ventaja:
- Herramientas flexibles de desarrollo e integración: las API basadas en Representational State Transfer (REST) proporcionan una fácil integración en los sistemas existentes de aprovisionamiento, mensajería, telefonía y notificación, lo que permite la integración con herramientas corporativas, clientes y flujos de trabajo existentes o la creación de aplicaciones para usuarios finales personalizados.

- **Cisco 4331 Integrated Services Router**

Los ISRs de la serie 4000 consolidan varias funciones, incluidas la red, la seguridad, el cómputo, el almacenamiento y las comunicaciones unificadas. La arquitectura de backplane admite la

comunicación de módulo a módulo de alto ancho de banda a velocidades de hasta 10 Gbps. La serie 4000 incluye tecnologías que ayudan a mitigar los ciberataques modernos verificando la integridad de la plataforma y proporcionando protección contra la falsificación y la modificación no autorizada de hardware y software. El ISR 4331 es el encargado de interconectar la red de telefonía IP y la red de telefonía conmutada.



Figura 18. Gateway Cisco 4331

○ **Teléfonos IP**

Para los teléfonos se utiliza los modelos Cisco de la serie 7800 que permiten las comunicaciones de voz. La administración de las actualizaciones de software es más sencilla, ya que todos los modelos de la serie comparten el mismo sistema operativo.

**Teléfono IP Cisco 7821 utilizado en cuartos técnicos de estación.**



Figura 19. Teléfono IP Cisco 7821

- Soporta dos líneas full-dúplex.
- Pantalla monocromática de 3.5" 396x162 Pixeles.
- Soporta SIP
- Speaker full-dúplex

**Teléfono IP Cisco 7861 utilizado para los operadores del PCC.**



Figura 20. Teléfono IP Cisco 7861

- Soporta dos líneas full-dúplex.
- Pantalla monocromática de 3.5" 396x162 Píxeles.
- Soporta SIP
- Speaker full-dúplex

- **Solución Implementada**

Está implementada una solución de comunicaciones unificadas centralizada que se encuentra compuesta por un Cisco Business Edition 7000H donde está instalada la central IP para gestionar las llamadas de voz, acompañada de un grabador de llamadas de voz, un gateway de voz, teléfonos IP de la familia 7800 que cubre las necesidades de comunicación telefónica del Sistema Metro de Quito.

La red de administración de telefonía de cada una de las estaciones es la siguiente:

ESTACIÓN	VLAN	IP DE RED	MÁSCARA DE RED	GATEWAY
Depósito Quitumbe	1111	10.11.11.0	255.255.255.0	10.11.11.254
Quitumbe	1211	10.12.11.0	255.255.255.0	10.12.11.254
M. Valverde	1311	10.13.11.0	255.255.255.0	10.13.11.254
Solanda	1411	10.14.11.0	255.255.255.0	10.14.11.254
Cardenal de la Torre	1511	10.15.11.0	255.255.255.0	10.15.11.254
Recreo	1611	10.16.11.0	255.255.255.0	10.16.11.254
Magdalena	1711	10.17.11.0	255.255.255.0	10.17.11.254
San Francisco	1811	10.18.11.0	255.255.255.0	10.18.11.254
Alameda	1911	10.19.11.0	255.255.255.0	10.19.11.254
Ejido	2011	10.20.11.0	255.255.255.0	10.20.11.254
Central	2111	10.21.11.0	255.255.255.0	10.21.11.254
Pradera	2211	10.22.11.0	255.255.255.0	10.22.11.254
Carolina	2311	10.23.11.0	255.255.255.0	10.23.11.254
Iñaquito	2411	10.24.11.0	255.255.255.0	10.24.11.254
Jipijapa	2511	10.25.11.0	255.255.255.0	10.25.11.254
Labrador	2611	10.26.11.0	255.255.255.0	10.26.11.254

Tabla 1. Asignación de VLAN y dirección de red IP

Por cada una de las estaciones está asignado una VLAN diferente, de esta manera se encuentran configurados los teléfonos IP de acuerdo con su ubicación.

- **Central Telefónica IP**

La central telefónica IP cuenta con un diseño que asegura el fácil soporte a los usuarios, dispositivos o aplicaciones y a su vez permite la expansión del sistema, si así se requiere.

Está instalado sobre un servidor Cisco Business Edition 7000H, el cual está equipado con aplicaciones de colaboración de Cisco para voz, vídeo, movilidad, mensajería, conferencia, mensajería instantánea y presencia; y cuenta con las siguientes características:

- Gestión y desarrollo simplificado.
- Escalable

- Plataforma de Alta Disponibilidad
- Arquitectura abierta.
  - **Grabador de llamadas de telefonía**

La solución implementada de grabación de audio de llamadas de telefonía es un aplicativo de Imagicle Call Recording Voice que permite la grabación de voz al 100% para cumplimiento, capacitación, verificación de transacciones, protección legal o manejo de información confidencial.

La aplicación permite automáticamente grabar continuamente todas las conversaciones, sin ninguna intervención del usuario.

- **Gateway de voz**

Estos dispositivos se encuentran instalados en el cuarto COM de Talleres y Cocheras, para la conmutación hacia redes SIP externas; con la capacidad de enrutar redes de comunicaciones IP.

- **Tecnologías y Protocolos**

- **Protocolos utilizados en la implementación**

En el sistema de telefonía se utilizaron los siguientes protocolos:

- **SSH**

SSH o Secure Shell, es un protocolo de administración remota que permite a los usuarios controlar y modificar sus servidores remotos a través de Internet. El servicio se creó como un reemplazo seguro para el Telnet sin cifrar y utiliza técnicas criptográficas para garantizar que todas las comunicaciones hacia y desde el servidor remoto sucedan de manera encriptada. Proporciona un mecanismo para autenticar un usuario remoto, transferir entradas desde el cliente al host y retransmitir la salida de vuelta al cliente.

- **DHCP**

El protocolo de configuración dinámica de host (en inglés: Dynamic Host Configuration Protocol, también conocido por sus siglas de DHCP) es un protocolo de red de tipo cliente/servidor mediante el cual un servidor DHCP asigna dinámicamente una dirección IP y otros parámetros de configuración de red a cada dispositivo en una red para que puedan comunicarse con otras redes IP. Este servidor posee una lista de direcciones IP dinámicas y las va asignando a los clientes conforme éstas van quedando libres, sabiendo en todo momento quién ha estado en posesión de esa IP, cuánto tiempo la ha tenido y a quién se la ha asignado después. Así los clientes de una red IP pueden conseguir sus parámetros de configuración automáticamente.

- **NTP**

El protocolo NTP (Network Time Protocol), más comúnmente conocido como NTP, es un protocolo de Internet ampliamente utilizado para transferir el tiempo a través de una red. NTP es normalmente utilizado para sincronizar el tiempo en clientes de red a una hora precisa.

NTP es un protocolo basado en un sistema cliente-servidor. Provee a los clientes con tres productos fundamentales: clock offset, round-trip delay y referencia de dispersión. El offset especifica la diferencia entre la hora del sistema local y la referencia externa de reloj. Round-trip delay especifica las latencias de tiempo medidas durante la transferencia de paquetes dentro de la red. La referencia de dispersión de tiempo especifica el máximo número de errores asociados con la información de tiempo recibido de un reloj externo.

- **SCCP**

Acrónimo de “Skinny Call Control Protocol” (en algunas fuentes se enuncia como “Skinny Client Control Protocol”); es un protocolo propietario de Cisco.

Es el protocolo por defecto para terminales con el servidor Cisco Call Manager PBX que es el similar a Asterisk PBX. El cliente Skinny usa TCP/IP para transmitir y recibir llamadas, para el audio utiliza RTP, UDP e IP. Los mensajes Skinny son transmitidos sobre TCP y usa el puerto 2000.

- **SIP**

SIP es un protocolo de control de nivel de aplicación basado en ASCII que se puede usar para establecer, mantener y terminar llamadas entre dos o más puntos finales.

Al igual que otros protocolos de voz sobre IP, SIP está diseñado para abordar las funciones de señalización y gestión de sesiones dentro de una red de telefonía de paquetes. La señalización permite que la información de la llamada se lleve a través de los límites de la red. La administración de sesiones proporciona la capacidad de controlar los atributos de una llamada de extremo a extremo.

- **RTP**

RTP proporciona las funciones del transporte de la red convenientes para los usos que transmiten datos en tiempo real, tales como datos audio, del vídeo o de la simulación, Multicast excesivo o servicios de red del Unicast. RTP no trata la reservación del recurso y no garantiza el QoS para los servicios en tiempo real. El transporte de los datos es aumentado por un protocolo del control (RTCP) para permitir la supervisión de la entrega de los datos de una forma escalable a las redes grandes del Multicast, y para proporcionar funcionalidad mínima del control y de la identificación. RTP y RTCP se diseñan para ser independiente de las capas subyacentes del transporte y de red. El protocolo apoya el uso de los traductores y de los mezcladores del RTP-nivel.

- **RSVP**

RSVP es el protocolo de la reservación del recurso, es un protocolo usado en VOIP para manejar calidad del servicio. RSVP trabaja solicitando una anchura de banda requerida mínima y el estado latente para la llamada telefónica de VOIP por cada dispositivo de la red entre los dos puntos finales. RSVP se define en RFC 2205: Protocolo de la reservación del recurso (RSVP). RSVP es un protocolo que señala del Unicast y del Multicast, diseñado para instalar y para mantener la información del estado de la reservación en cada rebajadora a lo largo de la trayectoria de una corriente de datos.

- **H.323**

H.323 es una estándar de comunicaciones producido por la ITU, iniciado a finales de 1996, e impulsado por el crecimiento de la comunicación multimedia en redes de área local (LAN). Es una expansión de la tecnología tradicional H.320 pero optimizada para Internet. H. 323 ha sido diseñado desde el principio para incluir a la Voz sobre IP y la telefonía sobre IP, así como comunicaciones de gatekeeper a gatekeeper y otras comunicaciones de datos que implican redes conmutadas por paquetes. Estas redes incluyen las de tipo IP como Internet, las de Inter cambio de paquetes (IPX) y redes de área amplia (WAN). H.323 es ampliamente soportado por muchos fabricantes comerciales y se usa en todo el mundo tanto en aplicaciones empresariales como educativas.

#### **3.4.4. Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)**

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), permite la vigilancia centralizada de todos los espacios y niveles de las estaciones de la PLMQ, así como instalaciones de patios y fondos de saco, a través de la instalación de cámaras de video que están distribuidas adecuadamente para monitorizar cada uno de los espacios indicados.

Las imágenes captadas por las cámaras se presentan en el monitor destinado para este efecto ubicado en el Puesto de Control Local (PCL), así como también se contemplan en los monitores correspondientes en el Puesto de Control Central (PCC).

Para cumplir con los requerimientos de visualización en la misma estación, se tienen dos equipos instalados:

- (Servidor/Grabador) su función es el procesamiento y almacenamiento, en este equipo se encuentra instalado el aplicativo VxToolbox donde se agregan las cámaras y las configuraciones necesarias para el correcto funcionamiento.
- (Cliente) Se usa para la visualización de las cámaras respectivas a su correspondiente estación, en este equipo se encuentra instalado el VxOpsCenter aplicativo usado para la visualización en tiempo real y videos grabados y almacenados.

En el Equipo de gestión de visualización del PCL obtiene las imágenes del Equipo para procesamiento y almacenamiento, usando la Red de Comunicaciones Ethernet de la estación y posteriormente mostrándolas en la pantalla del operador del PCL. A su vez, en el PCC se tiene el Sistema de Centralización de Video, el cual recibe las imágenes de las cámaras instaladas a lo largo de toda la línea mediante protocolo TCP/IP y la Red de Comunicaciones IP/ Gigabit, para poder visualizarse desde los Clientes de CCTV instalados en los Operadores de la Sala del PCC y en el Videowall, si se requiere.

El equipo de visualización en el PCL se conecta al Sistema de CCTV de Estaciones y las imágenes de las cámaras se pueden gestionar por cuadrantes y de forma independiente. El sistema permite la creación de rondas de cámaras, tanto prefijadas, como definidas por el usuario.

La integración con algunos de los otros sistemas de la estación y con los sistemas de control de estación se realiza, a través del SCE (SCADA), es por ello por lo que existe un diálogo entre sí utilizando la red de comunicaciones Ethernet de estación, que permite las siguientes funcionalidades:



- Fijación de cámaras de manera automática en el PCL ante determinadas situaciones (llamada a un Interfono, arranque de una escalera, alarma en un ascensor, etc.).
- Recibir información de las imágenes a presentarse en el equipo de visualización y presentar la configuración, estado actual del sistema, alarmas, etc. desde el aplicativo dedicado a CCTV.
- Desde el PCC, se puede administrar remotamente al Sistema de CCTV, por lo cual se cuenta con una aplicación que cumple con las siguientes características básicas:
- Software de Centralización de vídeo que soporta funciones de tele mantenimiento, administración remota, modo de visualización (1, 4 cámaras) y selección de las cámaras de una estación.
- Aplicación de administración de los equipos de visualización, la cual se ha instalado en equipos del Puesto de Control Central, que permite preconfigurar una lista de estaciones seleccionadas para visualizar, modo de visualización, imágenes a presentarse, número de imágenes por defecto (4), cámaras a visualizarse por defecto y su el cuadrante, rondas de cámaras a presentarse por defecto y cuadrante y etiquetas a presentarse (nombre de cámara, hora, fecha e indicador de alarma).
- Configuración centralizada desde el Puesto de Mando individualizada para cada estación.

El sistema está dotado de un Sistema de Procesamiento y Almacenamiento Centralizado, el cual permite almacenar las imágenes de las cámaras de estación y su posterior transmisión a los Operadores en el Puesto de Control Central para visualizarlas en tiempo real y obtener las imágenes que se encuentren grabadas.

En el PCL de las estaciones se puede visualizar en el monitor las imágenes de las cámaras de propia estación bajo petición. En el Puesto de Control Central, las imágenes de las cámaras se visualizan en los puestos dedicados a ellos y en las pantallas de retroproyección asignadas a seguridad y estaciones. La configuración del número de imágenes, su tamaño y lugar de visualización en la pantalla de videowall, se puede controlar desde la aplicación de gestión centralizada de su propia solución.

- **Distribución y ubicación del sistema de CCTV**

El sistema CCTV se conforma de una cantidad de cámaras distribuidas en ciertos puntos de las estaciones: andenes, vestíbulos, accesos (cancelas), salidas de emergencia, puesto de control local (PCL), cuarto de control de instalaciones (CCI), ascensores y escaleras mecánicas. A continuación, se describe de forma general el alcance de visualización que tienen las cámaras de video en cada una de sus ubicaciones:

- Cámara de andén: Observación en zona de espera de andenes, incluida la zona del interfono de andenes.



- Cámara de vestíbulo: Observación general en especial la zona de torniquetes, portón y pasos enclavados de salida e interfono de vestíbulo.
- Cámara de PCL, Taquilla o Puesto de abonos: Observación general de la Taquilla, PCL (en especial la zona de venta de billetes) y o Puesto de Personalización de Tarjetas
- Cámara de pasillo: Observación general en zonas de pasillos largos por donde transitan los usuarios.
- Cámara de escalera: Observación de toda la escalera y zonas de embarque y desembarque, cubriendo 2 o 3 metros más, a partir del primer peldaño, incluyendo la zona de interfono.
- Cámara de accesos o cancela: Se sitúa en el interior de la estación y próxima a cada cancela.
- Cámara de salida de emergencia: Se sitúa próxima a la salida de emergencia, esto incluye salidas de emergencia de estaciones y en túnel.

Adicionalmente, se tiene el equipamiento de grabación y visualización de estación, los cuales corresponden al Equipo para procesamiento y almacenamiento (grabador instalado en cuarto comunicaciones con el aplicativo VxToolbox) y al Equipo de gestión de visualización de PCL (cliente instalado en CCI con el aplicativo VxOpsCenter). Ambos se conectan y comunican entre sí por medio de la red ethernet de estación.

Para el sistema de CCTV en el perimetral del Depósito de Quitumbe, aplica la misma estructura considerada en las estaciones, es decir, está compuesta por un grabador (instalado en el cuarto de comunicaciones de PCC) y un cliente (instalado en Puesto de Vigilancia del Perimetral), desde donde se puede añadir, gestionar, administrar y visualizar las cámaras que se han instalado para el sistema de seguridad perimetral.

En cuanto al Puesto de Control Central, está conformada por dos servidores Core, dos grabadores centrales y un gestor de cargas. Dicho equipamiento está instalado en el cuarto de comunicaciones del Puesto de Control Central. Mediante los aplicativos que funcionan en cada equipo, este sistema central es capaz de añadir, gestionar, administrar y visualizar las cámaras que se han instalado en cada estación y Depósito de Quitumbe, desde los clientes de CCTV instalados en los Operadores en la Sala del PCC.

#### ○ **Conectividad en cámaras de estación**

Una ventaja de implementar el sistema con tecnología IP, es que se han colocado nodos auxiliares en otros puntos de la estación, con el fin de que la distancia del cableado desde las cámaras sea menor a 100m. Dichos nodos auxiliares se conectan a los nodos ethernet de estación mediante fibra óptica.

A continuación, se presenta un esquema general del conexionado de las cámaras a través nodos auxiliares mediante fibra óptica en una estación tipo.

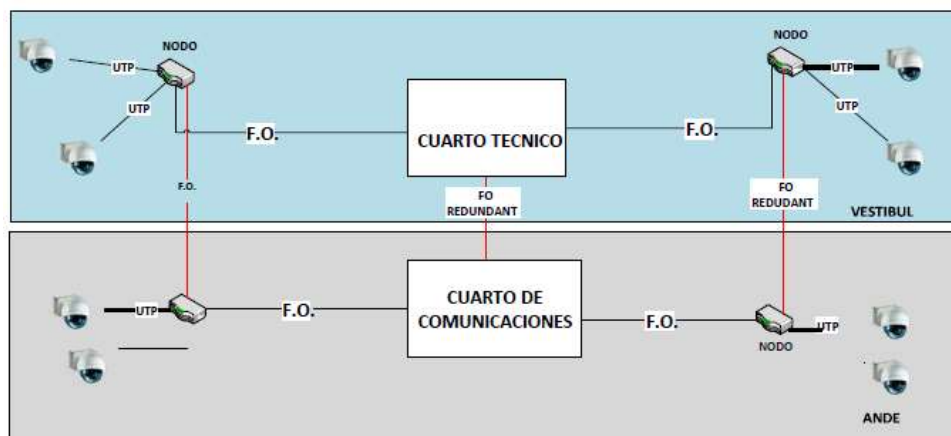


Figura 22. Esquema general de conexión de cámaras por la Red Ethernet de estación

Todas las imágenes captadas por todas las cámaras se visualizan en el monitor del SCE y en el monitor de CCTV del Puesto de Operador Local en cada estación y a su vez, desde el puesto de control central (PCC).

Las cámaras se conectan directamente hacia los nodos ethernet de estación, los cuales se ubican en el CCI, en el cuarto de comunicaciones y en los nodos ethernet instalados en distintos puntos de la estación.

- **Arquitectura general del sistema CCTV**

Como se ha visto anteriormente, el sistema de CCTV en la PLMQ se divide en dos grandes bloques: Sistema de CCTV en estaciones y Sistema de CCTV en Depósito de Quitumbe. A continuación, se realiza una descripción de cada uno de ellos.

- **Sistema de CCTV en estaciones**

En el siguiente gráfico, se puede observar el diagrama general de conexión del equipamiento y elementos del sistema de CCTV en las estaciones:

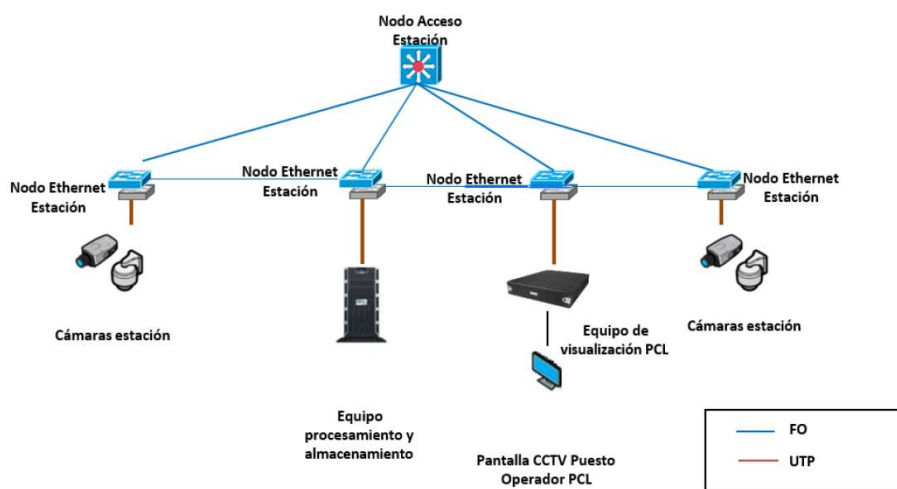


Figura 23. Diagrama general sistema CCTV en estaciones

Las cámaras se conectan al nodo ethernet de estación más cercano, siguiendo la filosofía explicada en el apartado 5.1, para transmitir sus datos y las imágenes de video por la red ethernet de estación. A su vez, el equipo de procesamiento y almacenamiento (grabador) se conecta al nodo ethernet del cuarto de comunicaciones de la estación destinado para servidores, para poder obtener toda la información que las cámaras están entregando constantemente e incluirlas en el sistema de estación configurado en este servidor con dos objetivos:

- Los datos e imágenes estén disponibles en tiempo real para su uso en los propios aplicativos pertenecientes al sistema de CCTV y para los aplicativos de otros sistemas con los que debe integrarse.
- Los datos e imágenes se graban en este equipo, por un máximo de 6 días, para que se encuentren disponibles para su uso en los propios aplicativos correspondientes al sistema de CCTV

También el equipo de visualización del PCL (cliente) se conecta al nodo ethernet del CCI, para comunicarse con el grabador mediante la red ethernet de estación y obtener los datos e imágenes de las cámaras para que así sean visibles en el monitor de CCTV en el Puesto de Control Local, conectado a su vez en el cliente.

Todos los equipos y elementos del sistema de CCTV de estación se comunican con el sistema de CCTV del PCC al tener salida hacia allí por medio de las capas superiores que componen la red de Comunicaciones (Acceso, Distribución y Troncal).

○ **Sistema de CCTV en Depósito Quitumbe**

En la siguiente imagen, se encuentra el diagrama general de arquitectura y conexión de los equipos y elementos que componen el sistema de CCTV en Depósito de Quitumbe. Se pueden diferenciar dos partes en este punto: Sistema de Centralización de CCTV y el Sistema de CCTV Perimetral cada uno de ellos se detallará en el siguiente apartado.

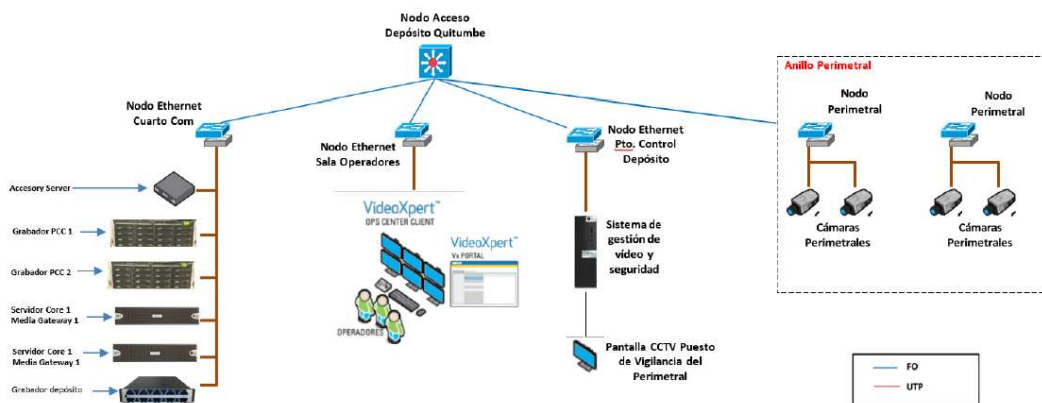


Figura 24. Diagrama general sistema CCTV Depósito Quitumbe

- **Sistema Centralizado de CCTV**

El Sistema Central de CCTV en el PCC, corresponde a una arquitectura en clúster conformado por:

- Dos servidores Core / Media Gateway, en redundancia
- Dos grabadores (storage) en redundancia
- Un servidor accesorio PELCO que actúa como gestor de cargas entre Los servidores Core y los storage

Dicho equipamiento se encuentra instalado en el cuarto de comunicaciones del PCC, desde donde se conecta usando la red Local del PCC hacia el resto de los sistemas de la Línea 1 del Metro de Quito que requieran de funcionalidades de CCTV. Adicionalmente, el sistema tiene un Media Gateway incorporado en cada uno de los servidores Core.

El sistema instalado es VideoXpert Enterprise de PELCO.

El servidor Core/Media Gateway realiza las operaciones de administración central, manteniendo la base de datos del sistema, administrando permisos y derechos de usuario, encaminando tráfico y demás operaciones centrales, adicionalmente se encarga de todas las peticiones de video, asegurando que los usuarios de cada nivel de acceso a red reciban el tipo de video adecuado para su aplicación.

VxOpsCenter es la aplicación de operador, que ofrece una interfaz intuitiva, pero avanzada, en la que los usuarios pueden obtener acceso a video e investigar lo en todo el sistema.

Storage Server (VXS) graba video y entrega video grabado a los usuarios.

Las cámaras se conectan al nodo ethernet, de estación o perimetral más cercano, para transmitir sus datos y las imágenes de video por la red ethernet de estación. En este caso, el clúster formado por el equipamiento central de CCTV obtiene toda la información que las cámaras están entregando constantemente y las incluyen en el sistema configurado en PCC con dos objetivos:

- Los datos e imágenes estén disponibles en tiempo real para su uso en los propios aplicativos pertenecientes al sistema de CCTV y para los aplicativos de otros sistemas con los que debe integrarse en PCC.
- Los datos e imágenes se graben en este equipo, para que se encuentren disponibles para su uso en los propios aplicativos correspondientes al sistema de CCTV.

En cuanto a la sala de operadores del PCC, para la visualización del sistema de CCTV de la línea en puestos de operador y en videowall, se han instalado 5 clientes de CCTV con los aplicativos VxOpsCenter (únicamente visualización) y VxToolbox (gestión y administración)

- **Sistema de CCTV Perimetral**

Las cámaras se conectan al nodo de Perímetro más cercano, ubicados en ciertos puntos específicos a lo largo del perimetral de Depósito de Quitumbe, para transmitir sus datos y las imágenes de video por la red hacia los equipos de CCTV correspondientes. Adicionalmente, el

equipo de procesamiento y almacenamiento (grabador) se conecta al nodo ethernet del cuarto de comunicaciones ubicado en el PCC

El Sistema de Gestión de Video y Seguridad (cliente) se conecta al nodo ethernet ubicado en el Puesto de Vigilancia del Perimetral, para comunicarse con el grabador mediante la red ethernet y obtener los datos e imágenes de las cámaras para que así sean visibles en éste y en los clientes de CCTV de la Sala de los Operadores del PCC.

El sistema de CCTV del Perímetro tiene el Sistema VideoXpert Professional de Pelco.

El grabador y el cliente tienen sus aplicativos VxToolbox y VxOpsCenter respectivamente instalados, mediante los cuales se pueden añadir, gestionar, administrar y visualizar las cámaras que se encuentran instaladas.

En cuanto a las cámaras ubicadas en el perímetro, se ha instalado Análisis Inteligente dándoles la capacidad de detectar situaciones críticas de forma autónoma, sin la supervisión de una persona.

- **Componentes del sistema CCTV**

El sistema de CCTV, consta de los siguientes componentes principales:

- Cámaras IP (Tipo Bala), para Estaciones, Depósito Quitumbe y Fondo de Saco
- Cámaras IP (Tipo Domo), para Estaciones y ascensores.
- Equipo para procesamiento y almacenamiento (grabador)
- Equipo de gestión de visualización de PCL (cliente)
- Sistema de Centralización de CCTV en PCC

- **Cámaras IP Tipo Bala**

Las cámaras tipo bala tienen un gran alcance en distancia por ello se encuentran ubicadas en los pasillos y escaleras mecánicas.



Figura 25. Cámara IP Tipo Domo

- **Cámaras Tipo Domo**

Estas cámaras se sitúan en el techo del ascensor, en vestíbulos, cancelas, salidas de emergencia y cuartos técnicos en estaciones.



Figura 26. Cámara tipo domo

- **Cámaras Tipo Domo**

Estas cámaras se sitúan en los accesos de las estaciones.

La cámara domo HD es fácil de instalar y de alta velocidad que viene en una carcasa para montaje en techo para interiores.



Figura 27. Cámara tipo mini domo

- **Cámaras Milesigth (Mini Bala)**

Estas cámaras se sitúan en salidas de emergencia de túnel y en el ingreso al PCC



Figura 28. Cámara Milesigth

- **Sistema de Centralización de Video**

El Sistema de Centralización de Vídeo, implementa una solución de gestión de video diseñada para brindar escalabilidad, lo que le permite ajustarse a operaciones de vigilancia de cualquier tamaño.

A través de este sistema los servidores pueden agruparse para proporcionar redundancia y escalabilidad dentro de un único ambiente, lo que permite que el sistema crezca en sintonía con sus necesidades de vigilancia.

Dentro de las características del Sistema de Vigilancia y Gestión de Video Escalable están:

- Diseño para mejorar la fiabilidad mediante software tolerante a fallas. arquitectura distribuida y múltiples niveles de redundancia.
- Escalabilidad y expansión modular.

- El sistema permite distribuciones de hardware y de software solamente, para un rendimiento medido o la migración conveniente de hardware de propiedad del cliente.
- A medida que agregue cámaras, usuarios o dispositivos de grabación, puede agregar servidores, lo cual le permite al sistema admitir los recursos adicionales y cumplir con sus expectativas

A través, de este sistema las interfaces simplificadas garantizan que los usuarios puedan comprender y utilizar el sistema con relativa facilidad. Desde el Portal de administración basado en la Web, puede configurar el sistema, administrar la base de datos de los dispositivos, configurar usuarios y permisos, y asignar cámaras para dispositivos de grabación.

El Sistema de Centralización de Vídeo consta de cuatro componentes principales:

- **Core:** El componente Core es el núcleo del sistema VideoXpert: mantiene la base de datos de cámaras y de dispositivos de grabación. El componente Core funciona con VxToolbox, desde donde se puede configurar y administrar el sistema. Con VxToolbox se pueden administrar cuentas y permisos de usuario, y determinara qué dispositivos y funciones del sistema pueden acceder los usuarios. Se pueden crear y asignar "etiquetas" para organizar rápidamente cámaras y dispositivos dentro del sistema. También es posible configurar y responder a eventos dentro del sistema. VxPortal proporciona acceso básico a recursos de transmisión de video, asegurando que los usuarios que dispongan de los permisos adecuados puedan ver video del sistema incluso sin un cliente hardware, usando un navegador de Internet estándar.
- **Media Gateway:** Aunque se puedan aprovechar servidores separados de Core y Media Gateway para sistemas lo suficientemente grandes, la mayoría de los sistemas son fácilmente compatibles con un sol o servidor que funcione como una combinación de Core y Media Gateway para el servidor VideoXpert.
- **A través de Media Gateway se enruta el tráfico de videos a los usuarios adecuados conforme a lo solicitado.** Cuando un usuario solicita una secuencia de video, el Core intercepta la solicitud y determina si el usuario posee los permisos apropiados para ver la secuencia de video. Si el usuario puede ver la secuencia, el Media Gateway conecta al usuario con el dispositivo apropiado, una cámara, un codificador o una grabadora según sea necesario.
- **Servidor accesorio Pelco:** Se puede instalar VideoXpert Accessory Server a fin de proporcionar servicios de NTP, DHCP básico, recuperación activa de fallas y equilibrado de cargas a redes más pequeñas. Accessory Server ofrece una solución nativa multipropósito para controlar los servicios de hora y de direccionamiento desde dentro de VideoXpert. Cuando funciona como equilibrador de carga, Accessory Server enlaza varios servidores Core/Media Gateway (CMG), optimizando el rendimiento y proporcionando redundancia a la red VideoXpert. Con Accessory Server se puede aumentar fácilmente la capacidad de la red VideoXpert y asegurar la disponibilidad del sistema para que los usuarios puedan siempre acceder a video.
- **Almacenamiento:** VideoXpert Storage (VXS) es una plataforma de grabación RAID 6 de alta disponibilidad que captura video grabado para el sistema VideoXpert. Un SSD alberga el sistema operativo del sistema, liberando espacio para video y asegurando una



mayor confiabilidad; Se accede a los discos duros del arreglo RAID por delante para que sea más fácil extraer y sustituir unidades fallidas. Los servidores de Storage también mantienen los niveles de rendimiento en condiciones tanto normal es como de error de RAID, evitando reducciones de rendimiento y asegurando que los usuarios siempre puedan obtener el video que necesitan en VideoXpert. VideoXpert Storage admite cámaras IP de otros fabricantes de forma nativa mediante ONVIF y paquetes de controlador, así que se pueden incorporar en VideoXpert las cámaras existentes. Se puede configurar Storage con VxToolbox, lo que facilita el establecimiento de horarios de grabación y la asignación de cámaras a servidores de almacenamiento. Storage admite la grabación de movimiento, alarma y por al arma, de forma que siempre se puedan capturar con alta calidad eventos pertinentes al entorno. Storage también admite la grabación redundante, lo que asegura que VideoXpert siga grabando video incluso si un sol o servidor de Storage queda fuera de línea.

- **Equipo de Gestión de Visualización**

Estos equipos permiten al operador acceder al Sistema CCTV, a través del software de gestión de visualización de PELCO.

Las estaciones de Visualización se instalan sobre una plataforma PC denominada por Pelco como VX Workstation (cliente). Este equipo tiene las siguientes características técnicas generales:

- Procesador Intel Xeon E3 – 1275 v3
- Memoria de 8 GB DDR4
- Sistema Operativo Windows 7 Ultimate 64 bits

El software asociado a este equipo para realizar la visualización en el puesto de operador es VxOpsCenter. Éste proporciona una interfaz fácil de usar, de manejo sumamente intuitivo para el usuario. VxOpsCenter también admite complementos modulares, proporcionando funcionalidad integrada desde sistemas externos, en este caso usado por el Sistema de Control de Estaciones.

A nivel de estación, VxOpsCenter se conecta directamente con el Equipo para procesamiento y almacenamiento (grabador) instalado en cada estación de la línea, permitiendo así que todas las imágenes de las cámaras de estación sean visibles desde aquí, tanto en tiempo real como sus grabaciones, además de presentar la información general de configuración y estado del dispositivo.

En el sistema se incluyen cinco (5) clientes de visualización que han sido instalados en los distintos puestos de operador existentes. En dichos clientes también se ha instalado el software VxOpsCenter, mediante el cual se visualiza las imágenes de todas las cámaras de la Línea 1 del Metro de Quito, tanto en tiempo real como sus grabaciones en el sistema Central de CCTV, y la información y estados generales de los dispositivos.

En este aplicativo en específico, se han agrupado por estación, para su fácil búsqueda e identificación dentro del sistema.

### 3.4.5. Sistema de Megafonía

El sistema de megafonía implementado en las estaciones de la PLMQ tiene dos funciones principales:

- Sistema de alarma por voz para evacuación.
- Sistema de megafonía para la difusión de mensajes, así como música ambiental.

El sistema de megafonía cumple con la misión de mantener informado al pasajero en cuanto a información del tráfico de trenes se refiere y sirve de herramienta activa en caso de emergencias.

El sistema cumple con la normativa de:

- *Sistemas de detección y alarma de incendios EN 54-16* de Seguridad contra incendios que aplica a los sistemas de alarma por voz.
- EN 60849 "*Sistemas electroacústicos para servicios de emergencia*".

Desde el sistema se pueden dar avisos de información, tanto grabados previamente como directamente desde los puestos de operadores con mensajes en vivo. En caso de emergencia, de manera fácil y segura, se podrá activar el estado de emergencia y evacuación, y de forma automática se comenzarán a enviar los mensajes seleccionados a las diferentes zonas, pudiendo realizar una evacuación por fases en forma ágil y ordenada.

Los mensajes que se reproducen, a través del Sistema de Megafonía, se originan de distintas fuentes entre las cuales están:

- Mensajes pregrabados.
- Mensajes hablados mediante micrófono.
- Hilo Musical

Las señales de audio son enviadas mediante los correspondientes cables de zona hasta los altavoces de la misma. Las líneas de audio son independientes para cada zona, para así, en caso de alguna falla solo sea afectada la zona de la falla y no el sistema completo.

Para la selección de las distintas fuentes de sonido y las diferentes zonas a sonorizar, el operador del PCL dispone de una interfaz en el Sistema de Control de Estaciones, esto también es posible desde el Puesto Control Central.

El conjunto de los centros de emisión de mensajes: local o desde el Puesto de Control Central, constituyen diferentes niveles jerárquicos del Sistema de Megafonía. Dichos niveles están interrelacionados y su configuración evita el riesgo de que exista superposición de mensajes en la misma zona de una estación, cuando estén actuando simultáneamente los operadores tanto del PCL como del Puesto de Control Central (PCC).

El sistema también está preparado para reproducir música ambiente, con alta calidad de audio, de forma que se dote al recinto de un mayor grado de confort.

Se pueden controlar los diferentes niveles de prioridad según los protocolos establecidos. Así, la música ambiental será interrumpida inmediatamente en caso de emergencia o para cualquier otro aviso de mayor prioridad.

El sistema está basado en una tecnología audio sobre red de datos, de forma que sea fácilmente ampliable y escalable. Las ampliaciones de nuevas estaciones o centros técnicos no afectan a lo instalado, es tan sencillo como añadir los equipos necesarios en el nuevo recinto y conectarlos al Sistema Centralizado de Megafonía.

El sistema puede manejarse a nivel local por los operadores de estación y puede ser controlado y monitoreado desde el Sistema Centralizado de Megafonía a través de un SCADA o mediante el software propio del sistema.

De esta forma, se centralizan todas las tareas de ajuste, control y mantenimiento. Esto dota al sistema de mayor flexibilidad y reduce notablemente los costes en mantenimiento, ya que los operadores pueden conocer el estado de todos los equipos del sistema desde el puesto central.

Para garantizar una funcionalidad adecuada al tipo de explotación, el sistema se divide en zonas. Estas zonas están diseñadas en función de los usos de las distintas partes de cada estación y del Depósito de Quitumbe.

La configuración del sistema a nivel local de estación tiene la capacidad de continuar funcionando de forma autónoma en caso de pérdida de comunicación con el Sistema Centralizado en el Puesto de Control Central. Esta comunicación se realiza, a través de la red troncal de comunicaciones del Metro Quito.

- **Ubicación de Altavoces en Estación**

Los altavoces instalados en las estaciones son de tres tipos:

- Proyector de sonido bidireccional 10W, el cual se encuentra instalado en los soportes de las luminarias que se ubican sobre todas las escaleras mecánicas de las estaciones.
- Caja acústica de 20 W, la cual se encuentra instalada en todos los vestíbulos de las estaciones. Hay 4 cajas acústicas instaladas por vestíbulo.
- Proyector de sonido CSP 115 de 15 W, corresponden a todos los altavoces que se encuentran instalados en los andenes de estaciones, vía 1(30 parlantes) y vía 2(30 parlantes). Dichos altavoces están anclados en los soportes de las luminarias de andén.



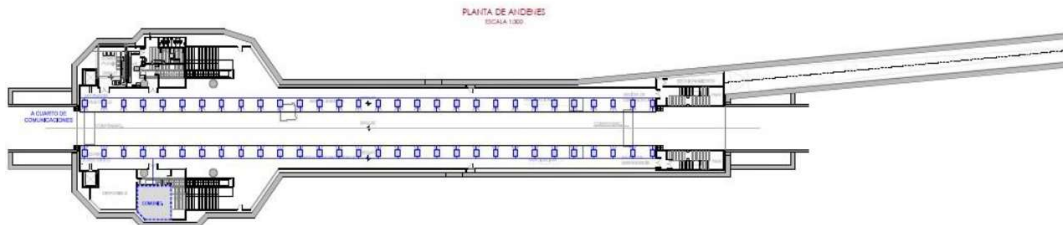


Figura 29. Plano de ubicación del Sistema de Megafonía en Estación Genérica

○ **Características Generales del Sistema**

El Sistema de Megafonía, en función de la descripción realizada en el apartado anterior tiene las siguientes características generales:

- Sistema certificado EN 54-16, robusto y diseñado específicamente para tener alta disponibilidad.
- Supervisión completa y redundancia de elementos críticos del sistema.
- Matriz completa de sistema multi-site. Permite enviar audio de forma simultánea a cada zona del sistema ya sea a nivel de estación o en zonas de distintas estaciones.
- Los mensajes pregrabados se pueden automatizar por calendario. Cada estación tiene sus mensajes y pueden ser gestionados y sincronizados desde el puesto de control central.
- Audio en tiempo real y de alta calidad (48Khz, 24 bits) sobre redes de datos con latencia despreciable (menos de 750 microsegundos).
- Sistema de protocolo abierto para integraciones de terceros como SCADA u otros, se realiza vía API's estándar, a través de Ethernet, por RS-485 o por contacto seco.
- Software de control externo basado en web-services con interfaz de usuario sencilla e intuitiva.
- El sistema se integra con el panel de detección de incendios para una evacuación automática en caso de incendio.
- El sistema permite evacuación por fases. Evacuando primero las zonas más cercanas al peligro y alertando al resto de zonas.
- Sistema de última tecnología.

**3.4.6. Sistema de Control de Accesos y Anti-Intrusión**

El Sistema de Control de Accesos y Anti-Intrusión, responde a las siguientes características:

- Impide la entrada de personas no autorizadas en las dependencias de la infraestructura, y en particular a las instalaciones críticas o importantes, y al Depósito de Quitumbe.

- Seguridad de disponer de una alarma fiable, ante cualquier intento de entrada y/o intrusión, y/o intentos de ingresar en forma encubierta dentro de las instalaciones.
- Asegura la identificación de todo el personal que acceda a las instalaciones.
- Dispone de un cuadro de control en tiempo real de los eventos que se produzcan en los diferentes sitios y áreas del Metro de Quito.
- Mantiene un control central de los sistemas de seguridad de todas las entradas/salidas, ya sea durante operación normal como durante situaciones de emergencia.

Cada elemento del sistema tiene un funcionamiento independiente del resto, de tal forma que las averías en cualquiera de ellos tienen un menor impacto en el resto de los dispositivos.

Las Unidades de Control de Accesos (UCA) instaladas, constituyen la columna vertebral del Sistema de Control de Accesos y Anti-Intrusión, y realizan las funciones de control de entradas (personas, visitantes, otros), de tal forma que se tiene control de quien ingresa, permitiendo la supervisión de los accesos automáticamente y gestionando las señales e información recibidas en ellas. Los sistemas de control y supervisión captan y en algunos casos operan automáticamente de acuerdo a una metodología predeterminada.

Las UCA, controlan los lectores, así como los periféricos de campo (magnéticos, volumétricos, otros) y en su caso, ejecutan las órdenes emitidas desde el equipo informático de control y gestión central. Para la conexión al puesto de control, las UCA's están conectadas directamente a la red de comunicaciones LAN de Línea 1 de Metro de Quito. Cada UCA programada, funciona de forma independiente, siendo de esta manera un sistema muy ágil en su respuesta.

La arquitectura diseñada para la PLMQ en el sistema de CCAA, responde a la centralización de un servidor con el software Dorlet ubicado en el en Cuarto de Comunicaciones del PCC y un aplicativo cliente de Dorlet, instalado en los puestos de operador en la Sala del PCC. En cuanto a las estaciones, se han instalado las UCA's, lectoras, cerraduras, volumétricos, magnéticos, pulsador antipánico en cuartos técnicos y salidas de emergencia.

- **Distribución general de equipamiento y elementos del sistema**

A continuación, se presenta el esquema de la arquitectura del sistema de acceso y anti-intrusión instalado en la PLMQ. Esta configuración responde a la centralización de un Servidor situado en el cuarto de Comunicaciones del PCC. Así mismo los puestos de operador (habilitados para dicho propósito) tienen el aplicativo para visualización y gestión del sistema de accesos y anti-intrusión (Aplicativo Gestor Dorlet), el software trabaja bajo el ambiente Windows.

Por otro lado, se tiene el puesto de acreditaciones, con su respectiva impresora de tarjetas y reconocedor de las mismas.

A través, de la red TCP/IP, se tiene la comunicación con las Unidades de Control de Accesos (UCA), por las cuales se controlan los accesos y alarmas en los diferentes cuartos técnicos de las estaciones y del Puesto de Control Central donde se encuentran instalados. Gracias a sus periféricos de control y estado, se puede saber en tiempo real el estado del acceso y todos los eventos asociados a ellos.

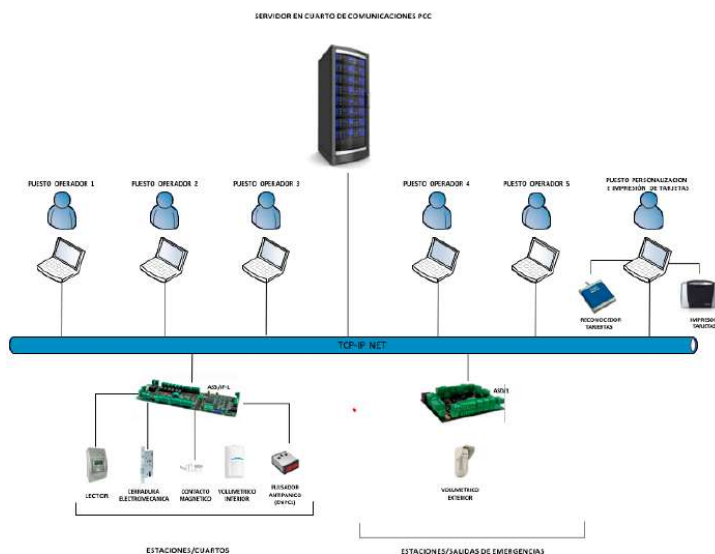


Figura 30. Esquema de la arquitectura del Sistema de Control de Acceso y Anti-Intrusión

• **Funcionamiento**

La protección y control de accesos de los diversos emplazamientos restringidos, así como Cuartos técnicos y Subestaciones, se encuentra de forma integrada entre el sistema de Control de Accesos y el Sistema Anti-Intrusión; en este sentido, al trabajar los dos sistemas en una sola plataforma, presentan las siguientes ventajas:

- Facilidad de uso por parte del personal.
- Monitorización fácil y sencilla, de todo el sistema, a través del sinóptico de alarmas y accesos.
- Escalabilidad y ampliaciones futuras de forma muy sencilla, debido a la arquitectura modular IP, en la que cada controladora, actúa como un nodo.
- Robustez frente a fallos.
- Facilidad para ampliar o actualizar según necesidades (parcial o completa).
- Gestión centralizada y/o distribuida.
- Contempla todos los aspectos y necesidades de seguridad electrónica.
- Facilidad para acceder a nuevas versiones de tecnologías de seguridad electrónica, permitiendo actualizar tanto software, como hardware.
- Agrupa múltiples funciones desde un solo punto de gestión.

○ **Descripción de funcionamiento CCAA/Anti-Intrusión en Estaciones**

Los siguientes sitios, dependiendo del tipo de estación, se encuentran protegidas por el sistema de CCAA:

- Taquillas
- Cuarto de Control de Instalaciones (CCI)
- Cuarto de Comunicaciones
- Cuarto de Transformación
- Cuarto de Enclavamiento
- Subestación Eléctrica



- Salidas de emergencia
- Protección Contra Incendio

Según lo descrito, está instalada una UCA por cada una de las zonas antes descritas. Dicho elemento consiste en una placa electrónica, a la que se conecta la lectora de entrada al sitio; así como elementos auxiliares para el acceso (Cerradura Electromecánica, Volumétrico, Contacto Magnético, Pulsador antipánico).

Para acceder a los diferentes cuartos, está instalado un contacto magnético en la puerta, para tener supervisado el estado de esta, ya que la UCA, continuamente monitoriza la relación entre fichajes de acceso y apertura de puerta. En caso de que esta se abra sin una autorización del sistema, da un aviso de alarma de puerta abierta sin autorización.



Figura 31. Equipamiento Sistema Control de Acceso y Anti-Intrusión

Para la salida del sitio, se debe simplemente girar la manilla en la puerta, y su actuación, tiene dos acciones:

- La UCA, entiende que el usuario quiere salir, por lo que desbloquea la puerta, para que este salga.
- La UCA, entiende que el usuario quiere salir y deshabilita momentáneamente el magnético para que no se produzca la alarma de apertura de puerta sin autorización.

A la controladora (UCA), se le conectan los diversos elementos auxiliares de control, como:

- Volumétricos para controlar la estancia no autorizada de personal dentro de un emplazamiento, o en las salidas de emergencias.
- Contactos magnéticos para controlar apertura de puertas.
- Dispositivos auxiliares como tamper de UCA.
- Pulsador antipánico.

El software aplicativo de Dorlet, también tiene una visión grafica del estado de los elementos gestionados por las UCAs, así como también permite ver sus acciones en una ventana de alarmas y eventos. El sistema, discrimina entre aperturas autorizadas y no autorizadas, por lo que dispone de un completo histórico de accesos con toda la información de horas de entrada, personal, empresa, otros.

- **Descripción de funcionamiento CCAA/Anti-Intrusión en PCC**



Desde el PCC se centraliza toda la información, visualización, control y supervisión del sistema CCAA y Anti-intrusión de Línea 1 de Metro de Quito. La visualización se realiza desde el aplicativo cliente, que está instalado en los puestos de operador y mantenimiento habilitados para ello. Para lo cual, este cuenta con un sistema gráfico de información de los diversos elementos de seguridad repartidos por la red; así como visión de los accesos del personal.

Este sistema cuenta con un sinóptico de cada uno de los emplazamientos que requieren seguridad, con un ícono representativo del elemento. Dicho ícono permanece en reposo en condiciones normales, activándose ante diversas actuaciones, siendo las más comunes las siguientes:

- Fichaje de personal no autorizado.
- Activación del detector de volumétrico en área protegida.
- Activación del tamper de UCA.
- Activación del pulsador antipánico.

Dicha activación se ve reflejada en el sinóptico, mediante una alarma sonora y una muestra de la ubicación del elemento alarmado en la pantalla.

En el Puesto de Control Central, con un concepto de funcionalidad similar a la de estaciones en sus zonas protegidas, se encuentran instalado también Unidades de Control de Accesos (UCA) en las siguientes áreas:

- Subestación Eléctrica
  - Cuarto de Comunicaciones
  - Cuarto de Transformación
  - Cuarto de Enclavamiento
  - Sala de Operadores
  - Sala de Mantenimiento
- **Componentes del Sistema CCAA/Anti-Intrusión**
    - **Unidades de control de accesos (UCA)**

En la PLMQ están instalados dos tipos de UCAs que se detallan a continuación:

- Unidad de Control de Acceso para Cuartos Técnicos:

UCA para control de accesos e integración de señales que incluye tarjeta AS/3 IP-L, fuente de alimentación 230VAC 60Hz, batería y caja soporte. Cumple con la norma "clase medio ambiental III", y su grado de protección es IP55. Cuentan con comunicación TCP/IP. Cada unidad de control gestiona un Lector de Entrada (Dorlet 70-EAN-PRX-M), un contacto magnético EMPS70W, Volumétricos de Interior y Cerradura Electromecánica.

Esta controladora está instalada en la zona segura (por dentro de la zona a proteger), situada en la zona superior de las puertas de acceso a los cuartos técnicos de estaciones y PCC. Con esta ubicación se protege el acceso a las estancias y tendremos registros de las personas que han accedido a ellas. Adicionalmente en el PCL zona de taquillas de cada estación, hay instalado un pulsador antipánico que está conectado a las entradas supervisadas de la UCA y es el responsable de reportar una alarma en caso necesario.

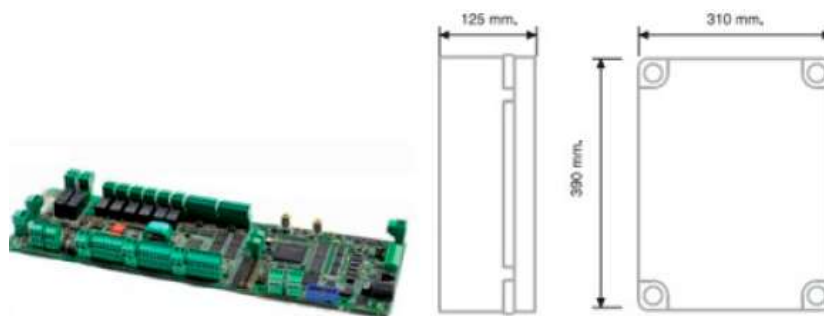


Figura 32. Tarjeta controladora AS/3 - UCA cuartos técnicos

- Unidad de Control de Accesos para Salidas de Emergencia:

UCA para Control de Accesos e integración de señales que incluye tarjeta ASD1, fuente de alimentación 230VAC 60Hz, batería y caja soporte. Cumple con la norma "clase medio ambiental III", y su grado de protección es IP55. Cuentan con comunicación TCP-IP.

Cada unidad de control gestiona un volumétrico de exterior, situado en las Salidas de Emergencias de estaciones y PCC. A través, del volumétrico se detecta la posible presencia en las Salidas de Emergencias.

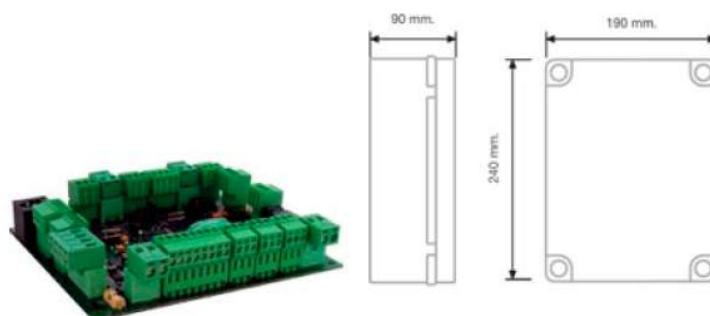


Figura 33. Tarjeta controladora ASD1 – UCA salidas de emergencia

Las UCA's están dotadas de una memoria de programa flash, que permite la actualización del programa de las mismas. Se incluyen los elementos necesarios para realizar el conexionado, fuente de alimentación y batería de respaldo, así como elementos para el corte de suministro eléctrico.

Los equipos pueden funcionar On – Line u Off – Line, ya que disponen de inteligencia propia pudiendo tomar las decisiones una vez parametrizados sin necesidad de consultar al puesto de control central.

Así mismo, lleva un registro de las transacciones efectuadas por cada persona, almacenando fechas, horas, lugar y tipo de transacción (entrada, salida, intento no válido, etc.), permite la ubicación de cualquier miembro del personal dentro de un área del edificio.

- **Lectores**

Los lectores instalados son elementos hardware, encargados de recibir la lectura de las tarjetas de acceso. Para el caso del Metro de Quito se encuentra instalado un tipo de lector modelo de

Dorlet 70-EAN-PRX-M, para cada acceso a proteger. Realizado en plástico ABS de alta resistencia. Dispone de teclado de membrana de 16 teclas (10 dígitos y 6 teclas de función), y su display de 4X16 caracteres (carácter con altura de 10mm.), retro iluminado, mostrando en reposo hora, y fecha. Produce en el aplicativo un mensaje de alarma en caso de intento de sabotaje ó pérdida de comunicación. Posee un rango de lectura de hasta 7cm. La tecnología utilizada es MIFARE a 13.56 MHz.



Figura 34. Lector modelo Dorlet 70-EAN-PRX-M

- **Reconocedor de Tarjetas**

El reconocedor de tarjeta es utilizado para dar de alta las nuevas tarjetas en el sistema. Sirve como lector/grabador de tarjetas de proximidad MIFARE (ISO14443A) que permite la introducción del número de tarjeta en el software. Permite la grabación de datos en la tarjeta, apto para sistema DOC.

Conexión al PC a través de puerto USB, el modelo utilizado es el Lector Grabador Omnikey 5022-CL USB, el reconocedor de tarjetas está instalado en el Puesto de Operador 10, en el PCC.



Figura 35. Lector de tarjetas Omnikey 5022-CL USB

- **Impresora de Acreditaciones y tarjetas de acceso**

La impresora de acreditación se encarga de la personalización de tarjetas plásticas, la impresora de sobremesa modelo DTC1000 realiza las impresiones en las tarjetas por sublimación a una cara.

Incluye consumibles para la impresión de aproximadamente 1000 impresiones, la impresora de acreditaciones está instalada en el PCC.

Las tarjetas de acceso tienen como finalidad la identificación de las personas, aproximándola, a través de los lectores de acceso, son del tipo RFID 13,56Mhz MIFARE NXP con una memoria de 1k, se han suministrado 500 tarjetas.



Figura 36. Impresora de Acreditaciones y tarjetas de acceso

- **Periféricos de control y estado**

- **Cerradura Electromecánica**

Las Cerraduras Electromecánicas de Abloy, EL560, son cerraduras que al recibir un impulso eléctrico y accionar la manilla exterior, la palanca se retrae y el pestillo de doble acción se libera.

La manilla interior siempre se abre mecánicamente (función salida de emergencia), estas pueden ser controladas por una gran variedad de impulsos eléctricos que en nuestro caso es producido por una señal enviada por la UCA, al producirse un fichaje correcto desde el Lector de entrada. También se utiliza la señal de maneta abajo, como si fuera un pulsador de salida, para indicar a la UCA que el usuario está abriendo la puerta desde el interior, retornando a la UCA un pulso de salida y una inhabilitación momentánea del contacto magnético que supervisa la puerta. La cerradura siempre se puede abrir mecánicamente con llave y se bloquea automáticamente tras cerrar la puerta.



Figura 37. Cerradura electromecánica Abloy EL560

- **Contacto Magnético**

Los Contactos Magnéticos son elementos pasivos que sirven para detectar la apertura y cierre de las puertas. Consta de dos partes, una fija siendo esta parte un interruptor con contacto ferroso encapsulado, que está instalado en la parte fija en el cerco de la puerta, y otra móvil, siendo esta un imán, que se encuentra instalado en la hoja abatible de la puerta.

Estos contactos están separados (circuito abierto) hasta que se les acerca un campo magnético, momento en el que hacen contacto cerrando el circuito. Al separar unos centímetros el imán del contacto ferroso, este se abre provocando la situación de alarma. Para el Proyecto Metro de Quito caso es un elemento vital para indicar a la unidad de control de accesos (UCA), el estado en tiempo real de las puertas a monitorizar. El modelo utilizado es el EMPS70W de la marca Honeywell y su instalación es del tipo empotrado.



Figura 38. Contacto magnético EMPS70W

- Volumétrico de interior

Los sensores Volumétricos son dispositivos electrónicos capaces de detectar la presencia de personas en la estancia donde han sido ubicados. Los Volumétricos de interior instalados son los modelos, Bosh ISC-BPR2-WP12 que utilizan la tecnología infrarroja pasiva, siendo su alcance máximo de hasta aproximadamente 10-12 metros. Su clase medio ambiental es II. Están situados en la zona segura, después de la puerta que controla el sistema de control de accesos.

Bosh ISC-BPR2-WP12



Figura 39. Volumétricos de interior Bosh

- Volumétrico exterior

Los sensores volumétricos son dispositivos electrónicos capaces de detectar la presencia de personas en la estancia donde han sido ubicados. El Volumétrico de exterior instalado es el Risco Watchout 315 DT y utiliza la tecnología infrarroja pasiva y microondas, siendo su alcance máximo de hasta aproximadamente 15 metros. Su grado de protección es IP 65 y está situado próximo a las puertas de emergencias.



Figura 40. Volumétrico de exterior Risco Watchout

- Pulsador Antipánico

El botón antipánico es un elemento mecánico, cuya función es la activación de una alarma silenciosa cuando ha sido pulsado. Tiene dos botones que se han de pulsar simultáneamente para que se produzca el cambio de estado. Su rearme y vuelta a la normalidad se realiza con una llave de reposicionamiento, su construcción es metálica, clase medio ambiental II y posee una salida de alarma y otra salida de tamper.

Estos pulsadores están situados en cada estación en la zona de taquilla, donde se ubica el Puesto de Control Local y su función principal es enviar una alarma silenciosa antipánico que se reflejara en el PCC.



Figura 41. Pulsador antipánico

El sistema también incluye la barrera vehicular para el ingreso al patio de talleres y cocheras.

### 3.4.7. Radiotelefonía TETRA

- **Descripción General del Sistema**

El Sistema de radiocomunicaciones Dimetra posee un subsistema central que se encarga del procesamiento, gestión y distribución de las llamadas. Conectado a este subsistema central se encuentran las estaciones de repetición, las cuales proporcionan la interfaz de aire con los terminales móviles y portátiles.

El sistema está compuesto por un Subsistema de Conmutación Central DIPC, 2 terminales de gestión de red (uno local y uno remoto), 15 sitios de repetición MTS4 con 1 radio base, 1 sitio de repetición MTS4 con 2 radio bases, 1 sitio de despacho con 4 puestos de operador y como elemento radiante se usa cable radiante, tanto en túnel como en estaciones. El Subsistema de Conmutación Central posee las siguientes funcionalidades adicionales: interconexión telefónica, datos y grabadora de audio.

El Subsistema Central, al igual que las consolas de despacho, está instalado en el Puesto de Control Central (PCC). Se instaló a razón de un sitio de repetición por cada estación del Metro de Quito y un sitio de repetición en el Depósito de Quitumbe. Cada uno de los sitios de repetición brinda cobertura a la estación en la cual se encuentra instalado y a los túneles adyacentes.

El sistema trabaja en el rango de frecuencias de 380-410 MHz, con canalización de 25 kHz y separación entre Tx y Rx de 10 MHz. Cada repetidora tiene capacidad para manejar hasta 4 canales lógicos a través del uso de TDMA.

En la siguiente figura se muestra un diagrama general simplificado de la solución.

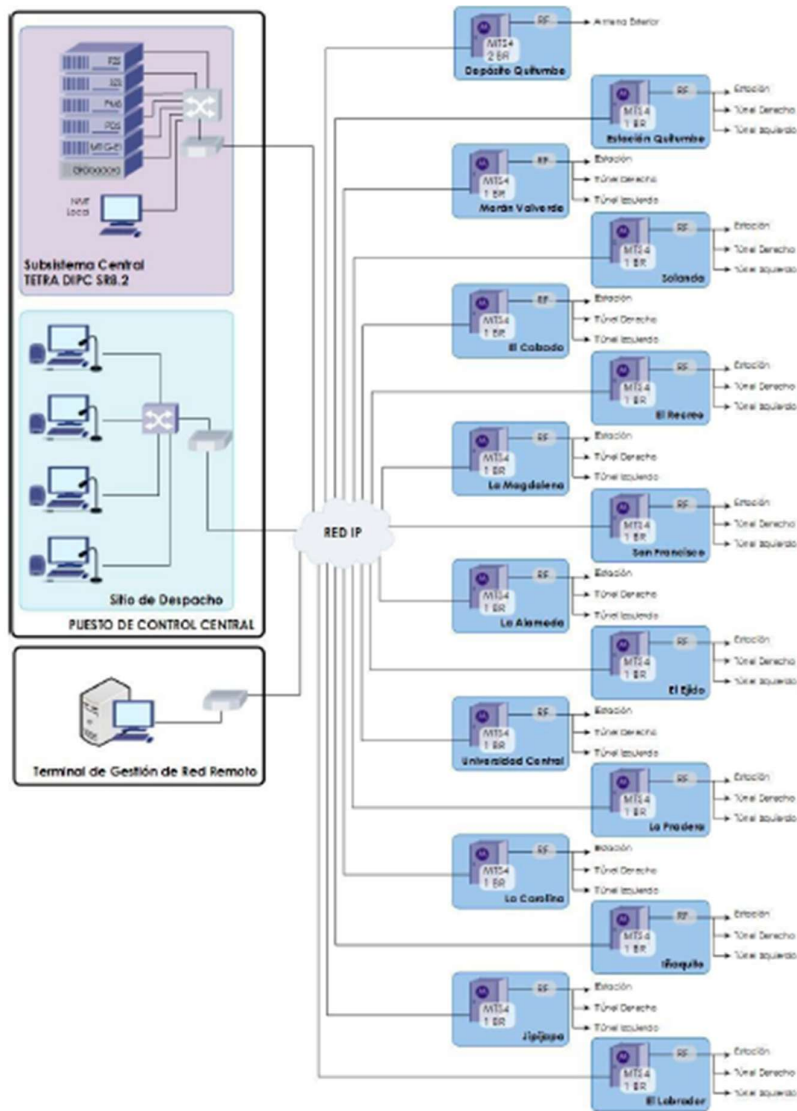


Figura 42. Diagrama General Solución Propuesta

○ **Sistema de Radiación**

El sistema de radiación está formado por dos tipos de cable radiante:

- Cable de diámetro 1 ¼" a lo largo del túnel.
- Cable de diámetro ½ " para el interior de las Estaciones.

▪ **Sistema de Radiación en túnel:**

Con una estructura que transcurre por el tubo que conforma el túnel y a la que se inyectan las señales de la boca del túnel, el cable radiante es el encargado de hacer las funciones de sistema radiante o antena y por lo tanto su función es la de transmitir las señales de RF a los terminales radio que se encuentran en el interior del túnel y la de recibir las señales de RF generadas por los terminales en el interior del túnel.



El cable radiante lo define la longitud del túnel y las frecuencias de los servicios a incorporar. Para una longitud aproximada de 1.500 metros y un servicio de comunicaciones que trabaja en la banda de 400 MHz se consideró adecuado un cable radiante de 1 ¼" optimizado para servicios TETRA.

En aras de proporcionar la más alta fiabilidad del sistema de comunicaciones del túnel, cada sector de cable radiante de aproximadamente 1.500 metros es alimentado por un amplificador de cobertura por cada extremo del mismo; de esta forma en el hipotético caso que por rotura del cable radiante o por fallo de un amplificador de cobertura, el cable radiante queda alimentado en su totalidad de señal radioeléctrica.

#### ▪ Sistema de Radiación en Estaciones

Existen un total de 15 estaciones que deben ser cubiertas. Todas ellas se cubrirán mediante cable radiante de ½" de diámetro conectado mediante acopladores direccionales al cable principal terminado en una carga adaptada de 50 Ohm y/o antenas garantizando la cobertura requerida en pliegos. Esos acopladores direccionales toman un porcentaje menor de la señal del cable principal y la inyectan en el cable de ½".

#### ▪ Estudio de Cobertura

El estudio de cobertura para todo el Sistema Metro de Quito bajo el código PMQ-CL1-D-TEL-RAD-GEN-IFT-7000-01A, muestra los niveles cobertura a lo largo de túnel y estaciones, cumpliendo con los requerimientos exigidos en el pliego.

#### • Especificaciones del Subsistema de Conmutación Central

El Subsistema Central del Sistema Dimetra IP Compacto (DIPC) está conformado por los siguientes componentes para proveer únicamente servicio de voz:

- El Conmutador Central de Área Local (Switch LAN)
- El Servidor de Zona Principal (Primary Zone Server – PZS)
- El Servidor de Zona Secundario (Secondary Zone Server – SZS)
- El Servidor de Administración Primario (Primary Management Server – PMS)
- El Enrutador Compuesto
- El Conmutador de Red de Transporte
- Terminal de Gestión de Red (Network Management Terminal – NMT)

El sistema posee redundancia local a nivel de Servidor de Zona. Adicionalmente, se incluyeron al Subsistema Central una serie de componentes para proporcionar servicios especiales, tales como interconexión telefónica, datos y grabadora. Se incluyen:

- Puerta de enlace de Interconexión Telefónica (Motorola Telephone Interconnect Gateway - MTIG- E1)
- Cancelador de Eco
- Servidor de Datos
- Enrutador de Borde
- Puerta de enlace GGSN
- Subsistema de Grabación de Voz ("AIS", "Voice Logger" y "Replay Station")

En las siguientes figuras se muestra la interconexión y distribución de los componentes en el subsistema central.

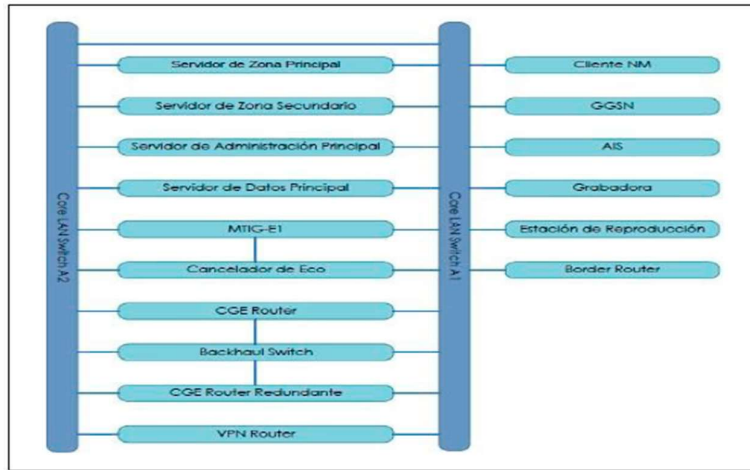


Figura 43. Interconexión y Distribución de Componentes

24	Blank
23	VPN Router 1
22	Backhaul Switch B
21	Backhaul Switch A
20	Core/Gateway Router 2
19	Core/Gateway Router 2
18	Core LAN Switch 1
17	Core LAN Switch 2
16	Border Router
15	GGSN
14	Blank
13	
12	AIS 1
11	Blank
10	Blank
9	Voice Logger - Tape 1, 2
8	Voice Logger - Tape 1, 1
7	Voice Logger 1
6	Blank
5	MTIG-IP 1
4	Prim. Data Server
3	Prim. MGT Server
2	Sec. Zone Server
1	Prim. Zone Server



Figura 44. Subsistema de Conmutación Central

- **Servicios de Voz**

El sistema Dimetra IP ofrece una variedad de llamadas tanto de grupos como individuales. Esto permite obtener una gran flexibilidad operacional, sin tener que sacrificar los beneficios obtenidos al afiliar un MS a un Grupo de conversación en particular.

- **Organización en Grupos**

La clave para alcanzar la eficiencia y eficacia de las comunicaciones de voz radica en la capacidad de organizar a los usuarios en grupos – pero a la vez disponiendo de la flexibilidad de cambiar a los miembros de estos grupos según lo demanden las circunstancias. Esta sección describe las características del sistema Dimetra IP de Motorola que influyen en la administración dinámica de los grupos.

- **Grupos de Conversación (Talkgroups)**

Los Usuarios son organizados en Grupos de Conversación. Ej.: El área de mantenimiento del departamento de obras públicas, o los fiscales de tránsito dentro de la organización de policía. Cuando un usuario establece una llamada de grupo, el resto de los usuarios afiliados a este grupo podrán escuchar. Sin embargo, cualquier otro usuario dentro del sistema, pero fuera de este grupo, no podrá escucharla a menos que se efectúen arreglos especiales dentro del sistema para tal fin. (El sistema Dimetra IP soporta características suplementarias, como permitir de manera opcional a usuarios que monitoreen otros grupos).

El administrador de la red puede alcanzar un alto grado de uso de los recursos disponibles mediante la ubicación o dimensionamiento de la flota de usuarios y grupos, y así utilizar los canales de tráfico de la manera más eficiente.

Otro beneficio de los Grupos de Conversación es que los usuarios sólo hablan y escuchan a los miembros de su grupo. En comparación con un usuario de un sistema convencional donde se escuchan todas las conversaciones, lo cual es ineficiente y genera distracción a los usuarios del sistema. También puede verse como una ventaja de seguridad en el manejo de la información, ya que el administrador puede configurar grupos con diferentes jerarquías.

- **Multigrupos**

Un Multigrupo está formado por múltiples grupos de conversación. Los Multigrupos son utilizados por el sistema para efectuar llamadas de anuncio. Cuando una llamada de anuncio es efectuada, todos los usuarios que están en la lista del Multigrupo la recibirán. El administrador de la red puede configurar cómo se van a conformar los Multigrupos, la operación permitida de cada Multigrupo y los parámetros de manejo de las llamadas de anuncio para cada Multigrupo.

- **Monitoreo (Scanning) de Grupos de Conversación**

El sistema Dimetra IP permite que cada terminal monitoree (scan) otros Grupos de Conversación seleccionados, adicionalmente a la operación normal en el Grupo de Conversación al que se encuentra afiliado. Cuando se efectúa el proceso de monitoreo (scan), el terminal da prioridad a su propio Grupo de Conversación cuando una llamada es recibida, pero permite escuchar otra actividad mientras se encuentra desocupado.

El monitoreo (scan) puede ser apagado/encendido por el usuario a voluntad y cada terminal puede ser programado con hasta 40 listas de monitoreo, cada una con 20 Grupos de Conversación.

- **Tipo de Llamadas**

El sistema Dimetra IP de Motorola ofrece una variedad de llamadas tanto de grupo como individuales. Esto permite obtener una gran flexibilidad operacional, sin tener que sacrificar los beneficios obtenidos al afiliar una estación móvil a un Grupo de Conversación en particular.

- **Llamada de Grupo**

Los servicios de llamada de grupo permiten a los terminales móviles y a las consolas de despacho establecer una comunicación “uno-a-muchos” con un grupo de usuarios conocido como grupo de conversación. La afiliación al grupo de conversación no es una afiliación estática configurada

desde dentro de la infraestructura, sino que la determinan los usuarios de radio quienes han elegido pertenecer a un grupo en un instante dado. Las MS se deben afiliar al grupo de conversación para ser miembros del mismo.

Una vez que el grupo de conversación es asignado a una consola de despacho, dicha consola se convierte en miembro del grupo de conversación. Una consola de despacho puede ser miembro de múltiples grupos de conversación de manera simultánea.

El servicio de llamada de grupo es un servicio semidúplex en todo el sistema, permitiendo a los diferentes participantes distribuidos en sitios geográficamente distantes bajo la cobertura de los sitios de repetición (por ejemplo, sitios ubicados en fronteras opuestas de un país) ser incluidos en la conversación.

Dimetra IP ofrece adicionalmente una reconfiguración instantánea de los usuarios que están efectuando la itinerancia (roaming) entre diferentes sitios de repetición o Radio bases sin la pérdida de comunicación, y eficiente ya que activa un canal de tráfico únicamente en aquellos sitios donde esté presente un usuario perteneciente al grupo de Conversación que esté cursando la llamada de grupo.

#### ▪ **Llamada de Anuncio**

Dimetra IP ofrece una extensión valiosa al servicio de llamada de grupo permitiendo las llamadas de anuncios a múltiples grupos. Establecer una llamada de anuncio es similar a enviar una llamada de grupo a múltiples grupos de manera simultánea. Una llamada de anuncio es iniciada cuando un usuario selecciona un multigrupo y presiona PTT; en ese momento el sistema ubica un canal de tráfico en todos los sitios donde exista afiliado un MS perteneciente a cada grupo de conversación listado en el multigrupo seleccionado.

Para asegurar que se satisfagan las necesidades operacionales, la operación de multigrupos y llamadas de anuncio son totalmente configurables por el Administrador del sistema, por ejemplo, la llamada de anuncio puede ser configurada para que solo sea procesada cuando todos los usuarios estén disponibles y exista un canal de tráfico disponible en todos los sitios o para que interrumpa las conversaciones o llamadas de los grupos pertenecientes al multigrupo.

Otro beneficio de las llamadas de anuncio es que pueden ser originadas como llamadas de emergencia.

#### ▪ **Llamada de Emergencia**

El sistema soporta un servicio de llamada de emergencia. Las llamadas de emergencia pueden ser o bien llamadas de grupo, o bien llamadas multigrupo. La llamada de emergencia es una llamada de grupo con la máxima prioridad en el sistema. Cuando el sistema está ocupado las llamadas de emergencia se establecen inmediatamente mediante un proceso de apropiación incondicional del canal utilizado por la llamada de menor prioridad en curso. La llamada de prioridad más baja se termina y los recursos requeridos son inmediatamente concedidos al usuario que hace la llamada de emergencia.

Para cualquier organización es vital disponer de una estrategia coherente de manejo de emergencias. Dimetra IP ofrece un paquete integrado de características para operaciones de

emergencia; incluyendo manejo de llamadas de emergencia, alarmas automáticas y características especiales para los operadores de consolas.

Cada Subscriptor o MS Dimetra IP está equipado con un botón de emergencia de fácil acceso, que al ser presionado activa la llamada de emergencia de manera automática. En algunas circunstancias el usuario puede estar incapacitado para hablar, por lo tal Dimetra IP ofrece la ventaja de que una vez presionada este botón de emergencia el subscriptor o MS Dimetra IP puede ser configurado para abrir el micrófono y transmitir el audio al grupo de conversación por un período de tiempo predefinido aun cuando no sea presionado el PTT.

- **Llamada Privada**

Dimetra IP soporta llamadas individuales, este servicio permite a los MS y a las consolas de despacho iniciar y recibir llamadas TETRA individuales en modo Duplex o Semi-dúplex. Está es una comunicación uno-a-uno con sólo dos partes involucradas en la llamada habilitadas para escuchar la comunicación. De ahí que también se la conozca en Dimetra IP como Llamada Privada.

El administrador de la Red puede seleccionar qué usuarios estarían habilitados para efectuar este tipo de llamadas y el tiempo máximo de duración de las mismas, para configurarlo de acuerdo a las necesidades y preferencias de los usuarios.

- **Funcionalidades Adicionales**

- **Subsistema de Interconexión Telefónica**

La solución Dimetra IP de Motorola incluye una puerta de enlace (MTIG) para habilitar las comunicaciones entre un subscriptor con una red telefónica pública o privada. El MTIG sirve a dos propósitos: primero, este actúa como una puerta de enlace en la arquitectura de Interconexión Telefónica; y segundo, este provee la transcodificación en dos vías de voz entre la Central Telefónica (PABX) externa y la red del sistema Dimetra IP.

El servicio de interconexión telefónica es tan simple como cambiar el suscriptor al modo telefónico y discar el número deseado. Los radios Dimetra IP pueden almacenar números frecuentemente utilizados con sus alias.

El administrador de la red puede seleccionar cuáles radios estarán habilitados para los servicios telefónicos y cuáles no; configurar la máxima duración de las llamadas telefónicas y el máximo número de canales de tráfico para este servicio. De igual forma el administrador de la red puede restringir las categorías de las llamadas telefónicas salientes de cada subscriptor, por ejemplo, llamadas internacionales, ciertos códigos de áreas, etc.

Las llamadas de interconexión telefónica son Full-Dúplex, lo cual permite que ambas partes de la llamada puedan transmitir y escuchar al mismo tiempo.

- **Subsistema de Datos**

Una de las principales ventajas de un sistema de comunicaciones digital es su habilidad de proporcionar servicios de voz y datos integrados. Si bien las comunicaciones de datos nunca

reemplazarán completamente la necesidad de comunicación por voz, los datos ofrecen un conjunto completo de herramientas que mejoran la eficiencia en las operaciones realizadas por cualquier organización.

- **Mensajes de Estado**

Muchas organizaciones requieren que su personal envíe con frecuencia su estado actual a un despachador o administrador de flota, por ejemplo, “estoy en servicio”, “estoy fuera de servicio”, o “de regreso a la base”. Se pueden escoger valores numéricos en vez de enviar el mensaje de texto completo en el aire, para representar estos mensajes comúnmente usados y solo enviar los valores numéricos por el aire.

El valor numérico entonces se traduce en el texto predefinido sobre el despachador y se visualiza con la identidad del suscriptor. Esto es más seguro y ahorra tiempo para el usuario quien no necesita teclear el mensaje completo, así como también es un mecanismo muy eficiente para la comunicación del estado del usuario al despachador utilizando un recurso mínimo de la red.

- **Servicio de Mensajería de Datos Cortos**

El Servicio de Datos Cortos (SDS) TETRA del sistema Dimetra IP de Motorola proporciona un mecanismo muy eficiente para la transmisión de pequeñas cantidades de datos. Al transmitir los datos utilizando la capacidad ociosa del Canal de Control Principal (Main Control Channel: MCCH), a diferencia de otros sistemas de otros fabricantes, no se requieren los canales de datos dedicados y/o la utilización de canales de voz.

El Servicio de Datos Cortos deja que aplicaciones de Datos Cortos de TETRA tipo 4 se transfieran sobre el aire ya sean punto a punto, punto a multipunto o por difusión. El Servicio de Datos Cortos usa Identificadores de Suscriptores Individuales (ISSI), para direccionamiento individual, e identificadores de Suscriptores Grupales (GSSI), para direccionamiento grupal.

EL Servicio de Transferencia de Datos Cortos (SDTS) soporta tanto datos como voz concurrente.

El SDTS de Dimetra IP soporta mensajes de hasta 140 caracteres ASCII o 70 caracteres en UNICODE. Además, es posible expandir el límite estándar de tamaño de mensajes dividiendo el mensaje largo en segmentos que encajen en la capacidad de Dimetra IP y enviar uno por uno a través de la red, en el lado del receptor los segmentos son recombinados y mostrados al usuario como un mensaje.

- **Servicio de Datos por Paquetes (Packet Data Service - PDS)**

La comunicación mediante el Protocolo de Internet (IP) es el protocolo de comunicaciones de red más prevaeciente en el mundo hoy día. La comunicación basada en IP puede extenderse en forma transparente a lo largo de la red TETRA utilizando un Servicio de Paquete de Datos de TETRA. El PDS utiliza un Canal de Datos de Paquete (PDCH por sus singlas en inglés) dedicado el cual es el servicio más eficiente para el transporte de grandes cantidades de datos. El PDS permite la comunicación entre los dispositivos IP conectados a la Estación Móvil o suscriptor (MS) y/o los servidores en la red fija.

- **Subsistema de Grabación**



El subsistema de grabación está conformado por los siguientes componentes.

- **AIS (Archiving Interface Server / Servidor para Interfaz de Archivamiento)**

Es la interfaz entre el sistema de radio y la solución de grabación de registros. Permite que las llamadas realizadas en el sistema de radio puedan ser grabadas, junto con la información relacionada a las mismas. El AIS monitorea recursos identificados, pasa información de control de llamadas al grabador de registros y redirecciona el audio desde los canales monitoreados hacia el grabador de registro.

- **Logging Recorder Server (Servidor para la Grabadora de Registro)**

Se encarga de almacenar la data y el audio recibidos desde el AIS. El administrador del sistema especifica qué grupos de habla, canales, etc., son registrados por este servidor.

- **Estación de Reproducción**

Compuesta por un PC equipado con el sistema operativo Windows y pantalla LCD de 20". Este computador personal se encarga de transformar el audio codificado, en audio analógico que puede ser reproducido en los altavoces. Una llamada puede ser almacenada como una llamada completa (incluyendo audio y la toda información relacionada a la misma) o como una llamada sencilla (archivo.wav).

- **Subsistema de Gestión de Red**

A medida que los sistemas de comunicaciones continúan creciendo en tamaño y complejidad técnica, las operaciones diarias son cada vez más dependientes del sistema de comunicaciones. Esto genera requerimientos más exigentes por parte de los administradores de los sistemas.

El propósito de un sistema de administración de red es permitir configurar, operar y mantener los componentes del sistema de manera que alcance la mayor disponibilidad mediante una operación eficiente.

El sistema de administración de la red Dimetra IP de Motorola ofrece un paquete de herramientas que incluye programas para configuración, administración, reportes y resolución problemas de infraestructura. Estas aplicaciones minimizan las interrupciones del servicio y los costos de mantenimiento mientras que, a su vez, maximizan los recursos disponibles e incrementan la seguridad del sistema.

- **Acceso de Usuario**

El sistema de administración de la red utiliza un enfoque cliente/servidor. Los clientes pueden ser computadoras estándar que corren las aplicaciones de administración de la red de Motorola. Los clientes se comunican con las aplicaciones y datos almacenados en los servidores de administración de la red. Los servidores están ubicados con los equipos en el subsistema central o sitio maestro, pero las computadoras del cliente pueden ubicarse en forma local o remota.



El beneficio de poder acceder remotamente a los servidores de administración de la red a través de la red IP, significa que no existen barreras geográficas que impongan dónde deben ubicarse los centros de administración de la red.

Las capacidades y los privilegios de acceso de cada usuario de administración de red se controlan con un nombre de usuario y una contraseña (password). Se pueden crear múltiples niveles de seguridad para permitir una simple división de las capacidades de administración de la red a lo largo de diferentes grupos de usuarios con asignaciones diferentes e incluso de agencias o entidades diferentes.

▪ **Funcionalidades de la Red de Administración – Modelo FCAPS**

En el modelo OSI, estándar de la industria, detalla en el modelo FCAPS las principales funcionalidades de administración de red que debe poseer un sistema.

- Fault - Falla
- Configuration – Configuración
- Accounting - Contabilidad
- Performance - Desempeño
- Security management - Administración de seguridad

Cuando un usuario inicia una sesión (login), se desplegarán los iconos de las aplicaciones de administración de la red, proporcionando acceso a las mismas según sus privilegios. Se despliegan tanto carpetas con las aplicaciones correspondientes a la configuración global del sistema, como las que son particulares de cada zona.

La siguiente tabla muestra las aplicaciones que componen el sistema de administración de la red Dimetra IP que Motorola ofrece y cómo estas están relacionadas al modelo FCAPS:

Aplicación	Área funcional de la Aplicación de Administración de Red				
	F	C	A	P	S
Administrador de la Configuración de Usuario		✓			✓
Administrador de la Configuración de Zona		✓			
Descarga de Programas		✓			
"Zone Watch"				✓	
Visualización de Afiliación				✓	
Reportes Dinámicos				✓	
Reportes Históricos			✓	✓	
Administración de Fallas (UEM)	✓			✓	
Perfil del Sistema	✓			✓	
Perfil de Zona	✓			✓	

A continuación, hay descripciones breves de las capacidades y beneficios que ofrece cada una de las aplicaciones de administración de la red antes mencionadas.

▪ **Administrador de la Configuración del Usuario**

El Administrador de la Configuración de Usuarios (User Configuration Manager – UCM por sus siglas en inglés) es la aplicación principal que se utiliza para configurar y administrar los atributos del sistema. Un administrador de red puede configurar parámetros de la red Dimetra IP que se dividen en las siguientes áreas clave:

- Configuración del sistema o infraestructura.
- Configuración de consolas de despacho.
- Configuración de los suscriptores (portátiles y móviles).
- Configuración de seguridad.
- Configuración de la aplicación Zone Watch.

El UCM les proporciona a los administradores del sistema muchas ventajas al ser capaz de configurar y almacenar los parámetros relacionados con la mayoría de las funcionalidades del sistema Dimetra IP como, por ejemplo:

- Perfiles de estaciones móviles o suscriptores (MS).
- Grupos de conversación, multigrupos y capacidades de cada grupo.
- Sitos críticos y válidos para cada usuario.
- Información de seguridad.
- Alias del sistema.
- Asignación de contraseñas, niveles de prioridad y parámetros de encriptación.

El UCM posee la practicidad de permitir descargas remotas de programas en caso de que se requiera incrementar sus funcionalidades. La ventana principal del UCM es fácil de utilizar y está dividida en dos áreas: el Panel de Navegación y el Panel de Contenidos. En el Panel de Navegación se tienen iconos para cada uno de los parámetros que es posible configurar, ordenados jerárquicamente. Al seleccionar alguno de estos iconos, en el Panel de Contenidos se mostrarán los registros relacionados a este parámetro de configuración.

Desde la ventana principal puede accederse a diferentes ventanas secundarias. Algunas de estas ventanas son:

- Ventana de Configuración: permite, entre otras cosas, la configuración de los parámetros del sistema listados en el Panel de Contenidos.
- Ventana de Búsqueda: permite generar búsquedas de los parámetros de configuración del sistema según
- Ventana de Reportes: permite generar y administrar reportes según diferentes criterios.

#### ▪ **Administrador de Configuración de Zona**

El Administrador de Configuración de Zona (Zone Configuration Manager – ZCM por sus siglas en inglés) es la herramienta principal utilizada para configurar la infraestructura perteneciente a cada zona. El equipamiento que conforma la infraestructura de un sistema Dimetra IP está dividido en dos grupos lógicos: infraestructura del sistema de radio y de la red de administración.

El ZCM hace que la administración de la información se haga en forma directa. El tipo de información administrada por esta aplicación incluye la información de la infraestructura relacionada con los diferentes subsistemas que componen el sistema Dimetra IP, como, por ejemplo:

- Configuración de Zona.
- Sitios de Consola.
- Sitios de Repetición y Estaciones Base
- Sistema de transmisión de datos.
- Sistema de interconexión telefónica.
- Parámetros de seguridad.

Al igual que UCM (User Configuration Manager), la ventana principal del ZCM también está dividida en dos áreas fáciles de utilizar: el Panel de Navegación y el Panel de Contenidos. Las ventanas secundarias, a las que puede accederse desde la ventana principal, son las siguientes:

- Ventana de Configuración: permite, entre otras cosas, la configuración de los parámetros del sistema listados en el Panel de Contenidos.
- Ventana de Búsqueda: permite generar búsquedas de los parámetros de configuración del sistema según criterios definidos.
- Ventana de Reportes: permite generar y administrar reportes según diferentes criterios.
- Ventana de Diagnósticos: permite ver el estado funcional de algunos componentes del sistema y tomar acciones en caso de fallas.

#### ▪ **Gestión remota de las Estaciones Base**

El sistema de gestión de Dimetra IP permite al administrador de la red acceder de forma remota al Controlador de Sitio (TSC) y a cada Controlador de Radio Base (BRC). Esto facilita las operaciones ya que no existe la necesidad de trasladar personal de servicio en caso de requerirse modificaciones en la configuración de las Estaciones Base.

#### ▪ **Zone Watch**

Zone Watch es una herramienta utilizada para la administración del sistema que permite monitorear el desempeño del mismo y permite observar el tráfico en la interfaz de aire. Constantemente proporciona información actualizada sobre quién está utilizando el sistema, dónde están ubicados los usuarios, qué recursos de infraestructura se están utilizando y alerta al administrador de la red sobre cualquier cambio significativo en el uso del sistema.

El Zone Watch les facilita a los administradores del sistema analizar los patrones de tráfico para implementar redistribuciones en la carga del sistema o resolver inconvenientes con los suscriptores o los sitios. Otro beneficio de la aplicación es que permite utilizar diferentes ventanas de vigilancia en donde se puede visualizar en tiempo real solo la información que se necesita ver. Existen seis tipos diferentes de ventanas:

- Grilla de Canales: muestra en una grilla de sitios y canales, el número total de suscriptores que se encuentran en lista de espera para utilizar algún recurso en particular. Se muestra también el tipo de llamada y el identificador del generador de la llamada.
- Lista de Espera: muestra todas las peticiones de recursos que se encuentran en espera. Cuando una petición de recursos no puede satisfacerse entonces se coloca en esta lista. Luego es removida al ser otorgado el recurso. La información que brinda esta lista incluye identificación del usuario/grupo, tipo de actividad/llamada, sitios involucrados y razón por la cual el recurso no puede ser otorgado.

- Información de Sitio: incluye toda la actividad y el tráfico en la interfaz de aire para un solo sitio.
- Información Multi-Sitio: incluye toda la actividad y el tráfico en la interfaz de aire para dos o más sitios. Datos crudos: se muestra toda la actividad del sistema.

#### ▪ Visualización de la Afiliaciones (Affiliation Display)

Visualización de Afiliaciones es una aplicación de administración que monitorea en tiempo real cómo los suscriptores seleccionados viajan entre los diferentes sitios, cómo se comunican con los otros miembros dentro o fuera de su grupo de conversación asignado y presenta varias métricas que definen la utilización de los sitios.

Mientras que un suscriptor se desplaza entre sitios o se cambia de grupo de conversación, es posible visualizar las afiliaciones de manera dinámica. La información se actualiza en tiempo real mostrando también cuales sitios están actualmente sirviendo a cada suscriptor en cualquier momento dado. La aplicación de Visualización de la Afiliaciones incluye ciertas ventajas como la posibilidad de resolución de problemas y rastreo de los suscriptores en el sistema. También permite el monitoreo de tráfico por sitio y realizar estadísticas de desempeño, utilización, etc.

Esto permite reducir los tiempos de establecimiento de llamadas ya que se tiene la información sobre qué suscriptor puede conectarse de inmediato o incluirse en llamadas privadas o de grupo que tengan difusión para todos los sitios. Gracias a sus funcionalidades, esta aplicación permite un uso más eficiente de la red.

La aplicación permite que la información se presente de manera gráfica en tres diferentes formas:

- Visualizador de Radio: monitorea la afiliación para una lista de uno o más suscriptores, en uno o más sitios. Los suscriptores especificados pueden localizarse por el ID.
- Visualizador de Sitio: monitorea las afiliaciones por sitio y muestra una lista de grupos de conversación o suscriptores en un sitio (incluye toda la información de afiliaciones en los sitios para toda la zona).
- Visualizador del Grupo de Conversación: resume cuántas veces los suscriptores se afilian a ese grupo de conversación y el número de sitios en los cuales el grupo tiene suscriptores afiliados.

#### ▪ Reportes Dinámicos

La herramienta opcional de Reportes Dinámicos brinda la posibilidad de realizar reportes que utilizan información de la base de datos y están predeterminados para el monitoreo a corto plazo. Los parámetros necesarios para elaborar los reportes son predefinidos por el administrador y las estadísticas que se muestran pueden ser sobre uno o múltiples ítems seleccionados.

Los reportes pueden generarse para diferentes intervalos de tiempo programados y los resultados pueden visualizarse discriminando las estadísticas por zona o por sitio.

- Intervalos de Tiempo – Los intervalos de tiempo para cada reporte pueden fijarse en 15 segundos, 1 minuto o 15 minutos. También es posible acumular hasta 100 intervalos en cada reporte. Los resultados son representados en gráficos de barra que ilustran los porcentajes de uso de los canales para todos los tipos de llamadas.
- Reportes de Zona – Proporcionan los reportes estadísticos sobre los diferentes sitios, tonos de ocupado recibidos, tipos de llamadas realizadas, transmisiones o PTTs por usuario (Push To Talk – PTT por sus siglas en inglés), uso de canal, afiliaciones y rechazo de llamadas.
- Reportes de Sitio – Crea diferentes tipos de reportes según el uso de canal, tonos de ocupado, tipos de llamadas y PTTs.

Los reportes generados por la aplicación pueden almacenarse o imprimirse.

La recolección de datos y el análisis del desempeño del sistema y de los servicios de llamadas implementado mediante los reportes dinámicos, son vitales para poder obtener las tendencias y los patrones de actividad dentro del sistema. Por ejemplo, un reporte por sitio puede mostrar las estadísticas para la cantidad de tonos de ocupado causados por la falta de recursos en un sitio específico y la cantidad de llamadas de ocupado que se originan. Estos datos pueden evaluarse y utilizarse para hacer cambios en la distribución de los suscriptores y la organización de los grupos de conversación. Los administradores de la red tienen la posibilidad de examinar de cerca lo que ocurre en el sistema y de planificar expansiones o modificaciones del diseño con el fin de mejorar las comunicaciones.

#### ▪ Reportes Históricos

Esta herramienta de reportes utiliza los datos almacenados en las bases de datos para proporcionar datos estadísticos sobre el uso del sistema y los recursos. Esta información puede discriminarse según los diferentes usuarios y grupos de conversación.

La herramienta permite que esta información pueda monitorearse en tiempo real o ser analizada en un intervalo de tiempo definido, para luego exportada a otras aplicaciones. Justamente los Reportes Históricos, permiten generar reportes de contabilidad con la información de las transacciones realizadas por los diferentes grupos e individuos que son utilizados luego para facturación.

Los reportes de desempeño del sistema se subdividen en:

- Reportes de Zona: información acerca de la actividad y el desempeño del sistema dentro de una zona.
- Reportes de Sitio: información acerca de la actividad en sitios específicos.
- Reportes de Canal: información acerca de la actividad por canal específico.
- Reportes Históricos Completos: hasta un año de datos históricos.

Las ventajas significativas de esta aplicación incluyen los siguientes aspectos:

- Pueden generarse reportes estándar o personalizados según el criterio del administrador.

- Los reportes pueden generarse automáticamente en intervalos de tiempos predefinidos o al ser solicitados.
- El análisis a largo plazo de los datos de tráfico permite determinar si los recursos se están utilizando de manera correcta.
- Los reportes pueden guardarse en varios formatos de archivo como PDF, XML, HTML, CSV o directamente enviarse a una impresora.

#### ▪ **Gestión de Fallas (UEM – Unified Event Manager)**

La aplicación del UEM de Motorola Solutions es la herramienta principal para resolución de problemas que proporciona un servicio integral de administración de fallas según los estándares de la industria.

El UEM permite que el administrador de la red pueda visualizar la información de alarmas, el estado de los componentes del sistema y monitorear el mismo en caso de fallas.

El gran beneficio es que identifica los problemas rápidamente y proporciona las herramientas y funcionalidades para notificar al personal de apoyo, rastrear la falla, hacer un diagnóstico y así corregir las fallas de la manera más veloz posible.

La aplicación del UEM se encarga de monitorear y gestionar las fallas del sistema. Todas las alarmas correspondientes al equipamiento instalado en el sistema son reflejadas en esta aplicación. La aplicación provee las siguientes funcionalidades:

- **Mapa de zona:** consiste de un mapa físico que muestra todo el equipamiento red y el equipamiento de radio. También se puede acceder a información particular de este equipamiento como, por ejemplo, si se encuentra activo o no, o si se encuentra procesando llamadas. La visualización gráfica en forma de mapa permite un fácil acceso a alarmas activas.
- **Gestión de fallas:** visualización de fallas en el sistema. Es posible visualizar los listados organizados por fallas activas o por eventos.
- **Inventario:** este modo de visualización permite ver un listado del equipamiento y elementos lógicos descubiertos en el sistema. Es posible visualizar también su estado y propiedades.
- **Herramientas de administración:** es posible visualizar, gracias a estas herramientas, diferentes políticas creadas y el estado de procesamiento de actividades programadas.

#### ▪ **Perfiles de Sistema y de Zona**

Las aplicaciones Perfil De Sistema y de Zona son parte del conjunto de aplicaciones de software de la Administración de Red. Estas proveen datos que pueden ser usados para monitorear el uso y rendimiento de la zona y el “clúster”. Este también muestra la zona actual y el estado del “clúster”. La aplicación provee información a través de las siguientes pantallas:

- *Pantalla de Servidor* - provee el estado de cada servidor de Administración de la red en ese sistema.
- *Ventana de Información de Servidor* - provee información detallada sobre un servidor específico, incluyendo configuración de hardware y los procesos que están en marcha sobre el servidor.
- *Pantalla de Aplicaciones* - provee información sobre el uso de aplicaciones incluyendo la distribución de aplicaciones a través de servidores.



- ***Pantalla de Sistema*** - provee el acceso a la información sobre el sistema como un todo. El usuario puede ver la información sobre los suscriptores, la infraestructura del sistema, y estadísticas sobre el uso del sistema.

- **Administrador de Control de Radio**

El Administrador de Control de Radio (Radio Control Manager – RCM por sus siglas en inglés) es una aplicación de administración que puede proveer características de Administrador de Red o de Despachadores dependiendo la necesidad de la organización. Esta aplicación puede ser instalada o sobre un Terminal de Administración o sobre una Consola de Despacho.

- **Monitor de Eventos de Alarma de Emergencia**

Esta característica notifica a un usuario RCM que una estación móvil ha generado una alarma de emergencia. Cuando una alarma es recibida una alarma suena y el evento es mostrado en un fondo rojo.

La información mostrada para el evento de alarma de emergencia incluye:

- El estado del evento (nuevo, reconocido, respondido o borrado)
- El ID del suscriptor y alias.
- El ID del grupo afiliado y alias.
- El alias del sitio en cual el MS fue afiliado cuando este generó el evento.
- La hora a la que el evento fue recibido.
- Un comentario de alarma de emergencia (el texto es ingresado a través de la aplicación del Administrador de Zona).

El usuario RCM puede reconocer, responder a, y eliminar las alarmas de emergencias.

El RCM automáticamente generará una confirmación de alarma de emergencia por cada alarma de emergencia recibida. Este provee estaciones móviles con un servicio de confiabilidad para alarmas de emergencia.

- **Reagrupamiento Dinámico**

El Reagrupamiento Dinámico es implementado utilizando el servicio DGNA (Dynamic Group Numbering Assignment) de TETRA y ofrece al administrador de la red la habilidad de reorganizar remotamente los Grupos de Conversación de manera dinámica e implementar los “Planes de Desastres o Contingencia”. Esta función trabaja mediante la asignación o des- asignación de los terminales suscriptores a los diferentes Grupos de Conversación, reorganizando así los grupos de la manera más conveniente. Esta funcionalidad facilita la labor de reorganización de grupos en circunstancias de cambios operacionales, como por ejemplo durante la implementación de planes de contingencia.

El software Administrador de Control de Radios (RCM por sus siglas en inglés) permite una respuesta rápida a incidentes, al permitir que se puedan crear “Planes de Contingencia” de manera anticipada y guardarlos hasta que sean necesarios. Por ejemplo, estos “Planes de Contingencia” pueden incluir una reorganización total de todas o algunas estaciones móviles para hacer frente a un desastre, tal como una explosión o un derrame.



Cada terminal mantiene la configuración de los diferentes Grupos de Conversación que se disponían antes de la reorganización, con lo cual permite el rápido regreso a la configuración inicial al recibir el comando de cancelación de reagrupamiento. De igual forma el suscriptor móvil regresa a su estado original si se presenta una falla en la recepción de la confirmación regular del estado de reagrupamiento.

La funcionalidad de Reagrupamiento Dinámico de Motorola es compatible con los estándares TETRA, ETSI ETS 300 392-10-22, de manera que operará con radios compatibles con el estándar TETRA de diferentes fabricantes.

#### ▪ “Storm Plans”

“Storm Plans” son combinaciones de Reagrupamiento Dinámico construidos por adelantado anticipando una necesidad de hacer un ajuste a los grupos y radios de la organización para un evento no frecuente. Cada “Storm Plan” puede reconfigurar hasta cuatro grupos de conversación, cada uno conteniendo hasta 100 estaciones móviles. El número de “Storm Plans” es ilimitado.

Los “Storm Plans” son administrados a través del UCM, e iniciados a través del RCM. Los comandos de Reagrupamiento Dinámico (incluyendo “storm plans”) solo trabajan con grupos que han sido configurados a través del UCM muchas horas antes.

#### • Especificaciones de las Estaciones de Repetición

La estación base MTS 4 es sumamente flexible e incluye una gama de características para una instalación más versátil y un mejor control. Soporta una gran variedad de configuraciones para sistemas de distribución de radiofrecuencia (RFDS) con hasta 3 receptores por portadora.



Figura 45. Estaciones Base

Todas las estaciones Base de Motorola poseen las siguientes funciones:

- Hasta 8 portadoras pueden ser combinadas con una sola antena de recepción y transmisión.
- Opción para redundancia total con radio base y controlador de sitio.
- La estación base MTS4 es compatible con combinadores híbridos, y con combinadores de cavidad con ajuste manual o automático.
- La interfaz de alarmas externas soporta 15 entradas de alarma y 2 salidas de control externo.
- Autenticación y cifrado de interfaz de aire.
- Módulos sustituibles en caliente (hot-swappable).

- Rotación de canal de tráfico.
- Asignación dinámica de canal entre paquetes de datos y voz.

La estación base de Motorola MTS4 está conformada de los siguientes componentes:

- **Radio Base (Base Radio – BR)**

La Radio Base es una interfaz de RF de alta potencia que entrega hasta 25 W de potencia de RF al sistema de antenas (después de las pérdidas del “RFDS”). En baja potencia la potencia de transmisión es de 10 W. Cada BR utiliza tecnología TDMA para proporcionar 4 canales en una portadora de 25 KHz. Las distintas configuraciones disponibles permiten satisfacer los requisitos de capacidad de 4 hasta 32 canales.

Un gabinete MTS4 puede alojar hasta cuatro BR. Para sitios con un número mayor de cuatro BR, se requiere un segundo gabinete.

La radio base también incorpora un receptor con triple diversidad para aumentar la cobertura, el rendimiento y la confiabilidad. Una tarjeta de tres receptores combinados es provista con cada BR para permitir diversidad de 2 o 3 antenas.

- **Controlador de Sitio (Site Controller – SC)**

El Controlador de Sitio es un ordenador que se comunica con los componentes del Subsistema Central utilizando la interfaz Ethernet y controla el funcionamiento de las BR. El controlador también contiene un módulo de referencia de tiempo y frecuencia. El módulo incluye un oscilador de elevada estabilidad para proporcionar la referencia de frecuencia y receptor de GPS para proporcionar la referencia de tiempos. El SC es capaz de proporcionar todas las funciones de procesamiento de llamadas necesarias para permitirle a la MTS4 operar como un sitio autónomo en caso de que el sistema TETRA se desconecte del Subsistema Central.

- **Sistema de Distribución de Radio Frecuencia (RFDS)**

El Sistema de Distribución de Radio Frecuencia (RFDS) usa combinadores híbridos, combinadores de cavidad de sintonización manual o combinadores de cavidad de sintonización automática para combinar las salidas de las Radio Bases en una o dos conexiones a la antena de transmisión. El RFDS también usa un multiacoplador de recepción para distribuir la señal desde cada una de las tres conexiones de antena de recepción a cada una de las Radio Bases. El RFDS puede también usar uno o dos duplexores para combinar algunas de las entradas de recepción con una salida de transmisión. El sistema instalado posee todos los componentes para proporcionar triple diversidad en la recepción.

- **Fuente de Alimentación**

La fuente de alimentación provee energía a todas las unidades dentro del MTS4. Esta acepta 110/220 VAC o -48 VDC. Adicionalmente la fuente de alimentación tiene la capacidad de cargar una batería externa y automáticamente cambiarse a esta batería en caso de que el suministro de energía falle.

- **Módulo de Ventilación**

Uno o más módulos de ventilación generan un flujo de aire a través del gabinete del MTS para controlar su temperatura. Cada módulo es comprendido por dos ventiladores. Las revoluciones de los ventiladores son monitoreadas por un sensor que genera una alarma en el momento que fallen.

- **Consolas de Despacho**

Las consolas de despacho digitales MCC 7500 de Motorola ofrecen la posibilidad de integrar múltiples recursos de radio tales como sistemas convencionales, sistemas digitales convencionales, sistemas troncalizados, telefonía, entre otros, permitiendo ejercer total control sobre las conversaciones y recursos propios de cada sistema. Así mismo permiten el control y la configuración de los grupos de voz, y en general de todos los recursos de radio disponibles dentro del sistema, definidos por el administrador del mismo.

Una de sus principales ventajas, es que se conecta de manera directa a la red de transporte de datos de radio Ethernet IP, permitiendo tener los paquetes de voz, datos y control sobre la misma infraestructura de transporte (WAN), sin requerir canales de radio frecuencia para su conexión.

- **Beneficios Principales**

- Fácil integración con soluciones Dimetra IP y Dimetra IP Compact
- Soporte para características y funciones de arquitectura de misión crítica:
  - ✓ División de Agencias
  - ✓ Llamadas de emergencia con prioridad
  - ✓ Excelente calidad de audio
  - ✓ Gran confiabilidad y disponibilidad
  - ✓ Administración de red con consola centralizada de administración
- Resistente solución de registros IP digitales
- Interfaz gráfica de usuario intuitiva, personalizable y fácil de utilizar
- 

- **Características de las consolas de despacho**

- Intercomunicación entre Consolas: El sistema permite establecer, usando la característica de llamada privada, una comunicación entre diferentes consolas del mismo sistema sin utilizar los recursos de RF de la infraestructura de radio.
- Monitoreo: Permite la verificación de la conversación de un recurso de radio, convencional o troncalizado, para escucharla sin intervención; o bien, antes de realizar una transmisión, para evitar una posible intervención de la llamada.
- Selección Simultánea de Canal: Permite la selección de diferentes recursos de radio previamente establecidos de manera simultánea, independientemente si son convencionales o troncalizados. Al momento de realizar la selección, los usuarios troncalizados pueden responder la llamada sin cambiar la posición del selector de grupo.
- Botón de Transmisión o PTT: Permite establecer comunicación con el grupo o patch seleccionado en la consola. Existen un botón PTT físico de pedal para facilitar la

ergonomía del operador de la consola, un botón PTT en la base del micrófono y un botón PTT vía software en la interfaz de usuario GUI de la consola.

- Selección de Multi-Audio: Se puede establecer de manera preprogramada la unión de varios recursos de radio (convencionales o troncalizados) dentro de un solo grupo de audio, permitiendo la comunicación entre ellos con solo presionar un solo botón.
- Despliegue de Información de Alarma de Emergencia: El sistema permite la recepción y despacho de las alarmas de emergencia, con una señal audible y visual en el GUI, así como un listado de prioridades en caso de presentarse varias situaciones de emergencia simultáneas. En el despachador se puede visualizar el alias del radio, identificación del terminal y el estado de emergencia.
- Creación de “Patches” o enlaces entre distintos grupos de comunicación: El sistema permite la interconexión de múltiples recursos de radio dentro de un mismo enlace, de manera manual o permanente, con solo presionar un botón. Dentro de los recursos de radio disponibles se encuentran: los grupos troncalizados, los radios convencionales digitales, los radios convencionales analógicos, las consolas adicionales, los grupos en otras consolas, entre otros. Los despachadores pueden agregar o retirar de manera dinámica cada uno de los recursos de radio disponibles dentro de un enlace, inclusive dentro de una conversación en curso. Cada uno de estos enlaces está representado por una celda que despliega los recursos de radio que intervienen en el enlace, así como un botón para activar la conversación entre estos recursos y la consola. Dentro de una conversación, los grupos utilizan los respectivos recursos de radio para establecer las llamadas dentro del sistema troncalizado o el canal de RF dentro de sistemas convencionales. La interconexión entre consolas no utiliza recursos de RF.
- Definición de Políticas de Usuarios y Grupos de Usuarios: Las consolas MCC 7500 requieren para su operación de servidores Domain Naming Services (DNS) y Active Directory. Estos servicios son provistos directamente por la plataforma del sistema troncalizado y se encuentran ubicados dentro del sistema de radio denominado “Domain Controllers” o Controladores de Dominio. Algunas de las características de estos servidores son:
  - ✓ Servidor de autenticación central de usuarios con sistema operativo Windows Server.
  - ✓ Redundancia de Domain Controller.
  - ✓ Funciones de configuración de dominio, DNS, administración de cuentas de usuario y de PC, políticas de acceso y seguridad.
  - ✓ Licencia de antivirus Symantec corporativa.
- Creación de perfiles de pantalla: Cada uno de los usuarios puede tener su propia pantalla de interfaz gráfica; inclusive se permite la creación de varias pantallas para diferentes situaciones de operación o diferentes usuarios dentro de la misma consola, identificadas como archivos ELT diferentes. Por defecto al iniciar la aplicación de despacho, esta pregunta al usuario cual archivo ELT desea cargar; sin embargo, es posible configurarlo para que ingrese de manera automática a un archivo ELT determinado. Algunas características configurables son:
  - ✓ Colores en pantalla.

- ✓ Ubicación de los controles.
  - ✓ Funcionalidades desplegadas u ocultas.
  - ✓ Ubicación de los recursos de radio.
  - ✓ Ubicación del resumen de terminales y grupos.
  - ✓ Panel de alarmas y cola de llamadas.
  - ✓ Barra de estado del sistema.
- Dispositivos de Audio para los Operadores: Teniendo en cuenta que esta es su función principal, las consolas se proveen con accesorios de audio diseñados ergonómicamente para facilitar la interacción de manera rápida, por parte del operador. Dentro de los accesorios más comunes se encuentran:
    - ✓ Micrófono: Un micrófono cuello de ganso con dos botones en su base, para PTT y monitoreo. Cuenta con conector que permite su conexión y desconexión sin apagar o reiniciar la consola y sin requerir herramientas.
    - ✓ Bocinas o Altavoces: Estos pueden usarse con audios separados seleccionados desde la consola de operación. Cada una de las bocinas tiene una potencia máxima de 2 vatios y no requiere alimentación externa. El volumen de cada uno de los audios puede ajustarse de manera individual sin interferir el ajuste del headset.
    - ✓ Auriculares: Vienen con la función de cancelación de ruido y accesorio para permitir la operación del PTT de manera independiente al footswitch. Normalmente cuando un auricular es conectado a la consola, el audio de los parlantes es desviado al auricular.
    - ✓ Conectores para auriculares: Cada consola está equipada con conectores DB15 para auriculares y su respectiva caja de conexión (headset jack). Cada uno posee control de volumen independiente para el audio recibido, botón para interrupción de PTT y cable de conexión a la consola.
    - ✓ Control de volumen: El volumen de cada uno de los recursos puede ser controlado de manera individual en la consola y cada uno de ellos puede ser enrutado al parlante deseado.
    - ✓ Eventos de Error: Para los eventos de error (cuando no es posible completar alguna acción) la consola emite un sonido de BEEP sin control de volumen y genera adicionalmente un mensaje de error en el respectivo registro. Algunos eventos que pueden generar notificaciones y/o sonido de BEEP al operador son:
      - Tono de advertencia – Acción de PTT sin micrófono.
      - Tono de advertencia – Acción de PTT sin canal seleccionado.
      - Tono de cancelación de PTT.
      - Tono de intento negado para PTT – Tono de ocupado.
      - Tono de alarma para falla de equipo.
      - Tonos de alerta de transmisión – Alert Tones.
      - Tono de canal prioritario (para canales convencionales).
      - Tono de emergencia.
      - Establecimiento de patch o enlace, a grupo que no posee miembros.

- Dispositivos de Entrada de Información: La consola tiene incluidos los siguientes dispositivos de entrada:
  - ✓ Mouse y teclado: La forma de interactuar con el GUI es a través de un mouse y teclado ergonómicos, de construcción sólida y de uso continuo.
  - ✓ PTT: Existen varias maneras para realizar el PTT (push to talk) dentro del sistema:
    - PTT de pie o foot switch.
    - Auricular.
    - Micrófono gooseneck.
    - Software GUI (botón en la pantalla).

En caso de que no exista previa selección del canal para realizar la transmisión, el sistema emite un tono (beep) de advertencia.

- Energía Eléctrica: El sistema de consolas se alimenta a 110 VAC / 220 VAC @ 60 Hz.

- **Especificaciones de los Radios Portátiles**

Los radios de la Serie MTP3000 poseen una serie de características que tienen el fin de incrementar la seguridad del usuario, mejorar la eficiencia y optimizar las comunicaciones. Los radios están equipados con funciones imprescindibles para la seguridad y la efectividad de las operaciones; además introducen mejoras significativas en áreas tales como calidad de audio y resistencia.

Los radios de la Serie MTP3000 han sido mejorados con IP65, IP66 e IP67 para protección contra ingreso de polvo y agua, soporte de banda amplia para 350-470 MHz y 800 MHz, y opción de hardware RFID.

La Serie MTP3000 ha sido optimizada para un desempeño de audio excepcional en todo tipo de entornos hostiles y ruidosos. Tanto el audio percibido a través del altavoz como de los accesorios es más claro, incluso a máximo volumen, y el usuario puede ser oído por sobre el ruido de fondo, por más fuerte que sea.

Mayor sensibilidad de receptor y alta potencia de transmisión que brindan a la Serie MTP3000 la capacidad de mantener las comunicaciones en las situaciones más adversas con alcance extendido, en zonas muy urbanizadas y en edificios.

La interfaz de dos perillas es ideal para usuarios que migran de un radio analógico. La pantalla ancha translectiva muestra caracteres adicionales y es fácil de ver tanto con poca luz como con luz del sol directa. La alerta vibratoria para mensajes y llamadas entrantes; permitirá que los oficiales o trabajadores permanezcan encubiertos o actúen con discreción cuando el silencio realmente importa.

La Serie MTP3000 también viene con bandas identificadoras de color alrededor de la antena. Esto identifica el radio para grupos de usuarios con distintas tareas o áreas de cobertura o turnos diferentes.

- **Especificaciones del Cable Radiante**



El cable radiante instalado en la Línea del Metro de Quito es de la marca RFS, modelo RLK114-50JFNA. Se compone de un cable radiante multibanda (50-2.4 GHz), de 50 ohmios, diámetro 1-1/4", con dieléctrico de aire y conductor exterior de cobre, lo cual confiere al cable bajas pérdidas longitudinales y de acoplamiento. Posee propiedades retardantes al fuego, no propagador de la llama y libre de halógenos.

En la siguiente figura se observa la composición interna del cable:

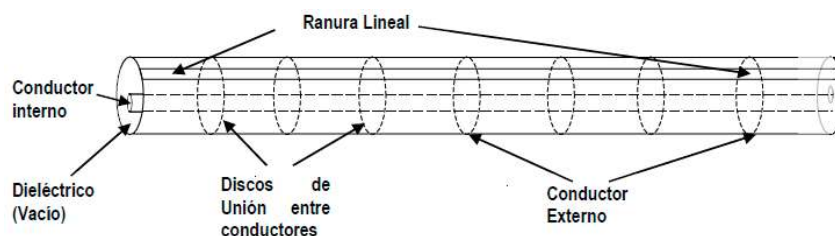


Figura 46. Estructura Básica del Cable Radiante

Este tipo de cable posee un conductor interno y otro externo que usan el vacío como dieléctrico para la transmisión de la radiación. Entre ambos conductores hay un disco de unión que los une, de material dieléctrico, que asegura la linealidad del coaxial. Sobre el conductor externo se monta una funda aislante.

La ranura de emisión está dispuesta de forma lineal en el conductor externo, en la misma dirección del eje del cable.

○ **Características Técnicas**

Las principales características técnicas del cable son:

Diámetro del dieléctrico	13.9 mm
Diámetro sobre el conductor externo	34 mm
Diámetro máximo sobre plástico externo	39.1 mm
Peso del Cable	0,71 kg/m
Radio mínimo de doblado del cable	325 mm
Fuerza de tensión máxima	168 Kg
Impedancia	50 $\Omega$
Velocidad de Propagación	89 %
Frecuencia Máxima	2,4 GHz
Atenuación 450 MHz	2,07 dB/100 m
Atenuación 900 MHz	4,58 dB/100 m
Conductor Interno	Cobre
Conductor Externo	Cobre
Temperatura en instalación	-30 a +60 °C
Temperatura de Operación	-30 a +80 °C

○ **Ubicación y Montaje del Cable Radiante**

En la siguiente imagen se detalla la ubicación del cable radiante en el túnel, el cual se encuentra especificado con el color verde:



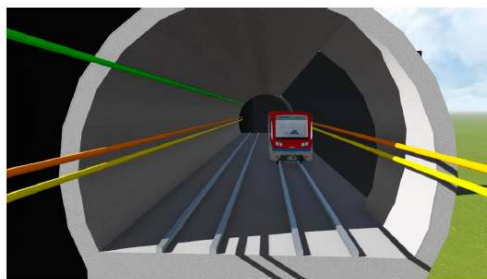


Figura 47. Montaje de Cable Radiante en Túnel (Color verde)

### 3.4.8. Sistema de Información al Viajero

El Sistema de Información al Viajero (S.I.V.) pertenece, en el proyecto para el Metro de Quito, al denominado Subsistema de Comunicaciones.

Este sistema permite la adecuada gestión y presentación de la información exclusivamente en los teleindicadores de estación, denominados Paneles de Información al Viajero (P.I.V.).

La solución implementada para el cumplimiento de los requisitos especificados por el cliente se basa en la solución TIPublic, adaptada a las necesidades del proyecto con la presentación de la información restringida exclusivamente en los PIVs ubicados en las estaciones, en sus dos formatos:

- PIV de andén, basado en una matriz de LED de 42 x 160 pixels
- PIV de vestíbulo, basado en una matriz de LED de 21 x 160 pixels

La funcionalidad principal del SIV es la de proporcionar a los usuarios del servicio tres tipos fundamentales de información:

- **Circulación de los trenes:** proporciona, siempre que el Centro de Control de Tráfico la facilite, información sobre los tiempos de llegada de los próximos trenes a los diferentes andenes de una estación, mensajes asociados a trenes concretos (p.e., si un tren no admite viajeros, si un tren es el último de un día...), etc.
- **Información General:** proporciona información de carácter general, no relacionada directamente con las próximas llegadas de un tren (p.e. incidencias en el servicio, cortes de circulación, etc.).
- **Avisos:** son informaciones generales de presentación inmediata cuya diferencia con los anteriores es la prioridad en su presentación. Normalmente, cuando se presenta un Aviso, la presentación del resto de mensajes en los indicadores queda bloqueada. (p.e. Cierre de Estación, Desalojo de Estación, Emergencias, etc.).

- **Arquitectura del Sistema**

La solución técnica al SIV se explica en la siguiente figura:

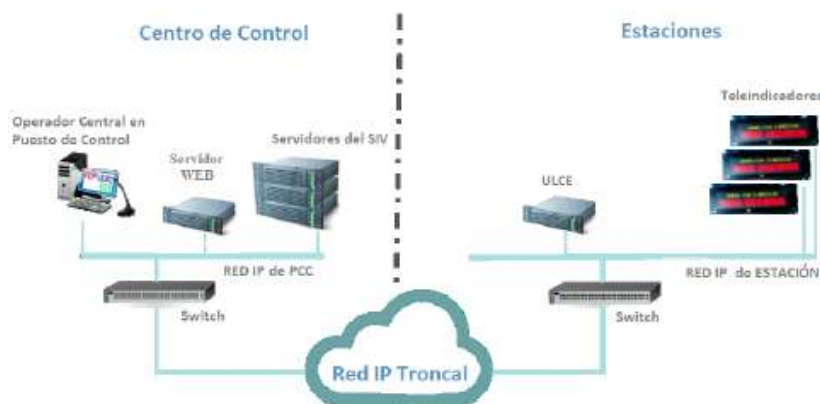


Figura 48. Esquema General SIV

En la figura anterior no aparecen reflejados terceros sistemas o equipos con los que el Servidor SIV debe interactuar a nivel de Puesto de Control Central para su correcto funcionamiento: Servidor NTP, Sistema de Gestión de la Información y C.T.C.

Para su funcionamiento en tiempo real, necesita conexiones externas que proporcionen la lista de trenes que circularán a lo largo del día, así como los eventos de paso de los trenes por las estaciones (o, en su caso, los eventos de ocupación de circuitos de vía y situación de los cambios de aguja). Funcionalmente hablando, la arquitectura de la solución propuesta se muestra en la figura siguiente:

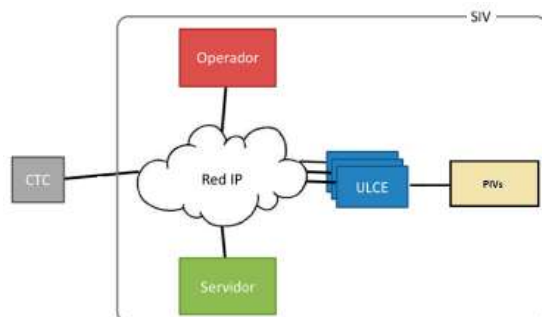


Figura 49. Módulos funcionales

- **Servidor**

El Servidor es el módulo del Sistema donde se centralizan las comunicaciones, así como la información de configuración del estado general de todo el sistema. Se encarga también de procesar la interfaz con el CTC (o sistema de señalización), que es la fuente de la información relacionada con las circulaciones. Actúa asimismo como punto de acceso de los operadores del PCC para las estaciones y distribuye las informaciones pertinentes a las estaciones que les correspondan.

El módulo servidor se compone de dos programas ejecutados en paralelo:

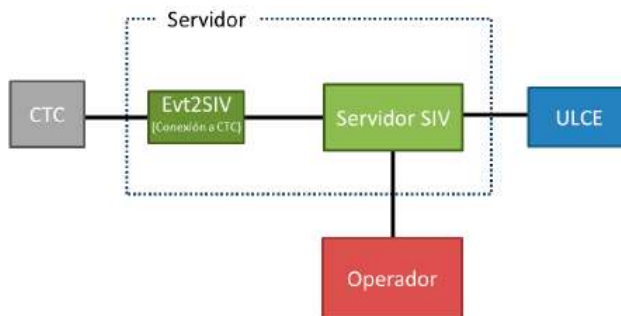


Figura 50. Detalle de Módulo Servidor

○ **Evt2SIV**

Es el programa encargado de aislar y adaptar la información de circulación, que proviene del sistema CTC externo, al resto del sistema.

En el caso concreto de Metro Quito, la información de CTC es accesible mediante una interfaz con dos servidores en modo “hot-standby”, proporcionado por el propio sistema del CTC.

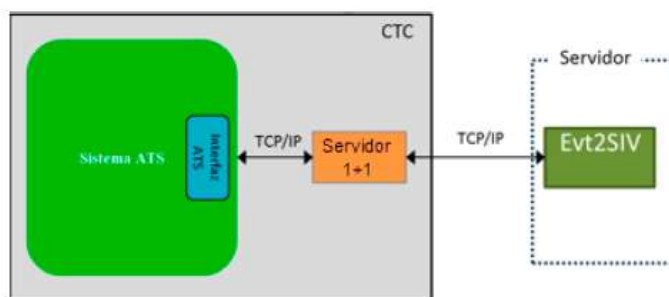


Figura 51. Conexión Servidor – CTC

El SIV, mediante el módulo Evt2SIV, es el encargado de crear las conexiones socket cliente hacia cualquiera de dichos Servidores para recibir los tipos de mensaje facilitados por los servidores del CTC en los que se indique los tiempos de llegada de los trenes a los andenes de las estaciones, así como el resto de información de circulación que el sistema CTC proporcione.

La interfaz es física Ethernet y el protocolo de comunicación empleado es mediante sockets TCP/IP. Los datos recibidos del CTC por el Módulo Evt2SIV son empaquetados en el formato adecuado y enviados al servidor SIV.

En resumen, la funcionalidad de este programa es:

1. Establecer y mantener la comunicación con el CTC.
2. Gestionar adecuadamente las conmutaciones en las redundancias de la comunicación con el CTC, tanto a nivel de LAN (Lan1/Lan2) como a nivel de servidor de CTC (OnLine/Standby)
3. Adecuar el formato de los eventos de circulación recibidos del sistema CTC al formato interpretado por el Servidor SIV.
4. Notificar errores de funcionamiento de la interfaz con el CTC al servidor SIV.

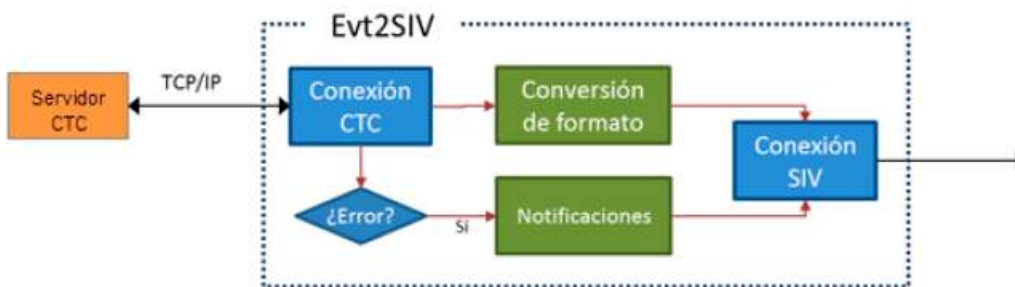


Figura 52. Módulo Evt2SIV

○ **Servidor SIV**

Una vez aislada y adaptada la fuente de información del CTC, el Servidor SIV es el programa que aporta la funcionalidad real.

Las funciones de este programa son:

1. Centralizar la configuración de todo el sistema.
2. Realizar y mantener la conexión con cada uno de los programas de control local de estación (ULCE).
3. Distribuir los eventos de circulación a las estaciones correspondientes.
4. Centralizar el estado notificado por las distintas estaciones.
5. Funcionar como servidor FTP para la distribución de ficheros.
6. Servir de punto de acceso al programa de Operador.
7. Notificar el estado del sistema a los operadores.
8. Recoger y distribuir las órdenes de funcionamiento de los operadores.
9. Reportar los fallos de funcionamiento (traps SNMP) al Sistema de Gestión de Información.

Para ello, el Servidor SIV dispondrá de la arquitectura mostrada en la Figura a continuación:

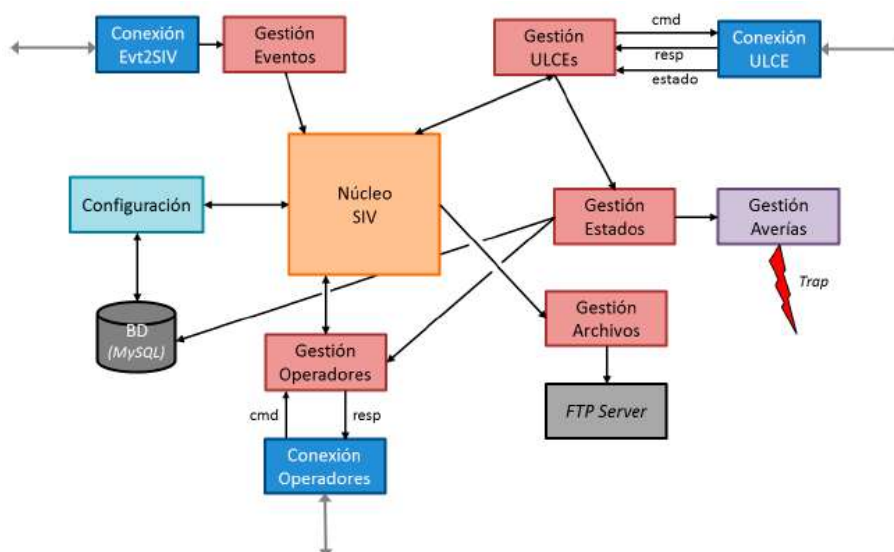


Figura 53. Arquitectura del Servidor SIV

○ **Alta disponibilidad**

Para garantizar la disponibilidad requerida del Sistema SIV, los programas que componen el Servidor SIV se duplican en dos máquinas diferentes, que actuarán en configuración principal / reserva en la que el Servidor Reserva sólo tomará el control del sistema en caso de fallo del Servidor Principal.

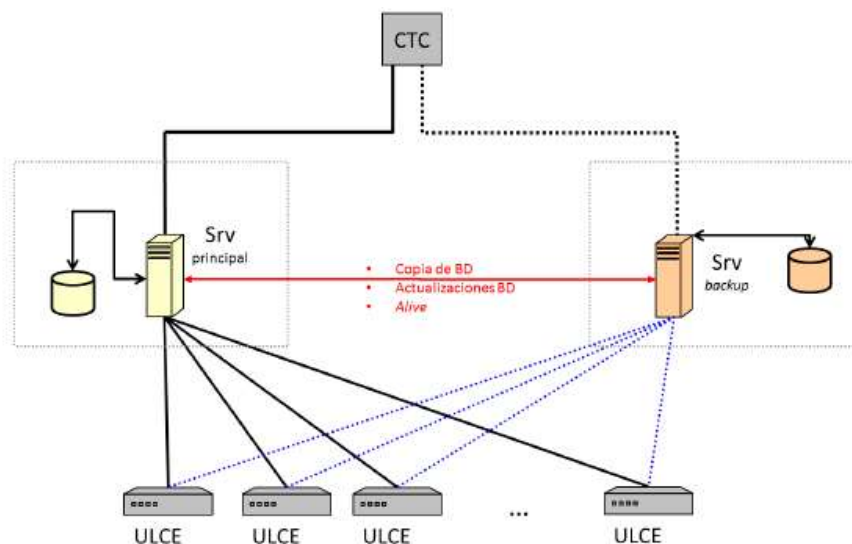


Figura 54. Conexiones con Servidores Redundantes

En esta topología lógica redundante, se pueden presentar diversos escenarios:

- **Funcionamiento Normal:** es el modo habitual de funcionamiento en ausencia de fallos. En él, el servidor definido como principal adquiere este rol y el servidor definido como backup o reserva adquiere el suyo. Ambos roles se mantienen sin cambios mientras el funcionamiento siga siendo normal.
- **Funcionamiento Degradado:** se entiende por funcionamiento degradado cualquier otra situación que difiera del modo normal. Se pueden considerar dos posibles escenarios:
  - ✓ **Fallo de funcionamiento del Servidor de Reserva.** En este caso:
    - El Servidor Principal detectará la ausencia del Servidor de Reserva y notificará el fallo tanto a los operadores conectados como al Sistema de Gestión de Mantenimiento.
    - El Servidor Principal mantendrá la comunicación con el Servidor de Reserva abierta para detectar las posibles recuperaciones que haya.
    - Los operadores conectados recibirán en sus pantallas notificación del fallo, pero seguirán funcionando con normalidad.
  - ✓ **Fallo de funcionamiento del Servidor Principal.** En este caso:
    - El Servidor de Reserva detectará la ausencia del Servidor Principal y asumirá el rol de éste.

- El Servidor de Reserva notificará el fallo a los operadores conectados, informándoles que asume el rol de Principal.
- El Servidor de Reserva notificará el fallo al Sistema de Gestión.
- El Servidor de Reserva mantendrá la comunicación con el Servidor Principal abierta para detectar las posibles recuperaciones que haya.
- Los operadores conectados recibirán en sus pantallas la notificación del fallo, pero seguirán operando con normalidad.

○ **Notificaciones SNMP**

Cualquier evento que implique el malfuncionamiento de alguno de los elementos del SIV (Desconexión de ULCEs, de servidores, etc.), se notificará al Sistema de Gestión de Información mediante un Trap SNMP.

De igual forma, la recuperación de alguno de los elementos caídos se notificará mediante un Trap SNMP.

● **Unidad Local de Control de Estaciones (ULCE)**

La ULCE es un equipo instalado en cada una de la Estaciones que hace de intermediario entre el Servidor SIV y los PIVs de cada estación. Su función principal es la de controlar dichos PIVs, supervisándolos y enviándole a cada uno la información que tienen que presentar en cada momento con el formato adecuado para que los PIV la interpreten correctamente.

La ULCE recoge la información enviada por el Servidor SIV que es relevante para la estación a la que pertenece y determina la forma de mostrarla en los PIVs.

Por otra parte, la ULCE recoge el estado de todos los PIV bajo su control y lo notifica al Servidor SIV.

○ **Conexión a PIV**

Cada PIV tiene su propio módulo de acceso, que aisle las características propietarias de cada uno de ellos.

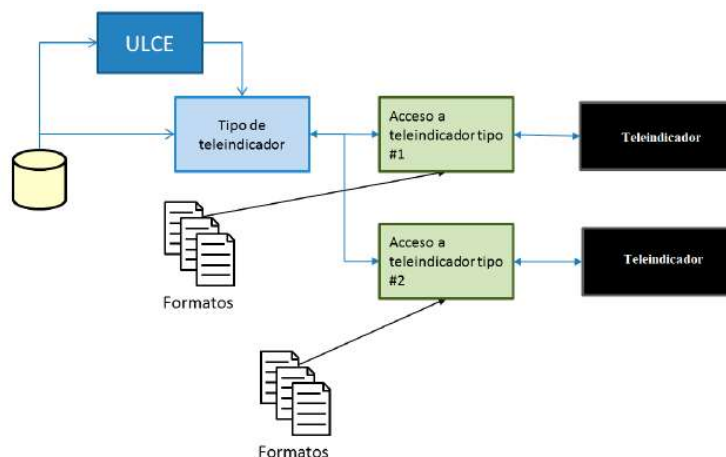


Figura 55. Adaptación al tipo de PIV

La ULCE notifica al módulo de acceso al PIV la información que tiene disponible para ese PIV:

- Tiempos de aproximación
- Avisos
- Información general
- Apagado forzado

Será el módulo de acceso al PIV el que se encargue de formatear esa información y presentarla adecuadamente en pantalla.

▪ **Selección de formato a mostrar**

Cada tipo de PIV (andén y vestíbulo) dispone de su propio formato, en función de sus características particulares, y este formato dependerá de la información disponible para mostrar.

El algoritmo para la selección del formato es el siguiente:

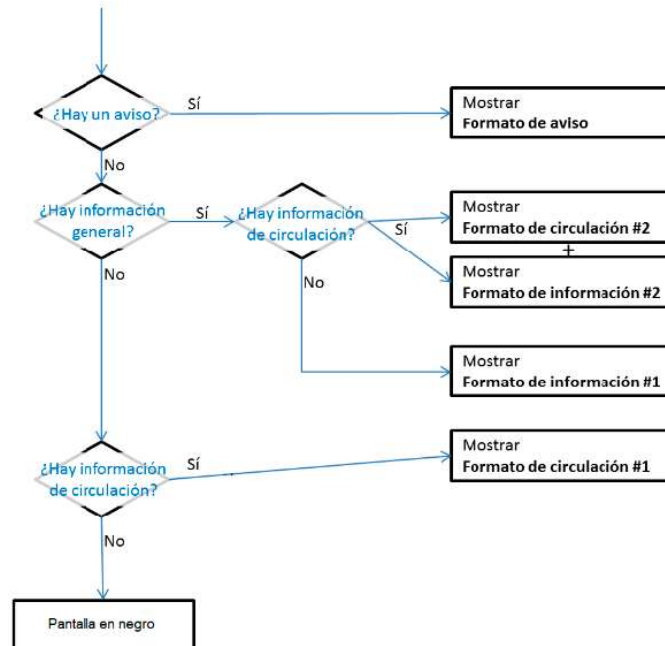


Figura 56. Algoritmo de selección de formato

▪ **Supervisión de PIV**

La ULCE supervisa en todo momento el estado del PIV:

- Conectado/no conectado
- Puerta abierta
- Temperatura de CPU
- Nivel de brillo de emisión (en modo automático)
- Alerta por vibración
- Error en protocolo (respuesta no esperada)



Ante cualquier cambio se notificará al servidor SIV. De forma similar, cuando el servidor SIV se conecte a la ULCE, ésta le notificará el estado completo leído hasta el momento.

- **Notificaciones SNMP**

Cualquier evento que implique el malfuncionamiento de alguno de los elementos de red (ULCEs y PIVs), se notificará al Sistema de Gestión de Información mediante un Trap SNMP.

De igual forma, la recuperación de alguno de los elementos caídos se notificará mediante un Trap SNMP.

- **Operador**

Se denomina software Operador, programa Operador o simplemente Operador al programa que permite a los usuarios del SIV acceder a la visualización y herramientas del sistema. Esta aplicación es WEB.

- **Identificación de Usuarios**

La identificación de los usuarios se realiza mediante usuario y contraseña y con estos podrá acceder a la aplicación.

Si el usuario no dispone de permisos para ejecutar la aplicación, se notificará mediante una ventana emergente y se cerrará el programa.

Una vez dentro del programa, el perfil asignado al usuario será siempre el mismo: si hay cambios en los permisos, éstos no se tendrán en cuenta hasta la próxima vez que el usuario ejecute la aplicación.

- **Conexión a servidores**

Mediante un fichero de configuración, el software de Operador tendrá identificadas las direcciones IP de los servidores, tanto principal como de backup.

Intentará la conexión a ambos de manera simultánea y, en caso de conseguir ambas, usará siempre la conexión con el servidor principal.

Cuando una conexión no pueda ser establecida, o una vez iniciada se cierre, el programa de Operador reintentará periódicamente la comunicación.

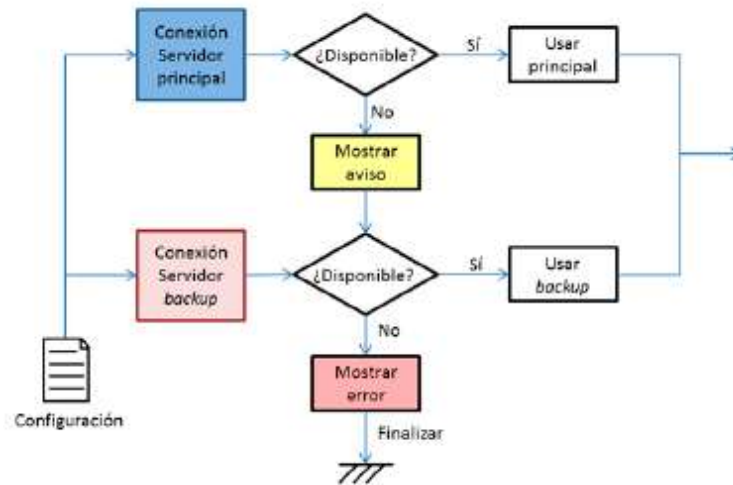


Figura 57. Conexión a Servidor del SW de Operador

○ **Interfaz Gráfica - HMI**

La interfaz gráfica de la aplicación dispone de múltiples ventanas que cada usuario puede configurar a su gusto.

Las herramientas a las que tiene acceso dependerán del perfil asignado al usuario en el momento del arranque.

▪ **Mapa de línea**

En esta ventana muestra, de forma esquemática, un plano de la línea, sobre ella se superpondrán las circulaciones que estén actualmente en marcha.

Dentro del plano de la línea, cada estación se dibujará mediante:

- Nombre de la estación
- Icono de estación
- Posición gráfica de trenes en circulación

Cada tren dibujado se representa mediante:

- Tren entre estaciones:
  - ✓ Icono de tren desplazándose sobre la línea.
  - ✓ Identificación de tren.
  - ✓ Color de icono indicativo del sentido de desplazamiento:
    - Verde: Quitumbe => El Labrador
    - Amarillo: El Labrador => Quitumbe

Tren en estación:

- Icono de tren detenido sobre icono de estación.
- Identificación de tren.

- Color de icono de tren indicativo de sentido según se ha explicado en el punto anterior.

Además del Mapa de Línea, se presenta a la derecha de éste una tabla “Resumen de trenes en circulación”, donde se visualizan los datos de cada tren en circulación presentes en ese momento.

Ambas informaciones se ven en la figura siguiente:

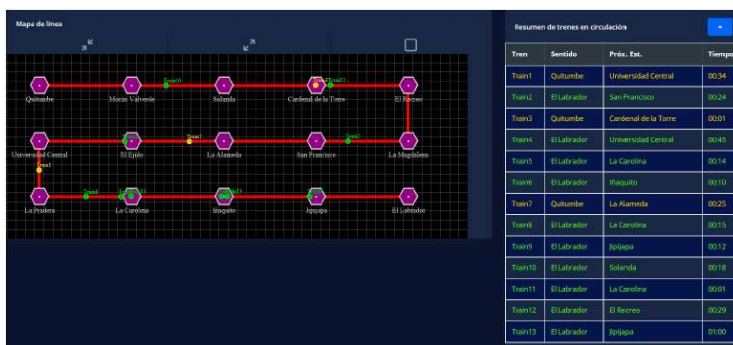


Figura 58. Ventana de Mapa de línea

**Nota Importante:** La ventana anterior no es necesariamente real, sino conceptual. Su función en este documento es complementar las explicaciones dadas en el texto.

▪ **Visor de estación**

Cuando el usuario pulse sobre el botón de visor de la estación se abrirá una nueva ventana en la que se muestra un sinóptico de la estación que se seleccione, la situación de los teleindicadores definidos para esa estación y su estado operativo.

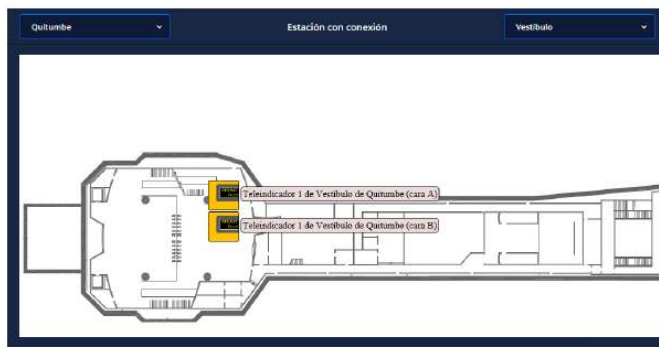


Figura 59. Ventana de detalle del Vestíbulo de la estación de Quitumbe

En el visor de Estación también será posible mostrar en tiempo real el mensaje que se esté visualizando en un indicador que se seleccione:

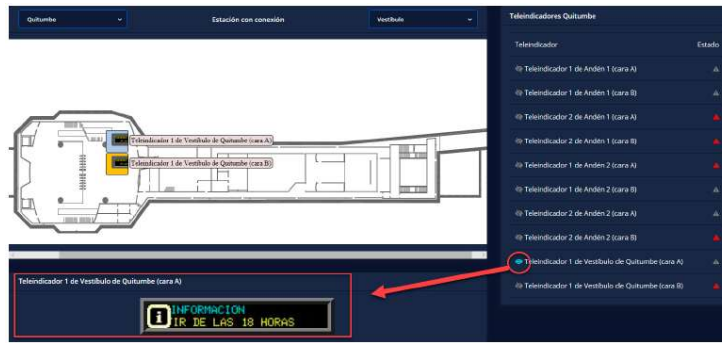


Figura 60. Visor de Panel

**Nota Importante:** La ventana anterior no es necesariamente real, sino conceptual. Su función en este documento es complementar las explicaciones dadas en el texto.

▪ **Estado**

En este Menú se pueden visualizar los estados de los elementos principales que constituyen el sistema.

**Estado de los Servidores**

- ✓ Dirección IP de los servidores
- ✓ Fecha de inicio de la aplicación
- ✓ Indicador de estado (Verde o rojo)



**Estado de la Estación**

Ventana informativa a la que se accede desde el Menú Estado/Estaciones/Ver todas. En la ventana se verá:

- Información General y alarmas:

General	Alarmas
Nombre: Quitumbe IP: 172.16.17.10 Teleindicadores conectados: 1 / 10 Número de UICES: 0 / 1 Activa desde: Fri Oct 11 2019 15:42:55 GMT-0200 (Hora de verano romance)	Conexión: <span style="color: green;">●</span> Fallo en teleindicadores: <span style="color: red;">●</span>

- Información de los Teleindicadores configurados en la estación

●

**Teleindicador 1 de Andén 1 (cara A)**

ID: 1

Estación: Quitumbe

Tipo: Teleindicador de Andén CZ42

- Lista de Mensajes Planificados en esa estación

Mensajes planificados

Todavía no hay mensajes planificados.

id	Nombre	Descripción	Fecha Inicial	Fecha Final	Acciones
No hay mensajes planificados.					

- Listado de próximas circulaciones que llegarán a la estación:

Próximos trenes			
ID de Tren	Línea	Dirección	Tiempo Restante
Train2	Línea 1	Quitumbe	4'57"
Train4	Línea 1	Quitumbe	9'39"
Train6	Línea 1	Quitumbe	9'20"
Train8	Línea 1	Quitumbe	3'12"
Train10	Línea 1	Quitumbe	55"
Train12	Línea 1	Quitumbe	8'39"

### Teleindicadores

Se muestra la siguiente información:

- ✓ Información general
- ✓ Dirección IP
- ✓ Estación y piso al que está asociado
- ✓ Alarmas

### General

Identificador: 1	Estación: Quitumbe
Nombre: Teleindicador 1 de Andén 1 (cara A)	Piso: Andenes
Descripción: Teleindicador 1 de Andén 1 (cara A)	
Modelo: Teleindicador de Andén C242	Configuración de brillo:
IP: 172.16.17.18	- Modo: 0
Temperatura: 70°C	- Nivel de brillo: 10%
Humedad: 19%	- Valor de sensor: 76

### Alarmas

Alarma Estado

Conexión: ●

Estado de la puerta: Cerrada

Alarma de Temperatura: ●

Alarma de Puertas: ●

▪ **Configuración**

Este Menú sólo está disponible para los usuarios del perfil "Administrador". Para los demás usuarios, no está disponible en la interfaz gráfica.

Las opciones posibles de configuración serán: línea, estaciones y paneles

- ✓ Líneas: permite editar la línea existente.
- ✓ Estaciones:
  - Permite editar las estaciones definidas
  - Permite crear estaciones nuevas

Estaciones

[Añadir Estaciones](#)

ID	ID Externo	Nombre	Nombre para operador	Posición	Andenes	Acciones
1	ES01	Quitumbe	Quitumbe	[0°, 50, 50]	+ 1 - Andén 1 + 2 - Andén 2	<a href="#">Editar</a>
2	ES02	Morán Valverde	Morán Valverde	[0°, 250, 50]	+ 1 - Andén 1 + 2 - Andén 2	<a href="#">Editar</a>

- Definir Estación
- Definir planos de estación
- Definir Teleindicadores asociados
- Definir ULCE asociada

**Modificar Estaciones**

ID:  Nombre:

ID Externo:  Nombre para operador:

Posición: X:  Y:

**Plantas** [Añadir Planta](#)  
No hay Plantas agregadas

**Andenes** [Añadir Andén](#)  
No hay Andenes agregados

**Teleindicadores** [Añadir Teleindicador](#)  
No hay Teleindicadores agregados

**ULCES** [Añadir ULCE](#)  
No hay ULCEs agregadas

[Cancelar](#) [Atrás](#)

- Teleindicadores:
  - ✓ Permite crear y editar grupos de teleindicadores

**Grupos**

[Añadir Grupos](#)

ID de Interlocutor	Nombre	Descripción	Acciones
100	(Grupo) Estación Quitumbe	Agrupar todos los teleindicadores de la estación de Quitumbe	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
200	(Grupo) Vestibulos Línea 1	Agrupar todos los teleindicadores de vestibulo de la línea 1	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>

▪ **Mensajería**

Si se dispone del perfil adecuado, el usuario podrá ver/editar/crear los mensajes de información y/o avisos que se mostrarán en la estación. Así mismo, el operador podrá visualizar / editar / crear los horarios que necesite para la adecuada planificación de la visualización de los mensajes.

- Horarios

Las opciones existentes son:

- ✓ Añadir horarios

**Añadir Horarios**

ID:  Descripción:

**Lunes**

Hora de inicio:  Hora de fin: 
 Frecuencia (minutos):  Duración (minutos):

Se indica, para cada día de la semana, la hora de inicio y la hora de fin entre las que se quiere que se visualicen los mensajes. Además, hay que especificar: cada cuánto tiempo se quiere presentar el mensaje (Periodo) y cuánto tiempo se quiere que dure la visualización del mensaje (Duración)



✓ Visualizar / Editar / Eliminar horarios existentes

Horarios

[Añadir Horarios](#)

ID	Descripción	Planificación	Acciones
1	Endless description	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lunes: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Martes: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Miércoles: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Jueves: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Viernes: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Sábado: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Domingo: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> <li>• Festivo: [00:00, 23:59, 60, 60]</li> </ul>	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>

### Informaciones

La secuencia que se debe seguir para visualizar un mensaje de información consta de dos pasos fundamentales:

- Generar el mensaje de texto que se quiere visualizar
- Planificar el mensaje anterior. Esto es, asociar al mensaje de texto un horario para su visualización e indicar los receptores (estación y paneles) en los que se quiere visualizar.

En este contexto, las opciones que se ofrecen al operador son:

- Ver todos los mensajes de información existentes, **tanto si están planificados como si no.**

Mensajes de Información

[Añadir Mensajes de Información](#)

Id	Nombre	Descripción	Líneas del mensaje	Acciones
1	Info 1	Descripcion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Line 1</li> <li>• Line 1</li> </ul>	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
2	Info 2	Mensaje sin planificar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensaje de prueba 2</li> </ul>	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>

- Ver todos los mensajes de información **que estén planificados.**

Informaciones planificadas

[Añadir Informaciones planificadas](#)

Id	Nombre	Descripción	Fecha Inicial	Fecha Final	Acciones
1	Planificado 1	Mensaje permanentemente visible	14/10/2019	21/10/2019	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>

- Crear un mensaje de información sin planificar (*Añadir*)



- Crear un mensaje de información planificado (*Añadir planificadas*)



## Avisos

La gestión de los avisos es idéntica a la de las informaciones: es necesario crear el mensaje de aviso que se quiere visualizar y planificarlo consecuentemente.

Las diferencias fundamentales que presenta un Aviso son:

- Durante la visualización de un aviso, la visualización de cualquier otro tipo de mensaje está bloqueada
- La visualización de un aviso planificado es continua, por lo que carece de horarios asociados
- Un aviso deja de mostrarse si el periodo de visualización planificado se finaliza o si la planificación se elimina por el operador

Por lo demás, las opciones que se presentan son las mismas que para el caso de mensajes de información:

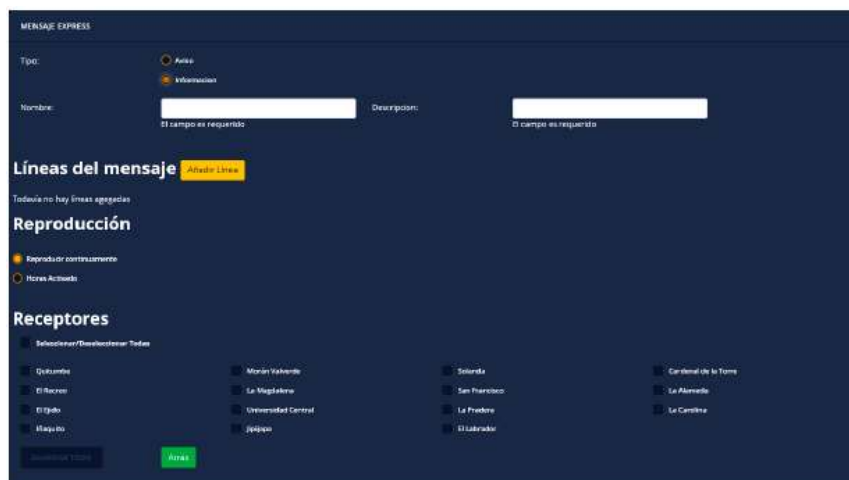
- Ver Todos
- Ver Planificados
- Añadir
- Añadir planificados: en este caso únicamente se añade la fecha de inicio y de final, ya que los avisos carecen de horarios asociados y su presentación es siempre continua.

## Mensajes Express

Los mensajes express son una opción interesante en los casos en que se dan las siguientes condiciones:

- Se quiere presentar un aviso o información de forma inmediata

- Con inicio inmediato y final en el mismo día (informaciones) o se quiere presentar de forma continua (informaciones o avisos)
- Se quiere visualizar en estaciones completas



## Circulaciones

La herramienta sirve a los operadores para poder gestionar los mensajes asociados a trenes.

En una ventana modal (no permite otras acciones hasta que se cierre), se mostrará la lista de los trenes de los que se han recibido eventos a lo largo del día y los mensajes que tenga asociados (si tiene).

La ventana tiene también la lista de estaciones de la línea (por orden de recorrido).  
Para el detalle de cómo asociar mensajes a trenes.

### 3.4.9. Sistema de Cronometría

La necesidad de sincronización de hora entre computadoras se profundiza a partir del incremento de las comunicaciones entre ellas. Sobre todo, a partir de la aparición de sistemas distribuidos, en donde una transacción puede involucrar datos y procesos en varias máquinas, con la cual deben coincidir las horas de las modificaciones y las acciones en todas. Para realizar la sincronización de relojes se utiliza la misma red de comunicaciones.

Para dicha sincronización se emplea el protocolo de comunicaciones NTP (Network Time Protocol) ya que un sistema donde convergen un gran número de subsistemas, como en el Metro de Quito, se debe contar con una sincronización horaria.

- **Protocolo NTP**

NTP (Network Time Protocol) es la implementación de uso más generalizado para la sincronización horaria de computadoras. Así es que al requerimiento inicial de sincronización relojes de computadora con una hora de referencia tal como UTC, surgieron temas como seguridad, que llevó a encriptar los paquetes de referencia de hora, y tolerancia a fallas. Su arquitectura básica esta basada en el modelo cliente – servidor, que se muestra en la siguiente figura.

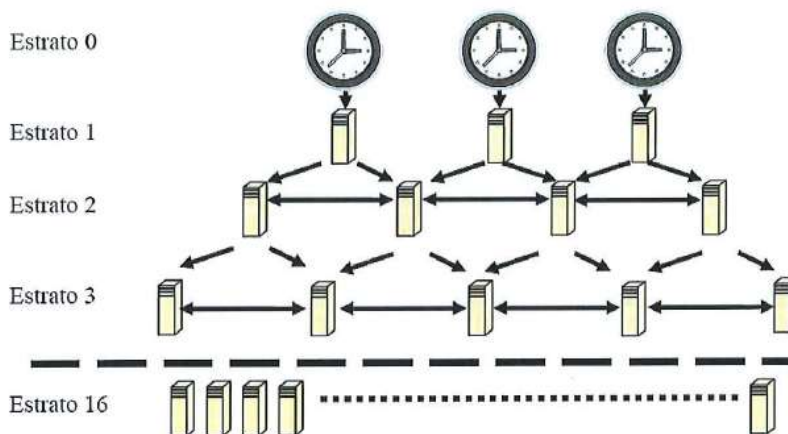


Figura 61. Niveles de Estratos de Servicio NTP

Los diferentes niveles o Estratos son una solución al cuello de botella del modelo cliente-servidor, representado por un servidor que no puede atender todos los requerimientos. Esto hace que los servidores de estrato 0, compuestos por relojes atómicos o relojes sincronizados por GPS, suministren la referencia horaria a los de estrato 1, que serán los encargados de distribuirla a través de toda la jerarquía.

Para evitar el cuello de botella antedicho, solo se permiten consultas por parte de servidores previamente autorizados, autorización resultante de evaluar la carga actual del servidor. Con ello, todo servidor que esté conectado a un servidor estrato 1 será automáticamente estrato 2 y así sucesivamente.

Las características del protocolo NTP son:

- Precisión y resolución posible del reloj sincronizado. Aunque NTP es paramétrico, esto significa que se puede obtener una resolución y una precisión arbitraria cualquiera. Se obtiene como producto del proceso.
- Sobrecarga en la red de comunicaciones.
- Error alcanzado en la sincronización.
- Tiempo en el cual se alcanza una sincronización aceptable.
- Cambios en dicha sincronización a través del tiempo.

NTP corrige dos tipos de diferencias (Offsets) para sincronizar dos o más computadoras:

- Offset de hora: Va realizando ajustes de acuerdo a si la diferencia respecto de la referencia es grande o pequeña. Si la diferencia es mayor a  $128 \mu s$ , se da en un escalón (stepping) y si es menor a  $128 ms$ , en forma gradual (slewing). En todos casos, si el reloj local está adelantado, va haciendo ajustes graduales de tal manera de no producir discontinuidades en la hora (hora posterior < hora actual).
- Offset de frecuencia: a partir de analizar la primera derivada de la diferencia de horas, establece si la frecuencia es mayor o menor a la de la referencia, cambiando el valor local de frecuencia al correcto.

- **Servidores NTP**

El presente apartado describe las características principales de los servidores NTP implementados en el Metro de Quito como Stratum 1 y Stratum 2 que actúan como servidores centrales de sincronización temporal para cualquier dispositivo existente en la red de Metro.

Se ha implementado el servidor NTP modelo SyncServer S600 de la compañía Microsemi. El SyncServer S600 GPS / GNAA, Stratum network time server con tecnología NTP Reflector™ de seguridad reforzada mejora la seguridad, la precisión y la fiabilidad de los servicios NTP que los administradores de redes de TI requieren.

El servidor NTP S600 está diseñado específicamente para proporcionar marcas de tiempo NTP basadas en un preciso hardware. La precisión y seguridad sin precedentes se complementan con las características de facilidad de uso para servicios confiables de tiempo de red listos para satisfacer las necesidades de la red de usuarios y las operaciones del Metro de Quito. Las principales características de este dispositivo son las siguientes:

- Gran seguridad y capacidad
- Precisión NTP
- Fiabilidad de tiempo y diseño
- Cuatro puertos GE para Rendimiento, Flexibilidad y Seguridad
- Interfaz Web intuitiva, segura y fácil de usar
- Seguridad estándar de acceso a la gestión

#### **Características Técnicas del servidor SyncServer S600 GPS / GNSS**

A continuación, se detalla las características técnicas del Servidor SyncServer

Receptor	GNSS
Tiempo de Adquisición	30 segundos
Precisión	< 15 ns para UTC
Protocolos de Red	NTP, NTO, Unicats, SNTP, SNMP v2c-v3, DHCP, RADIUS, HTTPS/SSL, IPv4, IPv6
Dimensiones	4,4 X 43,8 X 40,3 cm (1U)
Alimentación	88-64 VAC, 50-60 Hz, 65 watts
Temperatura de operación	-20 °C hasta +65°C
Humedad de operación	<=95%
Peso	5,7 Kgs
Panel Frontal	Alta resolución 162x32, teclado numérico
Puestos Traseros	4Xrj45 100/1000Base _T Ethernet, GNSS: BNC, Consola: DB9-F RS-232

#### **Antena GPS**

A continuación, se detalla las características técnicas de la antena GPS

Ancho de banda (1dB)	31 MHz
Ganancia de la antena	4,5 dBic
Filtrado de ancho de banda	1575 to 1606 MHz
Ganancia	40 dB mínimo

Ruido	2,5 dB
Alimentación	+2,5 hasta 16 VDC, 20 mA
Dimensiones	66,5 de diámetro x 21 mm de alto
Temperatura de Operación	-40°C hasta +85°C
Peso	150 g

○ **Arquitectura del Sistema de Cronometría**

El sistema de Cronometría está compuesto por un servidor en stratum 1 y tres servidores en stratum 2, conectados en los Nodos Ethernet de la Red de Metro de Quito ubicados en el cuarto de comunicaciones de las siguientes estaciones y PCC:

- Depósito de Quitumbe: Un servidor stratum 1 y un servidor stratum 2.
- Quitumbe: Un servidor stratum 2.
- El Ejido: Un servidor stratum 2.

El Sistema sigue en siguiente diagrama:

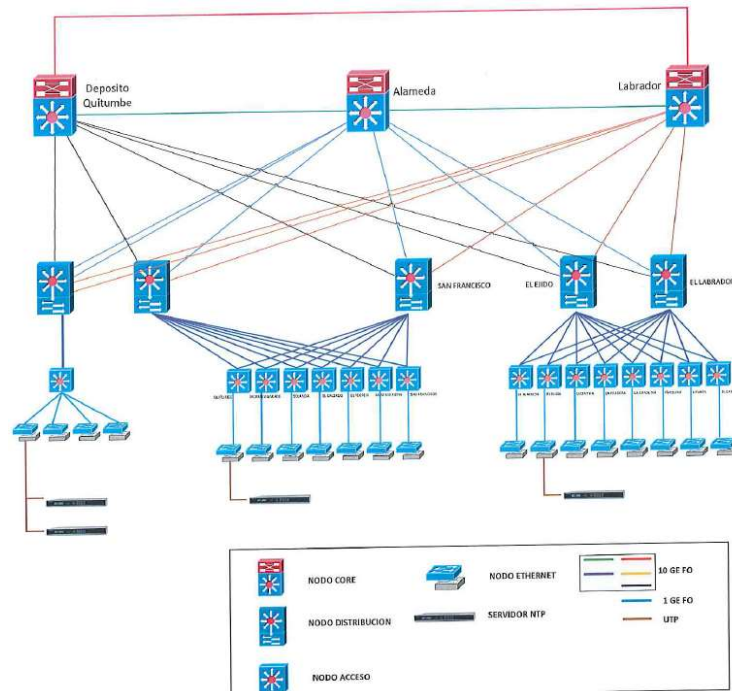


Figura 62. Diagrama y Ubicación de Equipos

Siguiendo esta distribución se garantiza que en cada uno de los Switching Block y el depósito de Quitumbe se cuente con una sincronización horaria precisa y confiable, por tener cada uno su respectivo servidor NTP. Adicional a esto se cuenta con respaldo ya que en caso de que alguno de los servidores falle, cualquiera de los restantes puede asumir la sincronización horaria.

**3.4.10. Sistema de Comunicación de Red**

La red de comunicaciones es la encargada del transporte e interconexión de toda la información, referente a los subsistemas que conforman el Metro de Quito, entre sus equipos de terminales y centrales para su consideración y tratamiento.



Los subsistemas a considerados son:

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

\* Este Sistema únicamente usa la infraestructura de fibra óptica del Sistema de Comunicaciones, teniendo hilos de fibra óptica dedicados al Sistema.

#### TOPOLOGIA DE LA RED

La red cableada LAN usa un modelo de diseño jerárquico para partir la topología de red en grupos de diseño modulares o capas. Este modularidad en el diseño de red permite crear elementos de diseño que pueden ser replicados a lo largo de la red; esta replicación a su vez provee una manera sencilla de escalar la red y al mismo tiempo brinda un método de despliegue consistente.

En una red plana o tipo mesh, los cambios tienden a gestionarse de manera compleja y esta dificultad en la gestión puede hacer que el error tienda a afectar un gran número de sistemas. El diseño jerárquico ayuda a contener los cambios operativos a solo una sección de la red; esto permite sencillez en la administración, así como también mejora la confiabilidad de la red aislando las fallas.

Un diseño de red LAN jerárquico, incluye las siguientes tres capas:

- Capa de acceso: Provee a las terminales de cómputo y a los usuarios acceso directo a la red.
- Capa de distribución: Agrega la capa de acceso y provee conectividad a los servicios.
- Capa de core: Provee conectividad entre las capas de distribución para ambientes LAN extensos.

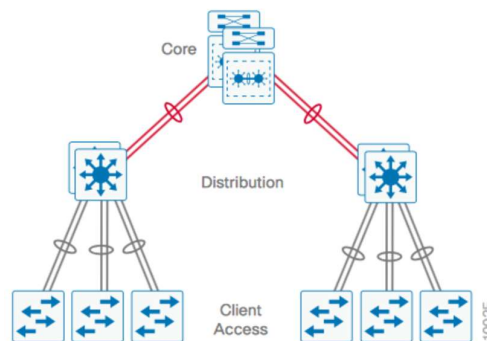


Figura 63. Diagrama y Ubicación de Equipos



Cada capa de acceso, distribución y core provee diferentes funcionalidades y capacidades a la red; dependiendo de las características del despliegue se puede necesitar una, dos o las tres capas mencionadas. En el caso del Metro de Quito, la densidad de puertos de acceso que se tiene, demanda que se implemente un diseño considerando las tres capas: acceso, distribución y core.

### ARQUITECTURA DE RED

La arquitectura de red para la instalación de la red de Metro de Quito proporciona la infraestructura necesaria para la interconexión confiable de los diferentes elementos de cada Sistema y Sub-sistema, por ello su implementación y diseño es fiable, redundante y con garantía de disponibilidad.

En la siguiente figura se muestra el diseño de arquitectura implementado:

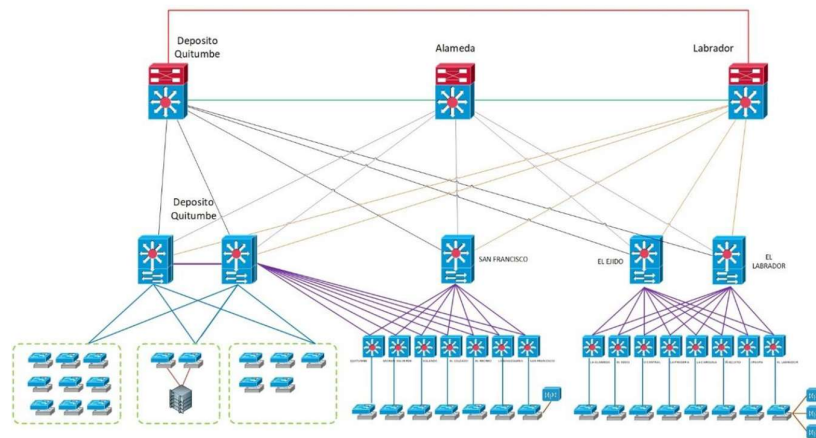


Figura 64. Diseño de Red instalado

En esta distribución de equipos e interconexión dentro del diseño de la red de Metro de Quito, proporciona las siguientes ventajas:

- Se cuenta con un anillo de interconexión de respaldo para los equipos que componen la Capa Core
- Se realiza una conexión tipo estrella con cada uno de los nodos Core y los diferentes elementos de la capa distribución.
- Para mejorar la disponibilidad de ancho de banda entre las diferentes capas los enlaces entre la Capa distribución y la Capa Acceso de las estaciones pasan a 10 GE.
- Los equipos de la Red Inalámbrica para descarga de Datos se conectan a la capa Acceso.
- En caso de falla en el cableado, el tráfico de datos ya no desciende de capa, es decir, el tráfico de la Capa distribución no desciende a la capa acceso en caso de fallo en la red.
- El diseño de arquitectura de red para la instalación de la Red de Comunicaciones del Metro de Quito está implementado con equipamiento de la marca CISCO.

### DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

#### CAPA CORE

Las plataformas asignadas para la capa de Core son el equipo Catalyst 6807-XL con Supervisor 6T.

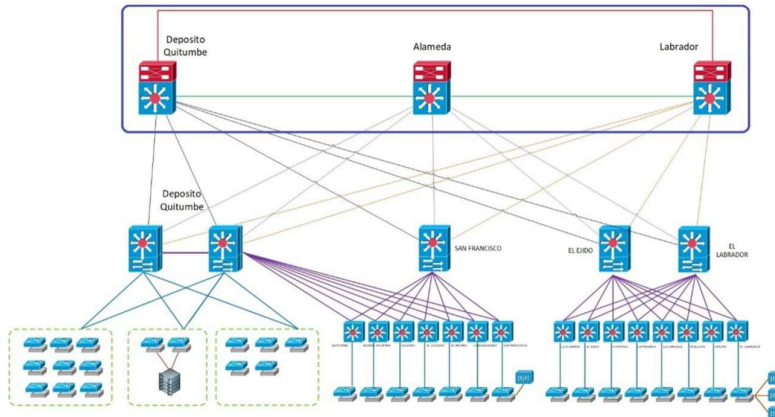


Figura 65. Posición en la Topología de Red

### CAPA DE DISTRIBUCION

La capa de distribución soporta los servicios importantes de la red. En una red donde se requiere conectividad LAN de extremo a extremo entre los diferentes dispositivos de la capa de acceso o desde los dispositivos de la capa de acceso a la WAN, la capa de distribución facilita esta conectividad.

La plataforma asignada para la capa de distribución es la familia Switch Cisco Catalyst 9400, siendo el Catalyst 9407 empleado para interconexión de las estaciones y para el depósito de Quitumbe el Catalyst 9410.

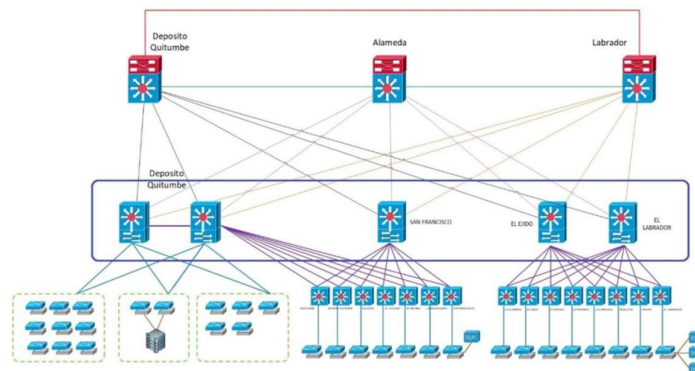


Figura 66. Posición en la Topología de Red

### CAPA DE ACCESO

La capa de acceso es donde los dispositivos accesibles por el usuario, cámaras, dispositivos de control de acceso, etc. son conectados a la red. La capa de acceso provee conectividad cableada e inalámbrica y provee funcionalidades y servicios que aseguran la seguridad y confiabilidad de la red completa.

La plataforma asignada para la capa de acceso es la siguiente Switch Cisco Catalyst 3850.

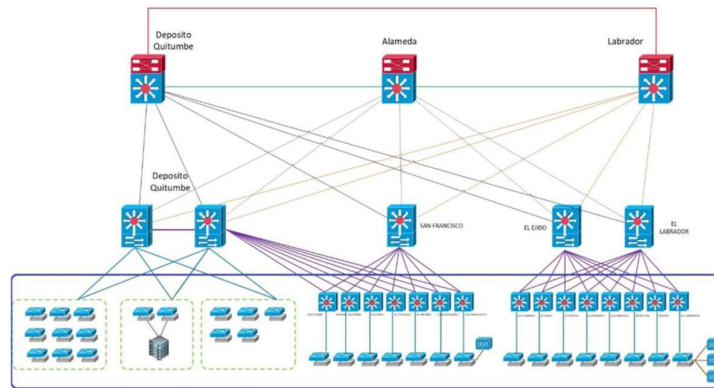


Figura 67. Posición en la Topología de Red

### CABLEADO DE FIBRA ÓPTICA

Para la interconexión de los equipos entre las distintas capas del diseño se tendieron a lo largo del túnel dos (2) cables de fibra óptica monomodo, adosado cada uno a un lateral del túnel mediante soportes tipo percha, como se muestra en la figura:

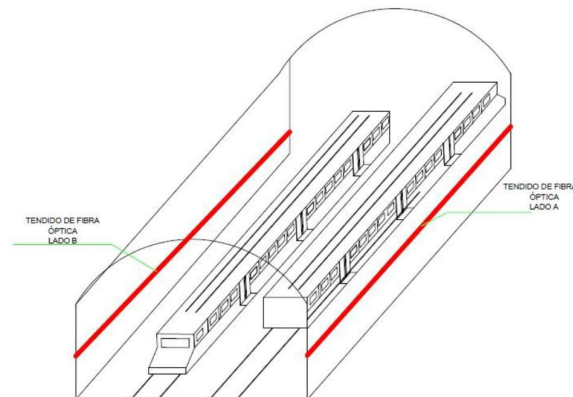


Figura 68. Cableado de Fibra Óptica en túnel

El cable de fibra óptica es de 64 hilos de fibras y entran y salen del Cuarto de Comunicaciones de cada estación donde son conectorizados o fusionados en su respectivo repartidor de FO según sea necesario.

También incluye la red de ETHERNET de las estaciones wifi.

#### 3.4.11. Monitorización y gestión de la Red

Para la monitorización se usa la plataforma Cisco Prime Infrastructure que ofrece plenas capacidades de gestión de ciclos de vida de redes fijas e inalámbricas convergentes.

Integra las soluciones:

- Cisco Prime LAN Management Solutions (LMS)

Proporciona gestión convergente de usuarios y acceso, plenas capacidades de gestión del ciclo de vida de redes inalámbricas, y configuración y supervisión integradas de los routers de sucursal.

- Cisco Prime Network Control System (NCS)

Proporciona gestión simplificada de Cisco Borderless Networks y reduce los costes operativos mediante la alineación de la funcionalidad de gestión de redes con la manera en que los administradores de red realizan su trabajo.

### **3.4.12. Puesto de Control Central**

- **Relación de subsistemas**

- **Video Wall**

En el PCC se han instalado pantallas de 55" en arreglos de 3x2, 2x2 y 2x1. El modelo instalado es el IVD5521 de Barco y en la sala de crisis el modelo instalado ha sido el KVD5521, también de Barco.

Tiene un sistema automático de calibración de color y brillo SenseX, que le permite calibrar la pared complete en cuestión de minutos, sin ningún sensor externo o intervención manual. Este sistema funciona con un colorímetro CIE que mide continuamente los niveles de color primario de la pantalla.

- **Alimentación SAI**

La alimentación de todo los sistemas en el PCC se garantiza mediante los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) instalados. Para su respectiva monitorización cuentan con interfaces IP y PLC's.

- **Puesto de Operación**

En los puestos de operación se encuentran instalados equipos los cuales tienen los respectivos programas para la operación de los sistemas instalados en el proyecto Línea 1 Metro de Quito. Los equipos son CPU's y dependiendo del puesto de operación tienen varios monitores para la visualización y operación.

### **3.4.13. Climatización**

#### **Estaciones**

Los equipos de aire acondicionado instalados en las taquillas de las estaciones son de marca CARRIER modelo 40MHH y están compuestos por dos componentes principales: una unidad exterior y una unidad interior, clasificados dentro de los sistemas minisplit.

Esta configuración permite una instalación flexible y un funcionamiento eficiente, adecuado para proporcionar confort térmico. La unidad interior se instala dentro del área de la taquilla. Incorpora filtros de aire que purifican el ambiente al capturar polvo y otros contaminantes, contribuyendo a una mejor calidad del aire interior. La unidad exterior está ubicada en el exterior del recinto, generalmente en espacios residuales dentro de la propia estación, pero fácilmente accesibles y cercanos a las taquillas y a huecos de comunicación con el exterior.

Contiene los componentes clave para el proceso de refrigeración, incluyendo el compresor y el condensador. Esta unidad realiza el intercambio de calor con el exterior, expulsando el aire caliente fuera de los espacios utilizados dentro de la estación.

Las unidades Carrier modelo 40MHH destacan por su eficiencia energética, proporcionada por la tecnología inverter que ajusta la operación del compresor según la demanda de refrigeración, reduciendo el consumo de energía y manteniendo un nivel constante de confort. Además, la operación silenciosa de estas unidades es esencial para mantener un ambiente tranquilo y propicio para el trabajo en las taquillas.

En las salas técnicas se han instalado aires acondicionados en los cuartos técnicos que son equipos de precisión. Son equipos DATA de AIREFLEX de Colombia S.A.S, que incluyen unidades de condensación exterior y unidades acondicionadoras de precisión interior. Estas últimas pueden ser verticales o horizontales, adaptándose así a las necesidades específicas de cada ubicación. A través de una pantalla táctil en la unidad interior, los usuarios pueden configurar los valores deseados de temperatura y humedad relativa, así como la precisión requerida para cada una de estas variables. Además, este sistema permite monitoreo automático del estado de operación del sistema, las horas de funcionamiento de cada componente, el porcentaje de actividad de los compresores, la velocidad del ventilador y las alarmas de operación. Todo esto garantiza un control exacto con un mínimo consumo de energía.

Una de las innovaciones destacadas de estos modelos es la inclusión de un módulo economizador, conocido como DATA-Free (Free Cooling), que aprovecha las condiciones exteriores favorables para reducir significativamente el consumo de energía, logrando hasta un 86% de ahorro bajo carga plena.

Los equipos de aire acondicionado instalados en taquillas, así como los ubicados en la sala técnica CCI no son objeto de este documento más allá de la descripción general antes indicada, puesto que su mantenimiento corresponde a la empresa encargada de la operación.

#### **Talleres y Cocheras**

En el edificio de Talleres y Cocheras, la sala de control del Puesto de mando, situada en la planta alta del edificio administrativo, y los cuartos de comunicaciones y enclavamiento de planta baja, se han dotado de instalación de climatización.

Las unidades exteriores (condensadoras y evaporadoras) están ubicadas en la cubierta del edificio de administración; cubierta a la que se accede mediante una claraboya practicable situada en los aseos y vestuarios de la planta inferior.

#### **3.4.14. Fronteras de Mantenimiento con el Operador**

De acuerdo con lo establecido en el Acta de Acuerdo Total de Mediación No. 0246-CMAT-2023-QUI, se estableció las siguientes fronteras de mantenimiento en los sistemas electromecánicos que comparten mantenimiento entre el Operador y el oferente de este contrato. El documento FRONTERAS DE MANTENIMIENTO ENTRE LA EOMMT Y LA EPMMQ: ALCANCE, DEFINICIONES, EXCLUSIONES, PUNTOS DE ACUERDO Y ANÁLISIS consta en el Anexo 9.

Las fronteras de mantenimiento son las detalladas a continuación:

**“3.4.13.1 Megafonía:** El alcance del mantenimiento del sistema de megafonía dentro del contrato de Operación, incluye:

- Altavoces en toda la estación.
- Altavoces en Talleres y Cocheras .
- Cable de megafonía hasta el equipo correspondiente.

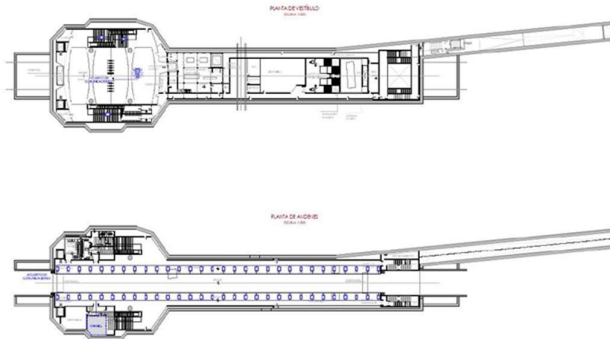


Figura 69. Plano de Ubicación del Sistema de Megafonía en Estación Genérica

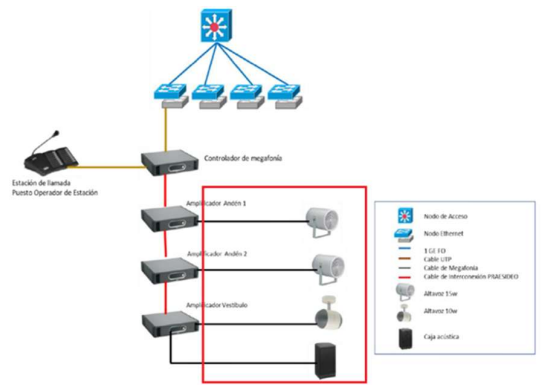


Figura No. 70 Arquitectura del Sistema de Megafonía en estación y frontera

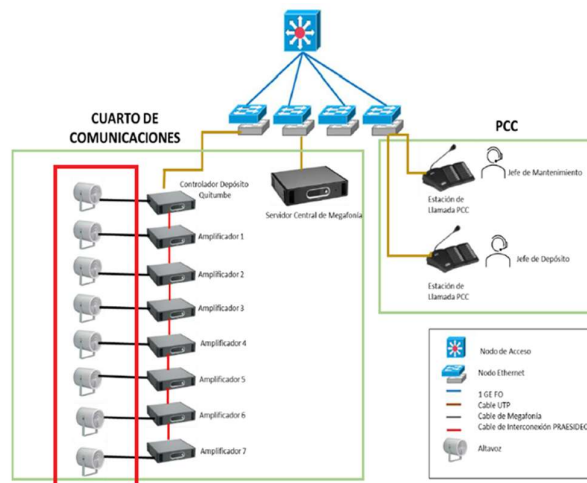


Figura No. 71 Arquitectura del Sistema de Megafonía en Talleres y Cocheras y frontera



**3.4.13.2 Cámaras de seguridad:** El alcance del mantenimiento del sistema de CCTV dentro del contrato de Operación, incluye:

- Cámaras IP
- Cable UTP desde la cámara hasta el switch más cercano (Switch no incluido).

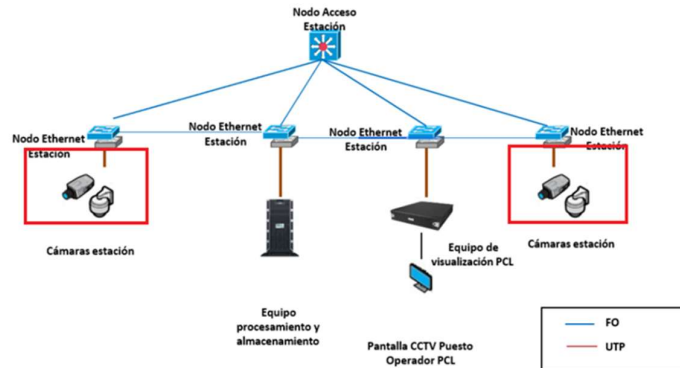


Figura No. 72 Diagrama general sistema CCTV en estaciones y frontera

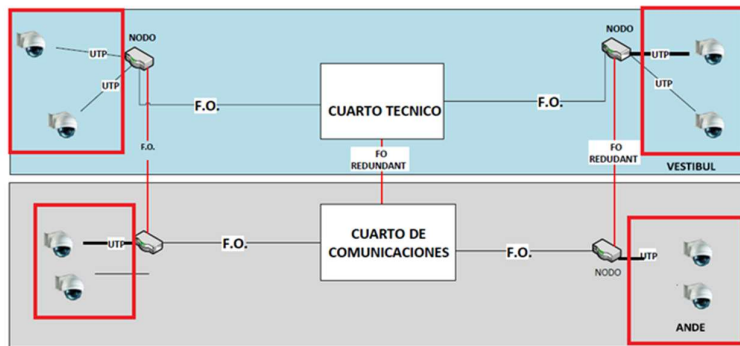


Figura No. 73 Esquema general de conexión de cámaras por la Red Ethernet de estación y frontera

**3.4.13.3 Sistemas de control de acceso y anti intrusión:** El alcance del mantenimiento del sistema de Control de Accesos y Anti Intrusión dentro del contrato de Operación, incluye:

- Lector de tarjeta de acceso, incluye teclado
- Cerradura electromecánica
- Volumétricos
- Contactos magnéticos
- Pulsadores Antipánico
- Impresora de Tarjetas
- Reconocedor de tarjetas
- Cables de alimentación y control



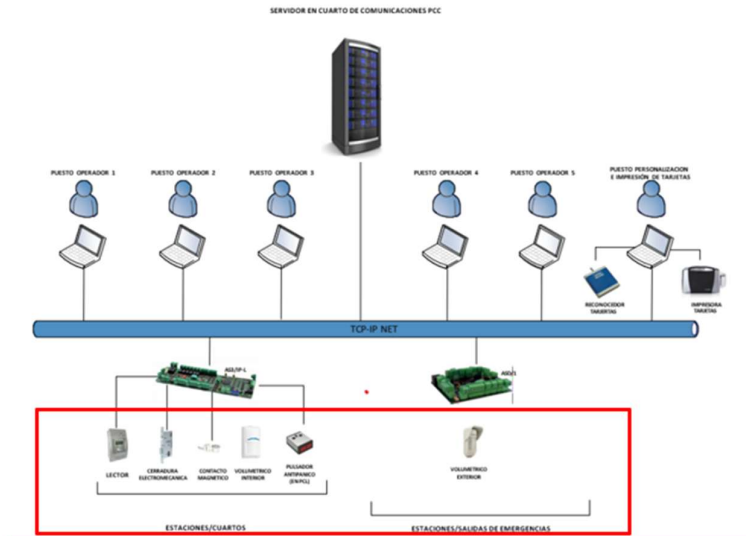


Figura No. 74 Esquema de la arquitectura del Sistema del Control de Acceso y Anti-Intrusión



Figura No. 75 Equipamiento Sistema Control de Acceso y Anti-Intrusión

**3.4.13.4 Telefonía e Interfonía:** El alcance del mantenimiento de Telefonía dentro del contrato de Operación, incluye:

- Interfonos
- Teléfonos IP
- Cableado asociado.

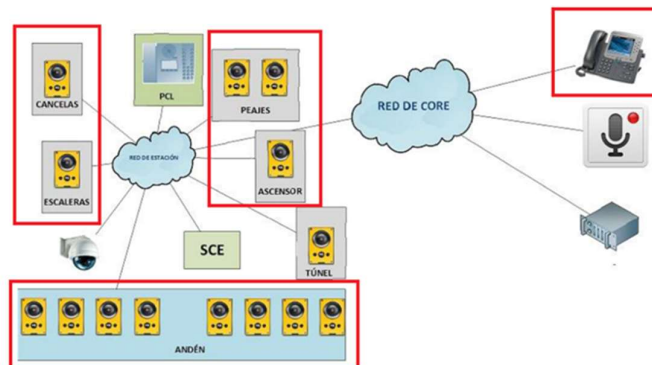


Figura No. 76 Diagrama general sistema de Interfonía y Telefonía y frontera

**3.4.13.5 Servicio de información al viajero:** El alcance del mantenimiento del sistema de Información al Viajero dentro del contrato de Operación, incluye:

- Paneles Teleindicadores
- Equipo Local de Control
- Cableado de alimentación y control.

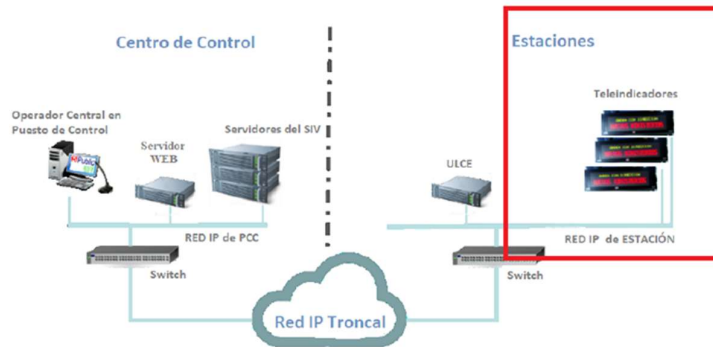


Figura No. 77 Esquema General SIV - Frontera

El Sistema de Información al Viajero (SIV) que forma parte de los Trenes, está dentro del alcance del Mantenedor de Material Rodante.

El oferente no deberá considerar los sistemas y/o elementos que forman parte del alcance de mantenimiento del Operador.”

### 3.4.15. Fronteras de Mantenimiento con los demás sistemas conectados al sistema de Telecomunicaciones

La frontera del Mantenedor de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y de Telecomunicaciones se presenta en el último switch de comunicación.

### 3.5. CONTINGENCIA

Se deberá prever la capacidad institucional instalada, teniendo en cuenta que el alcance del mantenimiento preventivo y correctivo abarca la integridad y totalidad de todos y cada uno de los componentes que forman parte del sistema detallado en este acápite, sin exclusión alguna.

### 3.6. MATERIALES CONSUMIBLES O FUNGIBLES

El Contratista deberá garantizar un stock mínimo de material consumible que sea necesario para los mantenimientos preventivos a ejecutarse conforme a la planificación que guardará relación con los planes de mantenimiento.

La disposición final de los consumibles o fungibles que han sido retirados por el mantenimiento se manejará acorde a lo que se establezca en el PMA y PGASS-H vigentes. Cabe mencionar que, estos elementos después de su retiro o cambio, su disposición final deberá ser gestionados por un gestor calificado.

### **3.7. PARTES, PIEZAS Y/O REPUESTOS**

Cuando se realice el cambio de alguna parte, pieza y/o repuesto, el mantenedor deberá presentar los certificados de calidad y especificaciones técnicas. Los repuestos deben ser originales y coincidentes con las características técnicas de cada equipo. Toda parte, pieza y/o repuesto que haya sido cambiado será detallado en un informe que se entregue al Administrador del Contrato en el cual se indique y justifique el cambio.

La disposición final de los consumibles, piezas y/o repuestos que han sido retirados por el mantenimiento se manejará acorde a lo que se establezca en el PMA y PGASS-H vigentes. Cabe mencionar que, estos elementos después de su retiro o cambio, su disposición final deberá ser gestionados por un gestor calificado.

En caso de que los repuestos para el mantenimiento no se encuentren en la lista valorada de la oferta, el Contratista presentará en el "Reporte de Mantenimiento Correctivo" la parte, pieza, repuesto requerido con la respectiva valoración económica (proforma), de acuerdo con precio de mercado.

### **3.8. MATERIALES NO INCLUIDOS EN EL CONTRATO**

Cualquier otra parte, pieza o repuesto no detallado en la lista valorada, deberá ser provisto por el Mantenedor y se pagará de acuerdo con lo establecido en el presente documento.

En caso de no existir partes, piezas y repuestos en el mercado local, el Contratista presentará un cronograma en el cual se detalle el tiempo requerido para la importación y/o reparación del o los repuestos, para la aprobación del Administrador del Contrato. Todo el proceso de importación estará a cargo del Contratista, incluidos los trámites de aduana, carga y descarga, seguros y transporte al Distrito Metropolitano de Quito y todos los gastos operativos que se requiera.

En caso de existir partes dañadas por inundaciones, incendios, desastres naturales, vandalismo, manifestaciones por cualquier motivo, o posibles daños realizados por terceros que no son responsabilidad del Contratista, este realizará una evaluación del daño para su reparación, que será comunicada al Administrador del Contrato. Ante esto, el Administrador del Contrato iniciará el proceso de reclamo del seguro correspondiente del bien afectado. Si el Administrador del Contrato requiere una cotización del daño, el Contratista remitirá la misma dentro de un plazo no mayor a 48 horas. El deducible será gestionado por el Administrador del Contrato.

## **4. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

La ejecución del "*SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO*", incluye todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizarán en la infraestructura, sistemas Electromecánicos y sistemas de Telecomunicaciones, lo que incluye la provisión de repuestos necesarios para el cumplimiento del objeto contractual, mismo que, el mantenedor realizará durante la ejecución del contrato, de acuerdo con la metodología y lineamientos que constan en los planes de mantenimiento.

Para la correcta ejecución y coordinación de las actividades derivadas del objeto contractual, el Contratista deberá estar domiciliado en la ciudad de Quito DM.

A continuación, se detalla la metodología y lineamientos para la ejecución contractual:

#### **4.1. Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo, se conceptualiza como un mantenimiento integral que contempla el conjunto de acciones a realizar en los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, establecidas en los planes de mantenimiento, normas técnicas de mantenimiento y/o especificaciones técnicas del fabricante o derivadas de incidencias reportadas en el mantenimiento y operación de estos bienes, con el fin de mantener su disponibilidad (indicadores de disponibilidad), y la continuidad de la operación comercial de la PLMQ.

El Contratista ejecutará el mantenimiento preventivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ mediante acciones planificadas conforme a criterios establecidos de tiempo, uso y condición de los elementos, equipos y software, de acuerdo con los planes y manuales de mantenimiento provistos por el Fabricante y aprobados por la EPMMQ (Anexo 1), las normas técnicas aplicables y las especificaciones del fabricante.

Las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollarán conforme a los periodos, ciclos de operación y cronogramas establecidos, con el objetivo fundamental de reducir la probabilidad de fallas, prevenir la degradación funcional, mantener niveles óptimos de fiabilidad y disponibilidad operativa, asegurar el estado adecuado de conservación y preservar la vida útil de los componentes tales como elementos, equipos y softwares de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ.

El Contratista podrá proponer modificaciones y/o actualizaciones a los planes de mantenimiento, siempre que presente una justificación técnica que respalde los cambios sugeridos. Dichas modificaciones deberán ser coordinadas y aprobadas por el Administrador del Contrato antes de su implementación.

Las modificaciones y/o actualizaciones a los planes de mantenimiento se formalizarán mediante un acta suscrita entre el Contratista y el Administrador del Contrato, sin requerir un contrato complementario.

El proceso se desarrollará de la siguiente manera:

- a) La vigencia de los nuevos planes de mantenimiento quedará establecida en el acta de modificación.
- b) Si las modificaciones tienen implicaciones en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y/o en el Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (PGASS-H), el Administrador del Contrato notificará oportunamente al CONTRATISTA para garantizar su cumplimiento.
- c) El o los planes de mantenimiento modificados y/o actualizados requerirán la aprobación de la máxima autoridad de la EPMMQ previo a su implementación. Este requisito aplicará para cada modificación o actualización que se realice.

El Contratista presentará la planificación de mantenimiento para el primer año de ejecución del contrato dentro de un plazo de los primeros quince (15) días posteriores al inicio del contrato. Anualmente, y con un plazo mínimo de treinta (30) días antes del inicio de ejecución del año subsecuente del contrato, la contratista deberá presentar la planificación del siguiente año.

La planificación deberá ser entregada al Administrador del Contrato en los plazos establecidos, para su revisión, aprobación o emisión de observaciones de ser el caso. La EPMMQ puede solicitar se programen los mantenimientos en los ciclos mínimos establecidos en los planes de mantenimiento en caso de requerirse.

Adicionalmente, presentará planes de mantenimiento de los equipos en los que no se cuente con esta documentación con el objetivo de mantener su vida útil y funcionalidad.

Las tareas de mantenimiento preventivo se realizarán a todos los elementos que forman parte de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones incluida la infraestructura interna de los cuartos técnicos de los sistemas del objeto contractual, la matriz de integración de comunicaciones y limpieza de talleres y cocheras de la PLMQ.

Es importante mencionar que dentro de la infraestructura se encuentran instalados los sistemas de telecomunicaciones y electromecánicos de la PLMQ, los cuales se encuentran interconectados entre sí y dependen integralmente del sistema de energía para su correcto funcionamiento.

#### **4.2. Ejecución del mantenimiento**

Los trabajos de mantenimiento deben realizarse conforme a los planes y/o manuales de mantenimiento aprobados por la EPMMQ. Cualquier falla, daño o avería que afecte al funcionamiento de los sistemas alcance del presente documento, ya sea por negligencia, error u omisión en la ejecución del servicio de mantenimiento será imputable al mantenedor, por lo que los costos de reparación serán de su responsabilidad.

El Contratista deberá contar de manera permanente con el stock de partes, repuestos, insumos, fungibles y consumibles de todos los componentes del sistema objeto de la contratación, entre ellos los necesarios para el cumplimiento del PMA y PGASS-H. En caso de no contar con los elementos necesarios y con la finalidad de evitar retrasos en los mantenimientos y genere la paralización parcial o total de los sistemas de infraestructura, superestructura, electromecánicos y de telecomunicaciones de la PLMQ; el Contratista deberá presentar la factura o documento que valide la importación en un plazo máximo de 15 días, en el caso de no realizarlo deberá solicitar una ampliación de plazo, caso contrario se aplicará la respectiva multa.

La información resultado de los mantenimientos deberá registrarse en el sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO), a fin de asegurar su disponibilidad. El Administrador tendrán acceso permanente a la información en el sistema GMAO.

El contratista, en todo momento, deberá cumplir con las obligaciones y responsabilidades conforme la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto, así como con el PMA y PGASS-H, con sus respectivas actualizaciones, debidamente aprobadas por las instancias correspondientes, mismas que serán notificadas por el Administrador del Contrato.

#### 4.2.1. Indicadores Generales de Mantenimiento

Para la ejecución del Mantenimiento de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y de Telecomunicaciones, se establecen indicadores que permiten evaluar la calidad del servicio de mantenimiento. Estos indicadores serán presentados de manera mensual, junto con el Informe de Mantenimiento Preventivo al Administrador del Contrato, para su conocimiento y seguimiento. Estos serán evaluados de forma anual.

Los indicadores para evaluar la calidad del servicio son:

- Disponibilidad
- Tiempo de respuesta
- Cumplimiento del Mantenimiento preventivo

#### 4.2.2. Informe Mensual de Mantenimiento Preventivo

El Contratista entregará el Informe Mensual de Mantenimiento preventivo al Administrador del Contrato de la EPMMQ, cumpliendo con los formatos, numeración y normativa de gestión documental vigente y acordados previamente entre el contratista y el Administrador del Contrato.

Este informe contendrá como mínimo la siguiente información:

- Ordenes de Trabajo.
- Actividades realizadas de acuerdo con los planes de mantenimiento, extraídas del historial de cada sistema o elemento desde el sistema GMAO, incluyendo la lista del personal responsable y firmas.
- Las actividades ejecutadas deben estar respaldadas en los manuales y planes de mantenimiento.
- Cumplimiento y ejecución del plan RAM
- Análisis y cumplimiento de indicadores de nivel de servicio, establecidos en el presente documento.
- Equipos, partes, elementos, materiales y/o consumibles empleados en el mantenimiento, con sus respectivos códigos y/o números de partes.
- Gráficas de evaluación del mantenimiento preventivo según estadísticas.
- Cumplimiento del PMA con sus respectivas matrices de reporte, medios de verificación y justificaciones correspondientes en caso de que alguna medida no fuese aplicada. El cumplimiento estará acorde a la normativa ambiental, de seguridad industrial y salud ocupacional vigente, Licencia Ambiental del proyecto, Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad y Salud Ocupacional (PGASS-H).
- Conclusiones y recomendaciones.
- Personal responsable y firmas.

El Contratista entregará el informe mensual de mantenimiento, junto con los documentos de respaldo, al Administrador de Contrato para su revisión durante los primeros 10 días del mes siguiente al que se prestó el servicio. El Administrador de Contrato, presentará un informe de aprobación de las actividades detalladas en el informe del mantenedor.

El Administrador de Contrato tendrá un plazo máximo de 10 días para levantar las observaciones o entregar el informe de aprobación. El plazo para la revisión del informe se podrá prorrogar por



un período igual dependiendo de la complejidad de este, siempre y cuando exista una notificación del Administrador del Contrato.

En caso de observaciones, estas se comunicarán por escrito al Contratista a través del Administrador del Contrato.

En caso de existir observaciones, se requiere que estas sean resueltas en un plazo máximo de 10 días por parte del Contratista, para continuar con la aprobación del informe por parte del Administrador del Contrato. En situaciones en las que las observaciones persistan sin corrección, se aplicará la multa correspondiente (apartado multas) hasta que el informe se presente de manera satisfactoria. Misma que se descontará o ejecutará en el pago del mes correspondiente. El informe deberá ser entregado de forma física (1 ejemplar impreso) y de forma digital.

#### **4.2.3. Informe Anual de Mantenimiento Preventivo**

El Contratista entregará al Administrador del Contrato el Informe Anual de Mantenimiento preventivo, cumpliendo con los formatos acordados entre el Mantenedor y el Administrador del Contrato.

Este informe incluirá como mínimo:

- Resumen de cumplimiento de planes/manuales de mantenimiento y análisis de indicadores, de acuerdo con lo establecido el apartado correspondiente.
- Consolidado de cumplimiento y ejecución del plan RAM.
- Gráficas de evaluación del mantenimiento según estadísticas.
- Consolidado de cumplimiento del PMA, matrices, medios verificables.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Personal responsable y firmas.

El Contratista entregará el informe anual de mantenimiento preventivo, junto con los documentos de respaldo, al Administrador de Contrato para su revisión durante los primeros 10 días posteriores al último mes del periodo anual en el que se prestó el servicio. El Administrador de Contrato presentará un informe de aprobación de las actividades detalladas en el informe del mantenedor.

El Administrador de Contrato tendrá un plazo máximo de 10 días para levantar las observaciones o entregar el informe de aprobación. El plazo para la revisión del informe se podrá prorrogar por un período igual dependiendo de la complejidad del mismo, siempre y cuando exista una notificación del Administrador del Contrato.

En caso de observaciones, estas se comunicarán por escrito al Contratista a través del Administrador del Contrato.

En caso de existir observaciones, se requiere que estas sean resueltas en un plazo máximo de 10 días por parte del Contratista, para continuar con la aprobación del informe por parte del Administrador del Contrato. En situaciones en las que las observaciones persistan sin corrección, se aplicará la multa correspondiente hasta que el informe se presente de manera satisfactoria, habiendo subsanado todas las deficiencias requeridas. Misma que será descontado del último pago de cada año de ejecución del servicio. El informe deberá ser entregado de forma física (1 ejemplar impreso) y de forma digital.



### **4.3. Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ contempla todas las actividades que se deban realizar tales como mejoras funcionales, modificaciones, actualizaciones, gestión de obsolescencia y vigencia tecnológica, vandalismo (si se genera la necesidad de reemplazar piezas, partes o realizar reparaciones que requieran su desmonte), así como las causales de fuerza mayor o caso fortuito establecidas en la normativa legal vigente.

La ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo, se realizarán bajo autorización del Administrador del Contrato.

#### **4.3.1. Modificaciones, mejoras o actualizaciones**

El Contratista realizará modificaciones y/o mejoras de los componentes de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones cuando sea necesario, con el objetivo de mejorar la funcionalidad, fiabilidad y seguridad; así como, mejorar la metodología del mantenimiento empleada.

Las partes, piezas, repuestos, insumos, consumibles y fungibles para el desarrollo, ejecución, validación e instalación de las modificaciones y/o mejoras de los componentes del sistema, son consideradas como actividad correctiva, aplicando la metodología de mantenimiento correctivo.

Las modificaciones para corregir el mal funcionamiento de equipos nuevos en periodo de garantía correrán a cargo del fabricante, sin costo adicional para la EPMMQ.

#### **4.3.2. Gestión de obsolescencia**

Durante el periodo de garantía, la obsolescencia de equipos, partes, piezas y repuestos estará cubierta por la Garantía Técnica del Fabricante, sin costo alguno para la EPMMQ.

El Contratista proveerá un "Plan de Obsolescencia" de equipos y repuestos en un plazo no mayor a noventa (90) días contados a partir del inicio del contrato. El Plan de Obsolescencia se realizará con base a la Norma EN IEC 62402:2019, el cual será revisado aprobado por el Administrador del Contrato previa su ejecución.

En caso de obsolescencia de varios elementos integrales de forman parte de un mismo subsistema de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, el Contratista es responsable de proveer repuestos o insumos nuevos, alternativos aprobados, homologados y/o actualizados que sean compatibles con los componentes de los sistemas, que garanticen el buen funcionamiento y disponibilidad de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, para lo cual presentará la debida justificación técnica y el costo de reposición, el cual se ejecutará conforme al plan de obsolescencia. La ejecución de esta reposición será asumida por la EPMMQ, previo análisis y aprobación del Administrador del Contrato, de acuerdo con la metodología establecida para el mantenimiento correctivo.

De esta manera, el riesgo de obsolescencia se gestionará de forma estructurada mediante un plan específico, homologado y avalado contractualmente; delimitando responsabilidades entre el Fabricante, Contratista y EPMMQ según el periodo en que dicha eventualidad ocurra.

El o los equipos, partes, piezas y repuestos referidos en este acápite y que sean reemplazados deberán ser homologados o cumplir con iguales o superiores características técnicas, del equipo y/o elemento a sustituir. Todas estas acciones se realizarán previo informe de aprobación del Administrador de Contrato.

#### **4.3.3. Vandalismo**

En caso de un acto vandálico, el Contratista realizará una evaluación del daño para su reparación, que será comunicada a la EPMMQ, ante lo cual el Administrador del Contrato iniciará el proceso de reclamo del seguro correspondiente del bien afectado. En caso de que, el Administrador de Contrato de la EPMMQ requiere una cotización del daño, el Contratista remitirá la misma dentro de un plazo no mayor a diez (10) días.

En caso de que para solventar las afectaciones de actos vandálicos no sea necesario el cambio de partes o piezas, sino únicamente la limpieza de elementos, estas actividades serán realizadas dentro del alcance del mantenimiento preventivo.

Para la ejecución de estas actividades se deberá primero verificar la cobertura del seguro vigente de los bienes, para priorizar su utilización.

#### **4.3.4. Causales de fuerza mayor o caso fortuito**

Se encuentran incluidas dentro del mantenimiento correctivo las actividades que se deban realizar en los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, debido a las causales de fuerza mayor o caso fortuito establecidas en la normativa legal vigente.

Para la ejecución de estas actividades se deberá primero verificar la cobertura del seguro vigente de los bienes, para priorizar su utilización.

#### **4.3.5. Reportes de Mantenimiento Correctivo**

El Contratista deberá elaborar un "Reporte de Mantenimiento Correctivo" cada vez que suceda una falla, daño o avería que afecte al correcto funcionamiento de la operación, para lo cual considerará la lista de repuestos valorada de la oferta presentada.

En caso de que los repuestos para el mantenimiento no se encuentren en la lista valorada de la oferta, el Contratista presentará en el "Reporte de Mantenimiento Correctivo" la parte, pieza y/o repuesto requerido con la respectiva valoración económica, de acuerdo con precio de mercado.

El Contratista presentará un "Reporte de mantenimiento correctivo" el cual cumplirá las condiciones de:

El documento "Reporte de mantenimiento correctivo" de cualquier falla, daño o avería que requiera intervención inmediata, se deberá informar al Administrador de Contrato para la

coordinación con la empresa operadora (generar orden de trabajo) para ejecutar el correctivo. En un plazo máximo de 48 horas posterior al ingreso del componente y/o equipo del sistema, se remitirá al Administrador de Contrato el “Reporte de mantenimiento correctivo” para la revisión y/o aprobación. De existir observaciones, el Administrador del contrato solicitará la modificación al reporte, el cual debe ser solventado para aprobación.

El documento “Reporte de mantenimiento correctivo” de cualquier falla, daño o avería cuya intervención sea de forma planificada, se remitirá al Administrador de Contrato en un plazo máximo de 48 horas a partir de que un sistema o elemento presente problemas, para análisis y/o aprobación por parte del Administrador del Contrato, que será dentro de un plazo máximo de 48 horas. De existir observaciones, el Administrador del contrato solicitará la revisión y/o modificación al reporte. En caso de ser aprobado, se abrirá una orden de trabajo que será suscrita por las partes.

El reporte del mantenimiento correctivo deberá incluir como mínimo los siguientes puntos:

- Descripción
- Fotografías
- Casos similares, si aplica
- Propuesta de solución valorada, de acuerdo con los valores detallados en su oferta presentada que pasará a formar parte integrante del contrato.
  - Repuestos y/o consumibles
  - Tiempo de solución
- Plan de ejecución y cronograma
- Orden de trabajo (OT) emitidas por el Administrador del Contrato.
- Causas de la falla, daño, avería o incidencia.
- Actividades realizadas para solventarla y procedimiento detallado de solución.
- Los repuestos y/o suministros utilizados.
- Tiempo necesario desde que se ha detectado el fallo hasta la finalización del mantenimiento, diferenciando entre el tiempo de traslado a taller y la realización del mantenimiento correctivo.
- Acciones para evitar la repetición de este tipo de fallos.
- Gráficas de evaluación del mantenimiento correctivo según estadísticas.
- Reporte de vida útil de los componentes.
- Personal a cargo y firmas de responsabilidad
- Conclusiones
- Recomendaciones, como parte de las recomendaciones se deberá incluir actuaciones que se requieran por parte de los mantenedores de otros sistemas o del operador de la PLMQ.

Esto permitirá llevar un control de las tareas correctivas para analizar si algún componente produce más averías de las habituales y poder estudiar posibles mejoras y/o modificaciones a los Planes de Mantenimiento.

#### **4.3.6. Informe de Mantenimiento Correctivo**

Este Informe se presentará una vez que se haya ejecutado el mantenimiento correctivo. Este informe debe contener como mínimo lo siguiente:

- Reporte de Mantenimiento Correctivo con su aprobación.

- Orden de trabajo (OT) firmados por el Administrador y el Contratista.
- Causas de la falla, daño, avería o incidencia.
- Actividades realizadas para solventar y procedimiento detallado de solución.
- Los repuestos y/o suministros utilizados.
- Tiempo transcurrido desde que se detectó el fallo hasta la finalización del mantenimiento, separando entre el tiempo de traslado a taller y la realización del mantenimiento correctivo.
- Fallos anteriores similares.
- Personal a cargo y firmas de responsabilidad.
- Acciones para minimizar la repetición de este tipo de fallos.
- Gráficas de evaluación del mantenimiento correctivo según estadísticas.
- Conclusiones y recomendaciones (Dentro de las recomendaciones deberán abarcar temas de mantenimiento ejecutado y otras actividades que requieran actuación de otros mantenedores de los sistemas ajenos a este contrato, a su vez alertar de los elementos o repuestos que estén puestos a cumplir su vida útil.

Esto permitirá llevar un control de las tareas correctivas para analizar si algún componente produce más averías de las habituales y poder estudiar posibles mejoras y/o modificaciones de los Planes de Mantenimiento.

El informe de cada mantenimiento correctivo suscrito y con los documentos de respaldo será entregado por parte del Contratista al Administrador de Contrato para revisión y aprobación durante los 5 días posteriores de ejecutado el mantenimiento correctivo.

El Administrador de Contrato dispondrá de un plazo máximo de 5 días para emitir su informe de conformidad y de ser el caso observaciones, lo que será comunicado de forma escrita al Contratista.

De existir observaciones, el Contratista para ser solventadas dispondrá de un plazo máximo de 5 días, de persistir las observaciones se aplicará una multa diaria hasta que presente el informe a satisfacción. El informe deberá ser entregado de forma física (1 ejemplar impreso) y de forma digital.

#### **4.4. Modificaciones de Componentes del Sistema Objeto del Contrato**

El Contratista realizará modificaciones de los componentes del sistema cuando sea necesario, con el objetivo de mejorar la funcionalidad, fiabilidad y seguridad de sus componentes; así como, mejorar la metodología del mantenimiento empleada.

Las modificaciones para corregir el mal funcionamiento de equipos nuevos en periodo de garantía correrán a cargo del fabricante, sin costo adicional para la EPMMQ.

Estas mejoras, así como el desarrollo, validación e instalación de las modificaciones de los componentes del sistema, serán previsto dentro del costo del mantenimiento correctivo.

Cabe recalcar que cualquier trabajo de modificaciones en componentes del sistema que estén fuera de garantía, deberá ser cotizado por el Contratista y además aprobado por el Administrador del Contrato, previo análisis e informe.

Por otro lado, las modificaciones para corregir el mal funcionamiento de equipos nuevos en periodo de garantía correrán a cargo del Contratista (con base en la garantía del fabricante), sin costo adicional para la EPMMQ.

#### **4.5. Asistencia técnica continua para mantenimiento**

El Contratista deberá contar con personal que pueda asistir permanentemente en el PCC, de forma virtual y/o presencial, al personal de los sistemas alcance del presente documento ubicado en el Puesto de Control Central (PCC) a cargo de la empresa operadora para brindar asistencia técnica en caso de requerirlo.

Además, se proporcionará asistencia de forma presencial a los elementos y componentes de los sistemas alcance de este documento cuando sea necesario, con el objetivo de resolver cualquier inconveniente durante la operación, pruebas o mantenimientos. La finalidad será restablecer el servicio de los sistemas en el menor tiempo posible.

La asistencia técnica estará disponible durante todo el horario de operación comercial y de mantenimiento, garantizando una cobertura de 24 horas al día, 7 días a la semana, los 365 días del año.

#### **4.6. Asistencia a emergencias, accidentes, vandalismo e intervenciones no programadas o en circunstancias especiales**

En caso de intervenciones no programadas o en circunstancias especiales, de mantenimiento, que pudieran comprometer la operación de la PLMQ, el Contratista se compromete, a realizar acciones que estime conveniente a fin de asegurar los niveles de calidad y disponibilidad del sistema. Estas operaciones no deberán representar un costo adicional para la EPMMQ, sino que forman parte de las obligaciones del Contratista

En caso de que ocurra una falla o avería en los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y de Telecomunicaciones que comprometa la prestación del servicio comercial, el Contratista deberá disponer de personal suficiente para atender la misma y dar respuesta inmediata para continuar con la operación del servicio.

Las asistencias a emergencias comprenden salidas del servicio de los componentes que forman parte de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y de Telecomunicaciones, actos vandálicos sobre alguna infraestructura del sistema u otras situaciones de emergencia que se puedan suscitar.

En caso de accidentes y operaciones de socorro, el Contratista deberá coordinar sus acciones con el Administrador de Contrato y el Operador; y, aportará, con carácter urgente, los medios humanos necesarios para gestionar con los organismos responsables la resolución de accidentes, socorros e incidentes que se produzcan.

En caso de existir una solicitud del Administrador del Contrato o del Operador relacionados a una falla, daño, avería o incidencia, el Contratista dispondrá de 5 minutos, para dar asistencia técnica a través de cualquier medio de comunicación de respuestas inmediatas (teléfono, celular) a fin de solucionar el inconveniente; tras comprobar y verificar que la falla o avería no pueda ser resuelta a través del sistema de comunicación, iniciará las actividades necesarias para identificar la causas de la falla, daño, avería o incidencia.

El Contratista deberá brindar asistencia técnica presencial para lo cual deberá disponer de medios propios de transporte en superficie para poder situarse en el lugar de la incidencia máximo detallado en el ítem Tiempo de Respuesta, después de la solicitud del Operador y/o administrador del presente Contrato.

En el caso de un acto vandálico, el Contratista realizará una evaluación del daño para su reparación, que será comunicada a la EPMMQ, ante lo cual el Administrador del Contrato iniciará el proceso de reclamo del seguro correspondiente del bien afectado. En caso de que la EPMMQ requiera una cotización del daño, el Contratista remitirá la misma dentro de un plazo entre 24 a 48 horas.

#### **4.7. Obsolescencia de equipos y repuestos**

El Contratista presentará un *“Informe de Obsolescencia”* de equipos y repuestos en el último mes de cada año de ejecución del servicio, en el cual se analice el estado de los equipos y riesgo de obsolescencia, con sus debidas justificaciones técnicas. Este será revisado y aprobado por el Administrador del Contrato para su aplicación. El costo se ajustará a precios del mercado y será asumido por la EPMMQ, previo análisis y/o aprobación del Administrador del Contrato. La responsabilidad de gestionar un repuesto alternativo aprobado y homologado por el fabricante estará a cargo del Contratista.

Este acápite podrá ser considerado como parte de un mantenimiento correctivo previo análisis y aprobación del Administrador del Contrato.

#### **4.8. Ingreso, mantenimiento y actualización de la Información Técnica**

El Contratista será responsable de ingresar, mantener y actualizar en el sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) toda la información técnica vinculada a las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo realizadas sobre los sistemas alcance del presente documento. Esta documentación deberá gestionarse de forma individualizada para cada componente.

El objetivo será administrar y optimizar las actividades de mantenimiento, provisión de partes, consumibles y repuestos para el mantenimiento; así como atender cualquier requerimiento sobre los datos técnicos.

El sistema GMAO permitirá llevar un registro pormenorizado de las labores ejecutadas y documentos emitidos durante la ejecución del contrato. Se otorgará acceso de consulta y supervisión de manera permanente al Administrador del Contrato para garantizar la plena trazabilidad de los mantenimientos preventivos y correctivos, así como el monitoreo de indicadores clave de desempeño.

De esta manera, a través de una plataforma especializada se asegurará el control, seguimiento y optimización de las actividades de mantenimiento; facilitando la toma informada de decisiones y mejora continua de procesos y resultados.

El Contratista ingresará y actualizará oportunamente toda la información generada durante la ejecución contractual en su sistema GMAO.



El Administrador del Contrato tendrán acceso permanente al sistema GMAO para las labores de supervisión y control.

Previo a la finalización del contrato, dentro del último trimestre el Contratista entregará toda la información y datos del sistema GMAO a la EPMMQ, en coordinación con el Administrador del Contrato.

De esta manera, se facilitará la gestión de la información técnica entre todos los actores mediante sistemas compatibles y auditables; asegurando disponibilidad oportuna durante y después de la ejecución del contrato a través de una efectiva transferencia.

#### **4.9. Gestión de los Riesgos Técnicos**

Las situaciones de riesgo o de amenaza de peligro que se detecten en los espacios de mantenimiento o las operaciones de mantenimiento, deberán ser atendidas y comunicadas inmediatamente al Administrador del Contrato, a fin de activar los protocolos de seguridad y atención de emergencias correspondientes.

El Contratista mantendrá una trazabilidad de los documentos relacionados con la seguridad, tanto de su personal como de las áreas relacionadas a los componentes de los sistemas objeto del contrato. Toda la documentación existente y generada en relación con temas de seguridad estarán a disposición de la EPMMQ, siempre que sea requerida, manteniéndose actualizado el archivo de dicha documentación durante la ejecución del contrato.

#### **4.10. Limpieza, conservación e imagen de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones**

El Contratista tendrá la obligación de mantener la limpieza (aseo) y conservación de los cuartos técnicos que forman parte del sistema de Electromecánica y Telecomunicaciones, garantizando la higiene y sanitización de este espacio. Así también, como parte de las actividades de limpieza y mantenimiento en los cuartos técnicos se deberá considerar: luminarias, tomas, pisos, escalerilla, paredes, pozo para acceso de equipos con su respectiva rejilla y ductos de ventilación de los cuartos, así como pasillos de acceso a cuartos técnicos.

El mantenedor realizará la limpieza de: túnel, vía (en túnel, estaciones y fondo de saco), sistemas de drenaje de todo el túnel, galerías y zonas de entronque, así como también de los pozos de ventilación, bombeo y salidas de emergencia, arquetas y sistemas de drenaje. Se incluye además la limpieza comprendida a nivel de superficie dentro de los dos metros (2m) alrededor de las bocas de acceso (rejillas externas) a los pozos, limpieza del drenaje perimetral que conforma esta infraestructura, además las rejillas que se encuentran en superficie. Limpieza de los pasillos internos, gradas, pasamanos que conforman los pozos de ventilación, bombeo y salidas de emergencia ubicadas a lo largo del trazado de la PLMQ, no se incluyen las que están dentro de estaciones.

Así también, la limpieza, debe incluir el control de plagas y desratización del túnel, pozos y del recinto completo de Talleres y Cocheras.

Los pozos de Inter estaciones (incluyendo de El Ejido y Morán Valverde) requieren limpieza desde el nivel de superficie hasta la parte inferior, incluyendo las galerías de conexión con túnel



de línea. Debe realizarse la limpieza y evacuación de sedimentos de los aljibes en los pozos de bombeo.

Toda la señalética ubicada dentro de los cuartos técnicos, túnel, pozos, galerías, así como las placas kilométricas del túnel, que forman parte de los sistemas de Infraestructura, superestructura, electromecánica y telecomunicaciones será responsabilidad del mantenedor. De considerar necesario la incorporación de señalética, informativa y/o seguridad, se coordinará y definirá la ubicación de éstas, y los costos será responsabilidad del mantenedor.

Los materiales y productos por emplear para la limpieza serán de responsabilidad del Contratista; y, deberá tener en cuenta la calidad y compatibilidad de los materiales y productos con los cuales se realizarán las labores de limpieza. Por lo tanto, serán los productos que el Contratista considere los más adecuados considerando los elementos a limpiar, tipo de superficie, grado de suciedad, entre otros; siendo el Contratista el único responsable en caso de producirse cualquier daño producido por la acción de productos de limpieza o por su incorrecta aplicación.

El Contratista es responsable de posibles daños físicos a trabajadores o usuarios producidos por estos productos o por su mal uso. La EPMMQ se reserva el derecho a rechazar la utilización de algún producto, si este lo considera como dañino o que no cumple con los requisitos de calidad, seguridad y ambiental.

En caso de imprevistos suscitados, el Contratista realizará la limpieza de los cuartos técnicos bajo su responsabilidad lo cual deberá ser coordinado con el Operador (EOMMT S.A.S).

Para el desarrollo de esta limpieza, el mantenedor, deberá entregar dentro de su oferta un “Plan de Limpieza”, el cual deberá ser actualizado por parte del mantenedor en el caso que se requiera, previa revisión y aprobación del Administrador del Contrato.

#### **4.11. Gestión Ambiental, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional**

El Contratista deberá con las obligaciones y responsabilidades conforme la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto, así como con el PMA y PGASS-H, con sus respectivas actualizaciones, debidamente aprobadas por las instancias correspondientes, ver Anexos 8 y 10.

Con esta finalidad, el contratista y el Administrador del Contrato, previo a iniciar con la ejecución del mismo, deberán analizar el ámbito de aplicación de los documentos aquí mencionados, para lo cual deberán contar con el apoyo técnico de los órganos administrativos institucionales correspondientes, para su revisión y validación, con el propósito de contar con la propuesta de un plan o planes de gestión.

#### **4.12. Gestión de RAM**

Para un sistema ferroviario es muy importante caracterizar y planificar las tareas de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, cumplimiento del mantenimiento del PMA y PGASS-H, por lo cual el Contratista deberá seguir la respectiva normativa para conseguir un sistema de mantenimiento lo más eficiente posible, cumpliendo con todas las RAM.

Durante la fase de operación y mantenimiento, se debe garantizar las condiciones de calidad y seguridad de la explotación ferroviaria. Se establecen procedimientos de mantenimiento, tanto preventivos como correctivos, adecuados para cumplir los objetivos de explotación en términos de seguridad y disponibilidad.

Los objetivos principales asociados al mantenimiento son:

- Proteger a las personas, la integridad y la funcionalidad de los bienes que puedan resultar afectados por la operación.
- Conseguir la necesaria calidad y regularidad de la operación, detectando y mitigando al mínimo los defectos en el menor tiempo posible.
- Asegurar y mantener en las instalaciones los índices de Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad.

Las principales actividades RAM asociadas del ciclo de vida en las que participa el equipo de mantenimiento son las siguientes:

- Revisión, configuración y listado de elementos fundamentales de seguridad.
- Análisis de los riesgos en Fase de Mantenimiento.
- Recopilación de las Condiciones de Aplicación Relacionadas con la Seguridad (SRAC) y Riesgos residuales.
- Revisión de la cobertura de los procedimientos de mantenimiento
- Revisión de Hazard Log y Riesgos residuales
- Realimentación de las Bases de Datos RAM y Retorno de experiencia
- Análisis y evaluación de riesgos y modificación de procedimientos. Revisar y actualizar los puntos anteriores en caso de modificación.

Para el sistema de telecomunicaciones se aplicará las Normas RAM.

#### **4.13. Control e Inspección**

El Contratista deberá dar al Administrador del Contrato las facilidades para el control e inspección sobre la prestación de estos servicios, suministrando cuantos datos sean solicitados, y reportando los datos y resultados de los indicadores presentes en este documento.

Además del cálculo y la toma de datos de los indicadores, el Contratista prestará la colaboración para la realización de pruebas, ensayos y retornos de experiencias que la EPMMQ pueda solicitar cuando lo estime conveniente.

La EPMMQ se reservará el derecho de inspeccionar, ya sea con personal propio o externo, todas las labores llevadas a cabo por el Contratista. En caso de que se estime que estas actividades puedan implicar potenciales fallos, daños, averías o incidencias en los sistemas, así como representar riesgos o generar molestias para el personal, los usuarios, las instalaciones o el medio ambiente, la EPMMQ podrá interrumpirlas. Para lo cual, el Contratista cooperará y facilitará el acceso necesario a la EPMMQ. Esta cooperación es esencial para garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y protección ambiental establecidos.

#### **4.14. Transferencia de Conocimiento**

El Contratista entregará al Administrador del Contrato, el Plan de Transferencia de Conocimiento del mantenimiento objeto del Contrato y deberá ser aprobado por el Administrador de Contrato; dentro de los treinta (30) días posteriores al inicio de este.

Esta transferencia de conocimiento permitirá reforzar las capacidades y experticia del personal de la EPMMQ, suministrando los recursos técnicos de todos los subsistemas constitutivos del sistema de señalización ferroviaria de la PLMQ para asegurar la transferencia óptima del know-how.

El Plan de Transferencia de Conocimiento se realizará mensualmente a partir de la suscripción del contrato y durante su vigencia. Se impartirá un mínimo de ocho (10) horas por cada mes (50 meses), con un cupo máximo de treinta (30) participantes. Se llevará un registro de asistencia con las firmas correspondientes, para un total de quinientas (500) horas durante la ejecución total del contrato. El inicio de la transferencia de conocimiento será coordinado entre el Administrador del Contrato y el Contratista considerando lo antes mencionado.

En el mes se tendría una capacitación de ocho (10) horas, aspecto que el mantenedor debe coordinar con el Administrador del Contrato, a fin de mantener la disponibilidad del servicio de mantenimiento, dando continuidad a la operación comercial de la PLMQ.

El Contratista asistirá al personal de la EPMMQ durante la ejecución del contrato, y comprobará el correcto desempeño de las tareas y la idoneidad de los medios y procedimientos aplicados.

El Contratista, como parte del plan de transferencia de conocimiento, facilitará al personal de la EPMMQ cuando lo requiera, presentaciones, charlas y visitas técnicas a las instalaciones destinadas al mantenimiento de la PLMQ, para conocer el funcionamiento habitual del servicio contratado.

Los costos que se deriven de la implementación del plan de transferencia serán cubiertos por el Contratista en su totalidad.

El mencionado plan contemplará, al menos los temas detallados en el cuadro descrito a continuación:

No.	Temas	Teórica	Práctica
1	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo, planes de mantenimiento	20 H	30 H
2	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema de Infraestructura: Vía, Túnel, Talleres y Cocheras, Túnel, Bombeo Pluvial, Bombeo Fecal, Pozos de ventilación y Salidas de Emergencia.	20 H	30 H
3	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema de Electromecánica: Ventilación, PCI Talleres y Cocheras y PCI de Pozos y Salidas de Emergencia	20 H	30 H
4	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del Sistema de Telecomunicaciones: PCC, SCE y Comunicaciones	20 H	30 H
5	Gestión de la asistencia técnica en emergencias	20 H	30 H
6	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo	20 H	30 H

No.	Temas	Teórica	Práctica
	Gestión de Mantenimiento y Operación (GMAO)		
7	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo Gestión Ambiental y de Residuos	20 H	30 H
8	Gestión y almacenamiento de repuestos y consumibles para mantenimiento	20 H	30 H
9	Gestión de mantenimiento y medidas de seguridad	20 H	30 H
10	Gestión Social y Ambiental (cumplimiento PMA y PGASS-H)	20 H	30 H
Total		500H	

#### 4.15. Procedimiento de Coordinación de la PLMQ

Se realizará reuniones de seguimiento de Incidencias cuando sea necesario, con todos las partes intervinientes en el mantenimiento y operación para la asignación de responsabilidades en las incidencias. En caso de que en dicha mesa no se concluya una asignación acordada de responsabilidades, será el Administrador del Contrato quien decida.

El Contratista y el Administrador de Contrato, coordinarán con el resto de las entidades y/o Contratistas presentes (actuales y futuros) en la operación, mantenimiento y supervisión de la PLMQ, establecerán planes y/o procedimientos que se realicen, para lo cual cada entidad designará un representante. Se realizarán reuniones periódicas con levantamiento de actas correspondientes, entre los representantes de cada entidad para analizar las diferentes problemáticas que surjan durante la explotación de la PLMQ, donde se tomarán las decisiones necesarias en conjunto para coordinar la ejecución de actividades presentes y futuras.

El Contratista mantendrá comunicación permanente con el Administrador del Contrato, así como también con aquellos responsables de coordinación de la operación y/o mantenimiento de la PLMQ, que serán debidamente comunicados en su momento. Esto es necesario para la programación de servicios y cambios a efectuar por necesidades de la operación comercial de la PLMQ, así como para resolver cualquier problema de toda índole, coordinar la operación y mantenimiento de forma óptima y eficaz. El personal designado tendrá poder de decisión para solventar las incidencias que se presenten, siguiendo los procedimientos adecuados para cada incidencia.

Toda programación de las intervenciones de mantenimiento preventivo, y el resto de las actuaciones a realizar en todos los elementos del sistema a mantener, deberán ser planificadas y notificadas al Administrador de Contrato y al Operador quien es el encargado de la coordinación e integración de los Contratos relacionados con la operación de la PLMQ, con al menos una semana de antelación para poder compatibilizar las distintas actuaciones con el servicio comercial programado, cuyo detalle se establecerá en las respectivas reuniones periódicas.

#### 4.16. Sistema de Comunicación

El Contratista deberá disponer de un sistema de comunicación para el personal operativo encargado de mantenimiento del sistema de señalización ferroviaria del Metro de Quito, el cual deberá ser compatible con el sistema de comunicación TETRA de la Primera Línea del Metro de Quito – PLMQ, que permitirá la comunicación para la coordinación con el PCC (puesto de control central).

#### 4.17. Sistemas de Gestión de Mantenimiento y Operación (GMAO) y Sistema de planificación de recursos empresariales (ERP)

El Contratista dispondrá a su costo de un software de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) el cual se integrará con el software ERP del Operador, contemplando la seguridad informática de la información que correspondan; esta integración deberá ser coordinada con el Administrador del Contrato de la EPMMQ y el Operador.

El Administrador del Contrato tendrán acceso al software de Gestión de Mantenimiento y Operación (GMAO) del Contratista, y podrá generar reportes relacionados con el objeto contractual. El Contratista en coordinación con el Administrador del Contrato, dentro del último trimestre, previa a la finalización del Contrato entregará la información y datos del GMAO relacionado a la ejecución del contrato a la EPMMQ.

El sistema GMAO del Contratista deberá ser integrado al sistema ERP del Operador de la PLMQ en un plazo máximo de 6 meses posterior al inicio del contrato, las actividades que deriven de esta integración, así como su costo serán asumidos por la contratista.

La integración entre el software de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) del Contratista con el software ERP del Operador, se realizará a nivel de intercambio de información de ordenes de trabajo en la solicitud, planificación y ejecución, las cuales estarán relacionadas con las actividades de los planes de mantenimiento y con las incidencias reportadas por el Operador.

En relación con el acceso al GMAO del Contratista al Administrador del Contrato, este permitirá el acceso al sistema para verificar y dar seguimiento a la información respecto al avance, planificación, recursos y repuestos, gestionados de acuerdo con el alcance y objeto contractual.

En relación con el detalle de información en el GMAO del Contratista, será desglosado en un nivel desde sus equipos principales hasta elementos a cambiar o reemplazar, considerados como activos en el sistema.

#### 4.18. Horarios del servicio de operación

La PLMQ operará con 16 trenes con frecuencias de salidas de 5 minutos aproximadamente; manteniendo dos trenes en calidad de reserva, los cuales serán utilizados dependiendo de la demanda de usuarios, así como, si alguna unidad sale de operación y requiere ser reemplazada.

Horario día típico laboral	
Descripción	Hora
Inicio servicio	05:30
Horario	05:30 a 23:00
Fin de servicio comercial	23:00

Horario sábado	
Descripción	Hora
Inicio servicio	07:00
Horario	07:00 a 23:00

Fin de servicio comercial	23:00
---------------------------	-------

Horario domingo y festivos	
Descripción	Hora
Inicio servicio	07:00
Horario	07:00 a 22:00
Fin de servicio comercial	22:00

Las labores que se puedan realizar en estaciones o en Talleres y Cocheras, se pueden coordinar durante el día; sin embargo, las labores de mantenimiento fuera del horario de operación comercial que requieran de una desenergización deberán coordinarse con el Administrador del Contrato y el Operador para coordinar su horario de trabajo.

#### 4.19. Plan de Transición de la Prestación del Servicio

El Contratista deberá implementar el Plan de Transición según el cronograma presentado en su oferta, desde el día siguiente a la suscripción del contrato, el cual deberá contener al menos lo siguiente:

El plazo no deberá ser superior a quince (15) días calendario.

Detalle de actividades a ejecutar durante el periodo antes señalado, tales como: definición del punto de operación, logística y almacenamiento para la ejecución del Contrato, reuniones de trabajo, inspecciones, entre otros.

Detalle sobre cómo se llevará a cabo la implementación del nuevo servicio, el cual deberá guardar relación con el cronograma de mantenimiento preventivo.

Este Plan se ejecutará a partir del día siguiente a la suscripción del Contrato, y no forma parte de la facturación de los productos y servicios esperados.

### 5. INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD CONTRATANTE

El Administrador del Contrato, una vez iniciado el mismo, entregará al Contratista la siguiente información:

- Planes de Mantenimiento por cada sistema.
- Especificaciones Técnicas disponibles de los sistemas.
- Memorias Descriptivas.
- Manuales de Operación y Mantenimiento.
- Relación de Equipos y Software.
- Listado de Herramientas.
- Planes, Procedimientos y Protocolos Técnicos.
- Dossier de Calidad.
- Plan de Fiabilidad y gestión RAM.
- Listado de Repuestos y Consumibles.
- Vigencia Tecnológica.
- Planos As Built de la infraestructura y sistemas.
- PMA para la fase de operación y mantenimiento de la PLMQ.
- PGASS-H para la fase de operación y mantenimiento de la PLMQ.



## 6. SERVICIOS ESPERADOS

Los servicios esperados se detallan a continuación:

- Mantenimiento preventivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones, de acuerdo con los planes y manuales de mantenimiento de los sistemas.
- Mantenimiento correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones, cuando se requiera, durante la ejecución contractual.
- Limpieza, custodia, conservación y mantenimiento de las instalaciones, bienes y áreas de trabajo, entregadas por la EPMMQ para el desarrollo del objeto contractual.
- Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO).
- Asistencia técnica en situaciones de emergencias como descarrilamiento, accidente y/o percance con usuarios, daño y/o emergencia mecánica y otras situaciones de emergencia que se puedan suscitar.
- Disponibilidad del stock de partes, repuestos, insumos y consumibles necesarios para el mantenimiento de los sistemas objeto del contrato.
- Actualizaciones y modificaciones (de requerirse) de todo el software de los sistemas incluidos.
- Cumplimiento de la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto y el PMA y PGASS-H aprobados y sus actualizaciones.
- Cumplimiento de norma RAM.
- Transferencia de conocimiento al personal que designe la EPMMQ.
- Sistema de comunicación para el personal de mantenimiento.
- Suministro de repuestos, insumos y consumibles para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, superestructura, electromecánica y telecomunicaciones.
- Limpieza interna de trenes de la PLMQ.

## 7. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución es de mil quinientos ochenta (1.580) días contados a partir del siguiente día de la notificación de inicio de la ejecución contractual por parte del Administrador del Contrato de la EPMMQ al Contratista.

La protocolización del contrato se realizará ante Notario Público, de conformidad a lo establecido en el último inciso del artículo 69 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, en concordancia con el primer inciso del mismo artículo y el artículo 256 de su reglamento, requisito previo para el inicio de la ejecución contractual.

Los gastos derivados de la protocolización serán de cuenta del Contratista, conforme lo determina el artículo 69 de la LOSNCP.

## 8. PERSONAL TÉCNICO/EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS

### 8.1. Personal técnico mínimo

El personal técnico mínimo que deberá considerarse es el siguiente, no limitando la participación de otros técnicos que sean considerados necesarios por parte del mantenedor:

No.	Cargo / Función	Cantidad	Formación académica	Experiencia	Funciones principales
1	Director de Mantenimiento	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración</li> <li>• Civil</li> <li>• Comercial</li> <li>• Economía</li> <li>• Eléctrica</li> <li>• Electromecánica</li> <li>• Ferroviaria</li> <li>• Finanzas</li> <li>• Industrial</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Sistemas</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Cinco (5) años de experiencia en dirección o gestión o gerenciamiento u operación de infraestructuras ferroviarias, o en gestión o gerenciamiento de mantenimiento de sistemas tipo Metro o Ferrocarril Urbano, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación.	Se encargará de la coordinación, seguimiento y supervisión del mantenimiento, a fin de asegurar el cumplimiento, calidad y seguridad de los trabajos requeridos.  Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de asignación de tareas al personal que desarrolla el trabajo en las instalaciones de la PLMQ, control del contrato de mantenimiento y responsable de las anomalías que pudieran presentarse.</li> <li>• Responsable de coordinar con las distintas áreas, y definir los criterios para la realización del trabajo.</li> <li>• Interlocutor entre el Contratista, la EPMMQ y el Operador; canalizando los posibles incidentes que se presenten en la ejecución del servicio.</li> </ul>
2	Jefe de Mantenimiento de Túnel y Vía	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• De Caminos</li> <li>• Arquitectura</li> <li>• Geólogo/ Geotécnico</li> </ul>	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de infraestructura de túneles y/o vía/s y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la coordinación de las actividades de mantenimiento.</li> <li>• Elaboración de los indicadores de fiabilidad y disponibilidad de los</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minas</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	emergencia, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación	distintos equipos y sistemas.
3	Jefe de Mantenimiento de Superestructura de Vía	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• De Caminos</li> <li>• Minas</li> <li>• Industrial</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de superestructura o vía en placa o balasto, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la coordinación de las actividades de mantenimiento.</li> <li>• Elaboración de los indicadores de fiabilidad y disponibilidad de los distintos equipos y sistemas.</li> </ul>
4	Jefe de Mantenimiento Electromecánico	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electromecánica</li> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Electrónica</li> <li>• Eléctrica</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de sistemas electromecánicos tipo ventilación y/o sistemas de bombeo y/o protección contra incendios, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la coordinación de las actividades de mantenimiento.</li> <li>• Elaboración de los indicadores de fiabilidad y disponibilidad de los distintos equipos y sistemas.</li> </ul>
5	Jefe de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica</li> <li>• Telecomunicaciones</li> <li>• Sistemas</li> <li>• Tecnologías de la Información</li> <li>• Redes</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones y/o Sistemas SCADA y/o Puesto de Control Central, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsable de la coordinación de las actividades de mantenimiento.</li> <li>• Elaboración de los indicadores de fiabilidad y disponibilidad de los distintos equipos y sistemas.</li> </ul>

				presente procedimiento de contratación	
6	Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente	1	<p>Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrial</li> <li>• Ambiental</li> <li>• Prevención de riesgos.</li> <li>• Seguridad</li> <li>• Otras similares</li> </ul> <p>Tercer nivel en cualquier carrera técnica con maestría en seguridad, salud y ambiente o similares.</p>	<p>Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe en gestión de la calidad y/o seguridad y/o ambiente en cualquiera de los siguientes sectores: industriales, mineros, petroleros, eléctricos, y ferroviarios, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación</p>	<p>Entre sus obligaciones destacan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar las acciones necesarias que permitan mantener la continuidad y seguridad en la operación de los sistemas.</li> <li>• Coordinar y atender los incidentes relevantes o de emergencia que se presenten en los componentes del sistema, conforme a la normatividad de seguridad y ambiente de la EPMMQ.</li> <li>• Entablar comunicaciones con todas las áreas involucradas en temas de seguridad, calidad y ambiente.</li> <li>• Coordinar y supervisar la limpieza interna de los trenes.</li> </ul>
7	Técnicos de mantenimiento de Sistemas Electromecánicos	3	<p>Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica</li> <li>• Electromecánica</li> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Electrónica</li> <li>• Eléctrica</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	<p>Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de sistemas eléctricos o mecánicos o electrónicos y/o electromecánicos, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación</p>	<p>Entre sus obligaciones destacan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar el mantenimiento de los componentes del sistema de acuerdo con el plan de mantenimiento y directrices del jefe de mantenimiento y de la EPMMQ.</li> </ul>
8	Técnicos especialistas en administración y mantenimiento de TI	4	<p>Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Telecomunicaciones</li> <li>• Redes</li> <li>• Sistemas</li> <li>• Tecnologías de la Información</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	<p>Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de tecnología de información o redes o telecomunicaciones y/o sistemas, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación</p>	<p>Entre sus obligaciones destacan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar el mantenimiento de los componentes del sistema de acuerdo con el plan de mantenimiento y directrices del jefe de mantenimiento y de la EPMMQ.</li> </ul>

9	Técnicos especialistas en mantenimiento de Sistemas SCADA	4	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrónica</li> <li>• Redes</li> <li>• Sistemas</li> <li>• Telecomunicaciones</li> <li>• Tecnologías de la Información</li> <li>• Eléctricos</li> <li>• Industriales</li> <li>• Mecatrónico</li> <li>• Electromecánico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de sistemas SCADA o automatización o monitoreo de sistemas y/o redes de comunicación, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar el mantenimiento de los componentes del sistema de acuerdo con el plan de mantenimiento y directrices del jefe de mantenimiento y de la EPMMQ.</li> </ul>
10	Técnicos especialistas en mantenimiento de superestructura de vía	2	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• Caminos</li> <li>• Ferroviaria</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de vía ferroviaria en placa o mantenimiento de vía en balasto dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar el mantenimiento de la superestructura de vía y de la infraestructura civil.</li> </ul>
11	Técnicos especialistas en mantenimiento de túnel y vía	2	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• Caminos</li> <li>• Ferroviaria</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Eléctrico</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Mecatrónico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de túneles y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de emergencia, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación	Entre sus obligaciones destacan las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar el mantenimiento de la infraestructura de túneles y pozos excavados en suelo.</li> </ul>

El personal mínimo clave deberá comprender y expresarse oralmente y por escrito de manera correcta en idioma castellano. Adicionalmente, deberá residir y/o cumplir su jornada de trabajo en la ciudad de Quito.

El personal antes descrito corresponde al mínimo requerido, por lo tanto, el Contratista es responsable de contar con el personal necesario para cumplir con el objeto del contrato.

## 8.2. Equipo de Trabajo/Recursos

Nro.	Descripción	Cantidad	Características
------	-------------	----------	-----------------

1	Carro de medición de geometría de vía	1	Carro en T equipado con cámaras de perfil y desgaste de carril. Medición de vía: alineación, nivelación, ancho, peralte, alabeo, distancia recorrida
2	Vehículo bivial	1	El vehículo bivial para el mantenimiento de vías ferroviarias.
3	Detector de fallas ultrasónico para rieles	1	Cumple con la EN 16729. Detecta todas las posibles fallas del riel, incluye sistema GPS.
4	Certificador de Red (FO y RJ45)	1	Equipo que comprueba cada punto del cableado y garantiza que cada componente de la red cumple los estándares normativos ANSI//TIA 568D e ISO 11801. Mide la capacidad de transmisión.
5	Fusionador de Fibra empalme entre dos fibras	1	Equipo de precisión electromecánico, se usa para empalmar una fibra óptica con otra, ya sea en despliegue de fibra óptica o en reparación de una rotura en un cable óptico. Parámetros normativos con una pérdida entre 0.0dB y 0.3dB.
6	Refractómetro Óptico	2	Instrumento óptico de precisión, para medir la refracción de la luz de un medio natural, basándose en el ángulo límite o en la medida del desplazamiento de una imagen.
7	Multímetro Digital	3	Equipo de prueba usada para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios).
8	Andamios Certificados	2	Estructura certificada para trabajos en alturas que cumple con las normas técnicas establecidas INEN 1651 - 2600SEG141.
9	Ponchadora	3	Equipo para ponchar alambres en terminales de bloques o cortar el extremo del cable. Características: Impacta y fija el cable de red en el Jack del terminal RJ45.
10	Aspirador Portátil	3	Lápiz para limpieza de conectores de fibra óptica y adaptadores.

La EPMMQ verificará la disponibilidad del equipo requerido más no su propiedad.

Para validar la disponibilidad de los equipos y/o recursos necesarios se deberán presentar las respectivas facturas, título de propiedad y/o compromisos de compra – venta o de arrendamiento o cualquier otra forma que demuestre disponibilidad.

## 9. INDICADORES

Previo a la definición de los indicadores es necesario tener claro los siguientes conceptos:

### a. Incidencias

Evento o circunstancia que interrumpe el funcionamiento normal pero no necesariamente implica una falla o daño.

### b. Falla



Se refiere a la incapacidad de un componente, equipo o sistema para realizar su función requerida.

**c. Daño**

Implica un deterioro físico o alteración en un componente o sistema, que puede ser el resultado de una falla o una causa de esta. El daño puede ser visible o no.

**d. Avería**

Es un término más específico que describe una interrupción o mal funcionamiento de un equipo o sistema, generalmente debido a una falla y que serán resueltas bajo actuaciones de mantenimiento correctivo.

La planificación para la ejecución de este mantenimiento será aquella que permita cumplir con el tiempo de respuesta establecido para estas instalaciones.

Para cuantificar la calidad y el rendimiento del mantenimiento prestado definiremos las averías según su criticidad.

### 9.1. Clasificación de Averías

Para este servicio se establecerá la siguiente clasificación:

- **Avería crítica:** Se considerará una avería de este rango cuando se pierda o estén a punto de perderse las principales funcionalidades del sistema implicado.
- **Avería mayor:** Se considerarán así todas aquellas averías que reduce considerablemente la funcionalidad del sistema, pero no lo detiene por completo, pero requiere atención inmediata.
- **Avería menor:** Cuando se produzca una avería o fallo con poco impacto en el sistema y que no afecta al servicio ofrecido y no es perceptible por usuarios ni personal de conducción ni de estaciones. Pudiendo ser neutralizada mediante procedimientos alternativos.

## 10. FORMA Y CONDICIONES DE PAGO

La forma y condiciones de pago será de la siguiente manera:

### 10.1. Mantenimiento preventivo

El monto del mantenimiento preventivo se pagará en base a un monto mensual fijo producto de prorratear por 60 mensualidades (5 años de contrato), de acuerdo con lo conceptualizado en la metodología.

El pago también está supeditado a penalizaciones en función del cumplimiento de los indicadores que constan en el presente documento, garantizando la disponibilidad de los sistemas. Para ello, se implementarán reglas de ponderación por nivel de importancia de los distintos indicadores. En caso de que no se alcancen los niveles mínimos fijados para los indicadores contractuales al finalizar cada año de ejecución del servicio, se aplicará una penalización. El cálculo de la penalización será del 5% por cada indicador de evaluación, con una penalización máxima equivalente al 5% del monto de facturación anual. Este monto facturado anualmente corresponde a la sumatoria de las mensualidades sin incluir valores de descuentos

o multas. En caso de existir penalización, el valor será descontado del último pago de cada año de ejecución del servicio. Si el valor de penalización supera al valor mensual del último pago, el saldo de la penalización se aplicará en el pago subsiguiente de cada año de ejecución del servicio, pudiendo incluso descontarse de la garantía de fiel cumplimiento.

Los pagos se realizarán contra entrega del Informe Mensual de Mantenimiento, debidamente aprobado por el Administrador del Contrato de la EPMMQ, y con la presentación de toda la documentación habilitante requerida.

### **10.2. Mantenimiento Correctivo**

El monto del mantenimiento correctivo se pagará con la presentación del “Informe de Mantenimiento Correctivo” aprobado por el Administrador del Contrato de la EPMMQ, de acuerdo con lo conceptualizado en la metodología. Los pagos asociados a este tipo de mantenimiento se realizarán considerando los documentos generados, los cuales proporcionarán un desglose de las actividades realizadas, así como la especificación de los repuestos o consumibles utilizados.

### **10.3. Tramitación del pago de los servicios y documentación habilitante**

Para el pago del mantenimiento preventivo, una vez revisado el “Informe Mensual de Mantenimiento Preventivo” emitido por el Contratista, el Administrador del Contrato emitirá un informe de aprobación del servicio a satisfacción con el monto a facturar.

Para el pago del mantenimiento correctivo, una vez ejecutado el mantenimiento correctivo y revisado el “Informe de Mantenimiento Correctivo” emitido por el Contratista, el Administrador del Contrato emitirá un informe de aprobación del servicio a satisfacción con el monto a facturar.

Posteriormente, a partir de la aprobación por parte del Administrador del Contrato, el Contratista presentará la factura en un término máximo de siete (7) días, adjuntando a esta lo siguiente:

- Certificado de no adeudar al IESS
- Certificado de no adeudar al MDMQ

Documentación que debe completar el Administrador de Contrato y el Contratista, de acuerdo con la circular Nro. EPMMQ-GAF-DF-2023-0022-C, de 29 de agosto de 2023 o su actualización, son los siguientes:

- Informe de Necesidad (primer pago)
- Términos de referencia (primer pago)
- Proformas (primer pago)
- Estudio de mercado y/o cuadro comparativo (primer pago)
- Certificado POA (primer pago)
- Certificado PAC (primer pago)
- Certificado CATE (primer pago)
- Autorización de inicio del proceso de contratación y gasto (todos los pagos)
- Documentos y/o requisitos precontractuales (Pliegos, ofertas, resolución de adjudicación, actas)

- Formulario SPI - para el primer pago
- Pre compromiso (Todos los pagos)
- Compromiso (Todos los pagos)
- Orden de compra o Contrato, según corresponda (Original en el primer pago y copia en los siguientes)
- Memorando de designación del Administrador del Contrato
- Informe Técnico favorable del Administrador del Contrato
- Informe de actividades del Contratista (Original)
- Acta entrega recepción parcial y/o definitiva a entera satisfacción
- Factura Vigente (Original)
- Validez de la factura del SRI
- Memorando de solicitud de pagos emitido por el Administrador del Contrato en el SITRA.

Cabe mencionar que la documentación antes mencionada y que ha sido generada en las fases preparatoria y precontractual será solicitada por el Administrador del Contrato al área requirente, sin perjuicio de que esta documentación sea actualizada con base a la normativa legal vigente e instrucciones que emita la Dirección Financiera de la EPMMQ, respecto a los requisitos para los pagos.

Una vez efectuada la recepción del servicio, así como la documentación habilitante para el pago a entera satisfacción, el Administrador del Contrato procederá a solicitar el pago correspondiente.

#### **10.4. Tiempos de Respuesta**

Se entiende como el tiempo máximo que transcurre desde que el Operador del Sistema comunica una anomalía y el momento que el personal de mantenimiento que va a realizar la actuación "in situ" se encuentra físicamente en el lugar donde se ha producido el fallo.

Los tiempos de respuesta acorde a la clasificación de averías será:

- Avería crítica: 1 hora
- Avería mayor: 3 horas
- Avería menor: 8 horas

Los indicadores establecidos permitirán evaluar los niveles de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, cumplimiento del mantenimiento, del PMA y PGASS-H. La EPMMQ analizará la causa de un evento para verificar si es imputable al Contratista y medir su impacto. El Contratista no será responsable en caso de eventos por causa imputable del Operador y de los otros mantenedores (actuales y futuros).

La selección e implementación de los indicadores que se detallan en los siguientes puntos se ha efectuado teniendo en cuenta los objetivos que quiere lograr la EPMMQ respecto al nivel de servicio de la PLMQ.

Con base en la experiencia adquirida durante el primer año de operación, en caso de ser necesario, se revisará los valores y/o porcentajes de penalización respecto del nivel de servicio asociado a cada uno de los indicadores para una adecuada modificación y mejora del servicio de

la PLMQ, para lo cual existirán reuniones entre la EPMMQ y el Contratista para la conciliación de indicadores.

En caso de no llegar a un acuerdo en el establecimiento de los nuevos valores y/o porcentajes el Administrador del Contrato es quien definirá los valores finales de aplicación. En caso de que se haya realizado un ajuste a los indicadores, los nuevos valores y/o porcentajes de penalización registrarán hasta un nuevo ajuste, en caso de requerirse. Esta modificación o ajuste a los indicadores no requerirá de un contrato complementario y bastará con la suscripción de un acta entre las partes, donde se establezcan los nuevos valores o porcentajes.

Los indicadores se dividen en dos categorías: Informativos y de Evaluación.

**Indicadores Informativos:** Permiten al Contratista y a la EPMMQ comprobar el funcionamiento óptimo de los sistemas y subsistemas, controlando su calidad, tanto fáctica como percibida. Se usarán para mejorar el servicio, conocer los puntos débiles y los puntos fuertes, y gestionar el proceso de mejora.

**Indicadores de Evaluación:** Estos indicadores, además de informativos, son los que afectan al cálculo del pago al finalizar el ejercicio mensual. Para ello, se debe contabilizar la importancia de cada uno de los indicadores, y obtener un valor final.

Los indicadores antes mencionados se describen a continuación:

#### 10.5. Indicadores Informativos

Se podrán considerar los siguientes indicadores dependiendo del escenario que se requiera:

##### 10.5.1. Tiempo medio de resolución de una Orden de Trabajo

Este indicador es el cociente de dividir el número (N°) de horas que se han dedicado a mantenimiento entre el número (N°) de órdenes de trabajo resueltas:

$$\text{Tiempo medio} = \frac{\text{Nº de horas dedicadas al mantenimiento}}{\text{Nº de O. T. resueltas}}$$

##### 10.5.2. Fiabilidad

El Contratista asegurará ciertos niveles de MTBF de los equipos en función de las características del sistema.

El mantenedor deberá monitorizar mediante los registros respectivos, el MTBF (tiempo medio entre fallos) de los equipos de los sistemas a fin de facilitar este valor a EPMMQ de forma mensual.

Su cálculo se lo realizará de la siguiente manera:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de inactividad}}{\text{Nº total de fallos acumulados}}$$

Este índice se obtendrá, al menos, para:

- Sistema Control de Estaciones
- Sistema de Interfonía y Telefonía
- Sistema de Circuito Cerrado de Televisión
- Sistema de Megafonía
- Sistema de Control de Acceso y Anti-intrusión
- Radiotelefonía TETRA
- Sistema de Información al Viajero
- Cronometría
- Sistema de Comunicaciones de red (red GIGABIT y Ethernet)
- PCI
- Ventilación
- Puesto de Control Central

### 10.5.3. Mantenibilidad

Se consideran 24 horas de reparación durante los 365 días del año. El indicador de mantenibilidad por cada sistema será calculado de la siguiente forma:

$$\text{Mantenibilidad (sistema X)} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo de reparación}}{\text{N}^\circ \text{ total de de reparaciones}}$$

Es preciso señalar que, si a entidad Contratante considera necesario la presentación de indicadores informativos adicionales, el Administrador del Contrato deberá solicitarlo al contratista.

### 10.6. Indicadores de Evaluación

Los indicadores de seguimiento a contemplar para los sistemas de infraestructura, superestructura, electromecánicos y telecomunicaciones son:

- Disponibilidad
- Tiempo de respuesta
- Cumplimiento del Mantenimiento preventivo
- Cumplimiento del PGASS-H

#### 10.6.1. Disponibilidad

Se entiende por disponibilidad de un equipo a la relación existente entre el tiempo real de funcionamiento y el tiempo teórico de funcionamiento, expresado en tanto por ciento.

El Contratista deberá cumplir los ratios de disponibilidad de sus equipos, sujetos al siguiente detalle:

- Subsistemas de vías (incluye carriles, contracarriles, traviesas, tirafondos, placas de anclaje y fijaciones): 99,30%
- Subsistemas de aparatos de vías (incluye breteles, diagonales, desvíos y

- aparatos de dilatación): 99,50%
- Subsistemas de engrasadores de carril: 99,00%
  - Red >99,00%.
  - SCADA >99,00%
  - Tetra >99,00%
  - Telefonía >99,00%
  - Megafonía > 98,50%
  - Interfonía > 98,50%
  - CCTV > 99,00%
  - Demás elementos del Sistema de Telecomunicaciones > 98,70%
  - Electromecánico > 99,00%

Se considera como “Demás elementos del Sistema de Telecomunicaciones” a: Cronometría, Sistema de Información al Viajero, SNMP, Audio centralizado)

Estos datos serán utilizados como criterio valorable en el momento de efectuar la adjudicación del presente proyecto y para el seguimiento durante la garantía de la calidad de la instalación y sus componentes.

La disponibilidad se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad sistema}_x = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\text{interrupciones}_i \times \text{Duración}_i)}{\text{N}^\circ \text{ total equipos por sistema} \times \text{TPS}} \right) \times 100$$

Donde:

Duración: horas/mes

TPS: Tiempo Programado de Servicio - horas/mes

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - SUBSISTEMAS DE VÍAS					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥99,30%	----	100,00%	0
		----	98,30% ≤ %D < 99,30%	----	-3,33
		----	97,30% ≤ %D < 98,30%	----	-6,66
		----	%D < 97,30%	----	-10,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - SUBSISTEMAS DE APARATOS DE VÍAS					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥99,50%	----	100,00%	0
		----	98,50% ≤ %D < 99,50%	----	-3,33
		----	97,50% ≤ %D < 98,50%	----	-6,66
		----	%D < 97,50%	----	-10,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - SUBSISTEMAS DE ENGRASADORES DE CARRIL					
--	--	--	--	--	--



Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥99,00%	----	100,00%	0
		----	98,00% ≤ %D < 99,00%	----	-3,33
		----	97,00% ≤ %D < 98,00%	----	-6,66
		----	%D < 97,00%	----	-10,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - SUBSISTEMAS DE ELECTROMECAÑICOS					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥99,00%	----	100,00%	0
		----	98,00% ≤ %D < 99,00%	----	-3,33
		----	97,00% ≤ %D < 98,00%	----	-6,66
		----	%D < 97,00%	----	-10,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - SUBSISTEMAS DE RED, SCADA, TETRA, TELEFONÍA, CCTV					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥99,00%	----	100,00%	0
		----	98,00% ≤ %D < 99,00%	----	-3,00
		----	97,00% ≤ %D < 98,00%	----	-6,00
		----	%D < 97,00%	----	-9,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - MEGAFONÍA E INTERFONÍA					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥98,50%	----	100,00%	0
		----	97,50% ≤ %D < 98,50%	----	-3,00
		----	96,50% ≤ %D < 97,50%	----	-6,00
		----	%D < 96,50%	----	-9,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DE DISPONIBILIDAD - DEMÁS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	%D	≥98,70%	----	100,00%	0
		----	97,70% ≤ %D < 98,70%	----	-3,00
		----	96,70% ≤ %D < 97,70%	----	-6,00
		----	%D < 96,70%	----	-9,00

### 10.6.2. Tiempo de Respuesta

Se entiende como el tiempo máximo que transcurre desde que, el Operador del sistema comunica una anomalía y el momento que el personal de mantenimiento que va a realizar la

actuación “in situ” se encuentra físicamente en el lugar donde se ha producido el fallo. El tiempo de respuesta para cada subsistema se determinará de la siguiente forma:

$$TR = \frac{\sum(TS - TN)}{N^{\circ} \text{ intervenciones en el periodo}}$$

Donde:

TR = Tiempo de respuesta (hora)

TS = Tiempo de llegada a sitio (hora)

TN = Tiempo de notificación por parte del Operador (hora)

TABLA DE PONDERACIÓN DE TIEMPO DE RESPUESTA DE INFRAESTRUCTURA Y ELECTROMECAÑICOS					
Nº	Indicador	Clasificación	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	TR	Avería crítica	---	1 hora	0
		Avería mayor	---	3 horas	0
		Avería menor	---	8 horas	0
		Avería crítica	TR> 1 hora	---	-15,00
		Avería mayor	TR> 3 horas	---	-10,00
		Avería menor	TR> 8 horas	---	-10,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE TIEMPO DE RESPUESTA DE TELECOMUNICACIONES					
Nº	Indicador	Clasificación	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	TR	Avería crítica	---	1 hora	0
		Avería mayor	---	3 horas	0
		Avería menor	---	8 horas	0
		Avería crítica	TR> 1 hora	---	-10,00
		Avería mayor	TR> 3 horas	---	-4,00
		Avería menor	TR> 8 horas	---	-4,00

### 10.6.3. Cumplimiento del mantenimiento preventivo (estándar de calidad del servicio)

Este indicador evalúa el porcentaje de actividades de mantenimiento Preventivo programadas para un mes dado que han sido ejecutadas dentro de los límites fijados.

No se tendrán en cuenta en el cálculo aquellas intervenciones que hayan sido canceladas de forma justificada por motivos no imputables al contratista, como: fuerza mayor, soporte a peticiones por una mayor prioridad y demás que dispongan de su justificación técnica.

Este indicador deberá cumplirse al 100%, por lo que la no ejecución en su totalidad será

considerada como un incumplimiento.

$$Cmp = \frac{\text{N}^\circ \text{ órdenes mantenimiento preventivo ejecutadas en el periodo}}{\text{N}^\circ \text{ órdenes mantenimiento preventivo totales planificadas en el periodo}} \times 100\%$$

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE INFRAESTRUCTURA Y ELECTROMECAÑICOS					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	Cmp	100%	---	100,00%	0
		Cmp <100,00%			-25,00

TABLA DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TELECOMUNICACIONES					
Nº	Indicador	Valor Aceptable	Valor Penalización	Valor Objetivo	Valor para Fórmula
1	Cmp	100%	---	100,00%	0
		Cmp <100,00%			-10,00

#### 10.6.4. Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental

Este indicador se determina con relación a las medidas efectivamente cumplidas del PMA que son aplicables para el mantenedor sobre la cantidad total de medidas establecidas en el PMA que son aplicables para las actividades de mantenimiento

$$CPMA = \frac{\text{Total de medidas efectivamente cumplidas del PMA}}{\text{Total de medidas aplicables del PMA a la contratista}}$$

Al ser de cumplimiento obligatorio ante la Autoridad Ambiental Nacional, se exige un cumplimiento de la normativa ambiental nacional. El Contratista tiene la obligación de tener disponibilidad del 100% de los medios de verificación de cumplimiento del PMA, cuando la EPMMQ o la Autoridad Ambiental y de seguridad lo requieran.

#### 11. MULTAS

La aplicación de las multas se ejecutará de acuerdo con el procedimiento establecido en el Artículo 292 del Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (RLOSNC) en Ecuador. Incluye los siguientes pasos:

**Detección del Incumplimiento:** Identificar cualquier incumplimiento de las obligaciones contractuales por parte del contratista.

**Notificación:** Informar al contratista sobre el incumplimiento y la posible imposición de una multa.

**Evaluación del Incumplimiento:** Determinar la gravedad del incumplimiento y calcular la multa correspondiente.

**Aplicación de la Multa:** Al suscribir y registrar la multa en el Contrato, procediendo con su cobro o deducción.

En cada caso de incumplimiento de las obligaciones establecidas en los términos de referencia, en el pliego, y demás documentos contractuales, la EPMMQ, por intermedio del Administrador del Contrato de conformidad a lo que establece el artículo 71 de la LOSNCP y artículo 292 del RLOSNCP, impondrá las multas correspondientes de acuerdo con el siguiente detalle:

N.	Descripción de la multa injustificada	Porcentaje de aplicación	Base de aplicación	Monto sobre el que se aplica la multa	Frecuencia de multa	Medio de verificación
1	Por la no prestación del servicio de mantenimiento preventivo a ejecutarse de acuerdo con el Alcance” o “Productos o Servicios Esperados”, o planes de mantenimiento.	1 x 1.000	Se calculará sobre el porcentaje de las obligaciones que se encuentran pendientes de ejecutarse.	Monto total del contrato menos el monto pagado, sin considerar impuestos.	Multa Anual	Informe de notificación del Administrador del Contrato.
2	Por la no prestación del servicio de mantenimiento correctivo.	1x 1.000	Se calculará sobre el porcentaje de las obligaciones que se encuentran pendientes de ejecutarse.	Artículo 71 de la LOSNCP.	Multa quincenal	Informe de notificación del Administrador del Contrato
3	Paralización de MR por indisponibilidad de Sistema TETRA: Todo incidente imputable al Contratista, que provoque la paralización en vía por un tiempo superior a 5 minutos, tendrá una multa en función del tiempo de acuerdo con los siguientes rangos y por cada evento:		Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento.	Monto de facturación mensual, sin considerar impuestos.	Multa diaria	Reporte otorgado por el PCC.
	A. Entre 6 y 15 minutos.	1 x 1.000				
	B. Entre 16 y 30 minutos	2 x 1.000				

	<p><b>C.</b> Entre 31 y 45 minutos</p> <p><b>D.</b> Entre 45 y 60 minutos</p> <p>Por cada hora de paralización</p> <p>Por cada fracción adicional a la hora considerar también los intervalos detallados anteriormente (A, B, C y D)</p>	<p>3 x 1.000</p> <p>4 x 1.000</p> <p>4 x 1.000</p>				
4	<p>En cada caso de incumplimiento tanto en condiciones como en plazos de las demás obligaciones establecidas en los términos de referencia, en el pliego, oferta y demás documentos contractuales. Así como también, si el Contratista no realiza una actividad o trabajo a solicitud del Administrador del Contrato, siempre que la actividad o trabajo se encuentre establecida en los documentos contractuales.</p>	2 x 1.000	<p>Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento.</p>	<p>Monto de facturación mensual, sin considerar impuestos.</p>	Multa diaria	<p>Informe de notificación del Administrador del Contrato.</p>
5	<p>Incumplimiento de la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto y el PMA y PGASS-H aprobados y de la EPMMQ.</p>	1x1000	<p>Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento.</p>	<p>Monto de facturación mensual, sin considerar impuestos.</p>	Multa diaria	<p>Informe de notificación del Administrador del Contrato.</p>

6	Incumplimiento de obligaciones contractuales (GMAO, Entrega de Informes/Reportes, Transferencia de conocimiento)	2 x 1.000	Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento.	Monto de facturación mensual, sin considerar impuestos.	Multa mensual	Informe de notificación del Administrador del Contrato.
7	Incumplimiento en el registro en el SENESCYT, incumplimiento en la notificación de cambios de personal al Administrador del Contrato o incumplimiento por reemplazo de personal clave. Las notificaciones deberán realizarse con 15 días de anticipación o 15 días posterior a la salida del personal clave.	1 x 1000	Se calcula el 1 x 1000 sobre el monto del presupuesto anual proyectado	Monto del presupuesto anual proyectado, sin considerar impuestos	Por incumplimiento de cada evento	Registro de SENESCYT o notificaciones al Administrador

Las multas descritas en el cuadro precedente se han elaborado conforme el artículo 292 del RLOSNCP.

Las multas podrán ser impugnadas de conformidad a lo dispuesto en el artículo 294 del Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

## 12. PENALIZACIONES

Estos indicadores afectan al cálculo del pago al finalizar el ejercicio anual. Para lo cual, se debe contabilizar cada uno de ellos de manera mensual para obtener un valor promedio por indicador de manera anual, y con su respectiva valoración en dólares.

A continuación, se presenta la tabla de ponderación (puntuación) de cada indicador, para el cálculo del cumplimiento o incumplimiento de estos:

Indicadores de Infraestructura, Superestructura y Electromecánicos			
Indicador	Valor Aceptable	Valor Objetivo	Puntuación
Disponibilidad Subsistemas de Vías	≥99,50%	100,00%	10
Disponibilidad Subsistemas de Aparatos de Vías	≥99,50%	100,00%	10
Disponibilidad Subsistemas de	≥99,00%	100,00%	10

Indicadores de Infraestructura, Superestructura y Electromecánicos			
Indicador	Valor Aceptable	Valor Objetivo	Puntuación
Engrasadores de Carril			
Disponibilidad Subsistemas Electromecánicos	≥99,00%	100,00%	10
TR Avería crítica	<1 hora	1 hora	15
TR Avería mayor	<3 horas	3 horas	10
TR Avería menor	<8 horas	8 horas	10
Cumplimiento del mantenimiento preventivo	100,00%	100,00%	25
Cumplimiento del PMA	100%	100%	N/A
		Resultado de Índices:	100

Indicadores de Telecomunicaciones			
Indicador	Valor Aceptable	Valor Objetivo	Puntuación
Disponibilidad RED	>99,00%	100,00%	9
Disponibilidad SCADA	>99,00%	100,00%	9
Disponibilidad Tetra	>99,00%	100,00%	9
Disponibilidad Telefonía	>99,00%	100,00%	9
Disponibilidad Megafonía	>98,50%	100,00%	9
Disponibilidad Interfonía	>98,50%	100,00%	9
Disponibilidad CCTV	>99,00%	100,00%	9
Disponibilidad de los demás sistemas de telecomunicaciones	≥98,70%	100,00%	9
TR Avería crítica	<1 hora	1 hora	10
TR Avería mayor	<3 horas	3 horas	4
TR Avería menor	<8 horas	8 horas	4
Cumplimiento del mantenimiento preventivo	98,50%	100,00%	10
Cumplimiento del PMA y PGASS-H	100%	100%	N/A
		Resultado de Índices:	100

Se observa que los valores de los indicadores suman 100 puntos para Infraestructura, Superestructura y Electromecánicos (grupo 1), y 100 puntos para Telecomunicaciones (grupo 2), es importante denotar que, si el valor de los indicadores no alcanza los mínimos aceptables, el valor que se asignará serán los valores en negativo para cada indicador obtenidos de las "TABLAS DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO".

El cálculo de la penalización será del 2,5% por cada indicador de evaluación de cada grupo. El valor de (-)100 puntos representan la penalización máxima equivalente al 2,5% anual para cada grupo, de que resulta una penalización máxima del 5% sumados los dos grupos. Esta penalización se aplicará al monto facturado anualmente. Para los valores intermedios se penalizará de manera proporcional, disminuyendo gradualmente hasta alcanzar valores iguales a cero, que corresponde al 0% de penalización, tal como se detalla en las "TABLAS DE PONDERACIÓN DE CUMPLIMIENTO" de cada indicador.



Por lo tanto, para el cálculo del “*Porcentaje proporcional de penalización anual por indicador*” se usará la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje proporcional de penalización anual por indicador} = \frac{\text{Promedio de ponderación mensual por indicador} * 0.025}{100} \%$$

**Donde:**

“*Porcentaje proporcional de penalización anual por indicador*”: Es el valor promedio para cada indicador en un periodo de 12 meses.

“*Promedio de ponderación mensual por indicador*”: Es el valor mensual calculado mediante cada fórmula por indicador y tabla de ponderación.

$$\text{Porcentaje proporcional de penalización anual} = \sum \text{Porcentaje proporcional de penalización anual por indicador}$$

**Donde:**

“*Porcentaje proporcional de penalización anual*”: Es la sumatoria de todos los porcentajes de penalización anual por indicador, obtenidos en un periodo de 12 meses.

Cabe mencionar que se penalizará proporcionalmente cuando los valores obtenidos de la fórmula anterior sean negativos.

El cálculo del valor en dólares de cada indicador se llevará a cabo mediante la multiplicación del “*Porcentaje proporcional de penalización anual por indicador*” por el valor de “*facturación anual*”.

El valor total para penalizar corresponderá al “*Porcentaje proporcional de penalización anual*” en dólares, resultado de la sumatoria del valor en dólares de la penalización anual por indicador, mismo que será descontado del último pago de cada año de ejecución del servicio. Si el valor de penalización supera al valor mensual del último pago, el saldo de la penalización se aplicará en el pago subsiguiente de cada año de ejecución del servicio, inclusive pudiéndose descontar de la garantía de fiel cumplimiento.

### **13. ADMINISTRADOR DEL CONTRATO**

El Administrador del Contrato velará por el cabal y oportuno cumplimiento de todas y cada una de las obligaciones contractuales.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 70 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, el Administrador del Contrato llevará un expediente donde hará constar todo hecho relevante que se presente en la ejecución del contrato, de conformidad a lo que se determine en el Reglamento. Especialmente se referirán a los hechos, actuaciones y documentación relacionados con pagos; contratos complementarios; terminación del contrato; ejecución de garantías; aplicación de multas y sanciones; y, recepciones, para tal efecto observará las funciones determinadas en el

artículo 303 del Reglamento General a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

Se recomienda se designe como Administrador del Contrato al/la Profesional 5 de Mantenimiento de Infraestructura de la Gerencia de Operaciones de la EPMMQ, quien deberá informar respecto de sus acciones al Gerente de Operaciones de la EPMMQ, como titular de unidad requirente.

#### **14. LUGAR DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN**

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Primera Línea del Metro de Quito (PLMQ).

#### **15. OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

El Contratista será responsable de lo siguiente:

- a) Dar cumplimiento cabal y estricto a lo establecido en estos términos de referencia y demás obligaciones contractuales.
- b) Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones de acuerdo con los Planes de Mantenimiento provistos por la Gerencia Metro de Quito con base a los manuales de los fabricantes y aprobados por la máxima autoridad de la PLMQ.
- c) Contratar el personal necesario para cumplir con el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones, que cumpla con el perfil establecido en el numeral 8 "PERSONAL TÉCNICO/EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS", de estos Términos de Referencia. Además, en caso de requerir personal adicional, este deberá cumplir con los perfiles relacionados a las actividades del objeto contractual.
- d) Mantener comunicación coordinada entre la EPMMQ, la Operadora y los mantenedores, relacionadas con las actividades del objeto del contrato.
- e) Revisar y de ser el caso, actualizar la documentación del mantenimiento preventivo y correctivo (Planes de Mantenimiento) de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones.
- f) Disponer y administrar durante la ejecución del contrato un sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO)
- g) Generar una interfaz de integración entre el Gestor de Mantenimiento y Operación (GMAO) y el ERP - IFS del Operador.
- h) Garantizar la disponibilidad del stock de repuestos, insumos y consumibles, para asegurar la disponibilidad de los componentes del sistema según corresponda, para el cumplimiento del objeto contractual.
- i) Reportar a la EPMMQ aquellas averías que, desde su análisis, deberán ser atendidas mediante procedimientos de reclamo de garantías técnicas de los componentes del sistema objeto del contrato; para la corrección, reparación o sustitución en caso de defectos o malfuncionamiento de dichos componentes.
- j) Realizar la transferencia de conocimiento a la EPMMQ, de acuerdo con lo señalado en estos Términos de Referencia.
- k) Cubrir todos los gastos que puedan derivarse de las importaciones, permisos, licencias, transporte o cualquier otro, para el cumplimiento del objeto contractual.

- l) Cumplir con las obligaciones y responsabilidades conforme la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto, así como con el PMA y PGASS-H, con sus respectivas actualizaciones, debidamente aprobadas por las instancias correspondientes.
- m) Cumplir con la normativa técnica, laboral, de horarios establecidos por la legislación ecuatoriana e internacional, medioambiental, y en general con toda la normativa aplicable.
- n) Mantener limpia y ordenada todas las instalaciones e infraestructura de su área de trabajo, de igual manera se debe considerar la disposición final de los diferentes tipos de desechos generados en el mantenimiento, los cuales deben ser gestionados de acuerdo con la normativa legal aplicable.
- o) Portar equipo de protección personal, ropa y calzado de trabajo, identificación, y herramientas homologadas y diseñadas para actividades a ejecutar en contrato, acordes a las tareas a realizar.
- p) Mantener actualizada la documentación del mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones.
- q) Su personal técnico deberá residir y/o cumplir su jornada de trabajo en la ciudad de Quito, durante toda la ejecución del contrato.
- r) Presentar la disponibilidad del Tren esmerilador de carril (amolador), a través de la respectiva factura, título de propiedad y/o compromisos de compra – venta o de arrendamiento o cualquier otra forma que permita verificar la disponibilidad del equipo, dentro de un periodo máximo de 60 días posterior a la firma del contrato.

#### 16. OBLIGACIONES DE LA EPMMQ

- a) Dar solución a las peticiones y problemas que se presentaren en la ejecución del contrato, en un término no mayor a cinco (5) días contados a partir de la petición escrita formulada por el Contratista.
- b) Designar al Administrador del Contrato.
- c) Gestionar el reclamo de garantías técnicas asociadas a los componentes de los sistemas; para la corrección, reparación o sustitución en caso de defectos o malfuncionamiento de dichos componentes, previo informe del Contratista.
- d) Para el caso de servicios, de ser necesario, previo el trámite legal y administrativo respectivo, celebrar los contratos complementarios en un plazo de quince (15) días contados a partir de la decisión de la máxima autoridad de EPMMQ o su delegado.
- e) Supervisar y dar seguimiento al servicio de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones.
- f) Entregar la información que requiera la Contratista para la efectiva ejecución del contrato, en un término máximo de treinta (30) días.

#### 17. VIGENCIA TECNOLÓGICA

Respecto a la vigencia tecnológica, se estará conforme a lo establecido en la Normativa Secundaria del Sistema Nacional de Contratación Pública, que establece:

*Artículo 76.- “Del principio de vigencia tecnológica.- El principio de vigencia tecnológica implica la obligación de que la adquisición y arrendamiento de los siguientes bienes tecnológicos: equipos informáticos, equipos de impresión,*

*equipos médicos y vehículos con uso de tecnología, así como la prestación de servicios en los que se contempla el uso de dichos bienes, reúnan las condiciones de calidad necesarias para cumplir de manera efectiva la finalidad requerida, desde el momento de su adquisición y por el tiempo de la garantía técnica que en ningún caso podrá ser inferior al tiempo que indique el fabricante y/o distribuidor, conforme los lineamientos emitidos por el ente rector de finanzas públicas, con la posibilidad de adecuarse, integrarse, repotenciarse y reponerse, según el caso, de acuerdo con los avances científicos y tecnológicos”.*

Artículo 81.- *“De la contratación de servicios que requieren bienes tecnológicos. - La contratación de prestación de servicios que requieran la utilización de bienes tecnológicos, se llevará a cabo bajo las condiciones que constarán en el respectivo pliego, y que serán las siguientes:*

- 1. Que los bienes tecnológicos imprescindibles para la prestación del servicio contratado, reúnan las condiciones de calidad y actualización tecnológica necesarias para cumplir de manera efectiva la finalidad requerida;*
- 2. La obligación expresa que, durante la prestación del servicio, el oferente garantizará condiciones de mantenimiento preventivo periódico y correctivo de los bienes respectivos y la reposición del equipo a fin de mantener la tecnología de punta; y,*
- 3. La aceptación expresa del oferente respecto de permitir la inspección de los bienes de que trata este artículo, por parte del administrador del contrato designado por la entidad contratante, en cualquier tiempo durante la vigencia del contrato, para efectos de evaluar el cumplimiento de las condiciones de vigencia tecnológica ofertadas, contractualmente establecidas, incluyendo la exigencia de reemplazo del equipo, de ser necesario para cumplir con el principio de vigencia tecnológica”.*

Artículo 87.- *“Requerimientos de transferencia de tecnología para bienes importados adquiridos en la contratación pública por CPC. - Las entidades contratantes, de manera obligatoria deberán exigir transferencia tecnológica en la compra de bienes según el nivel de transferencia correspondiente y según cada CPC, al tenor de lo dispuesto en el Anexo respectivo”. Anexo 4*

El Contratista de los sistemas deberá contar con la capacidad técnica y tecnológica, y al ser el proveedor de partes y repuestos garantizará su abastecimiento y reposición.

## **18. PRESUPUESTO REFERENCIAL**

El presupuesto referencial para el *“SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELETROMECÁNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”* es de USD XXXXXX (XXXXX con 00/100 dólares de los Estados Unidos de América), sin incluir el IVA, de acuerdo con el siguiente detalle:

Ítem	CPC	Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
1	833920015	SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS, TELECOMUNICACIONES	52	\$ XXX	\$ XXX
2	833920015	SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELETROMECAÑICOS Y DE TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO	1	\$ XXX	\$ XXX
<b>Total del Servicio</b>					\$ XXX

## 19. REAJUSTE DE PRECIOS

En concordancia con el artículo 267 del RGLOSNC, la forma de pago de esta contratación no corresponde al sistema de precios unitarios, por lo tanto, no se sujetará al sistema de reajuste de precios.

## 20. GARANTÍAS

El contratista previo a la suscripción del contrato entregará las siguientes garantías:

### 20.1. Garantía de fiel cumplimiento del contrato

Para seguridad del cumplimiento del contrato y para responder por las obligaciones que contrajeren a favor de terceros, relacionadas con el contrato, el adjudicatario, antes o al momento de la firma del contrato rendirá una garantía de fiel cumplimiento por un monto equivalente al cinco por ciento (5%) del monto del contrato, sin incluir el IVA y deberá mantenerse vigente hasta la finalización del contrato, y cumplirá lo dispuesto en el artículo 74 de la LOSNCP.

Esta garantía será entregada en cualquiera de las formas establecidas en el artículo 73 de la LOSNCP.

### 20.2. Garantía técnica

El Contratista, previo a la suscripción del contrato entregará una garantía técnica por el servicio y las partes, piezas, repuestos y otros, suministrados durante la ejecución del Contrato, de acuerdo con el periodo de garantía recomendado por el fabricante, representante, distribuidor

o vendedor autorizado. Para bienes cuya vida útil supere los dos años, la vigencia de la garantía no será inferior a dos (2) años desde su instalación y puesta en funcionamiento.

La garantía cubrirá defectos de fabricación, mala calidad, mal funcionamiento, mala instalación y deficiencias en la mano de obra durante la instalación de los repuestos o accesorios nuevos. Además, la garantía se extenderá

### **20.3. Garantía de Responsabilidad civil**

El Contratista, contratará y mantendrá vigente durante la ejecución del contrato, la póliza de seguros de Responsabilidad Civil por la suma asegurada de USD 10.000.000, que cubra las lesiones corporales y daños a bienes de terceros que sean legalmente imputables al asegurado con motivo del desarrollo de sus actividades objeto del contrato. Para efectos de esta póliza se considera a la EPMMQ, empleados, bienes o intereses de ésta, como terceros.

Las garantías se devolverán conforme lo previsto en los artículos 77 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y 263 del Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

### **21. CPC**

La presente contratación constará en el Plan Anual de Contratación (PAC) 2025, con el CPC **833920015**, denominado “*OTROS SERVICIOS DE INGENIERÍA PARA VÍAS FÉRREAS*”.

El código del Clasificador Central de Productos (CPC) seleccionado guarda concordancia con el objeto de contratación: “*SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO PARA LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y DE TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LINEA DEL METRO DE QUITO*”, así como cuyos componentes guardan relación acorde a las necesidades institucionales, los cuales están reflejados en los términos de referencia de la presente contratación.

### **22. COSTO DEL PLIEGO**

El pliego estará disponible en el Portal Institucional del Servicio Nacional de Contratación Pública sin ningún costo.

### **23. VIGENCIA DE LA OFERTA**

La oferta se entenderá vigente hasta 120 días luego de su presentación y se podrá solicitar una actualización en las mismas condiciones para la publicación del proceso.

### **24. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA OFERTA**

#### **24.1. Integridad de la oferta**

La integridad de la oferta se evaluará considerando la presentación de los Formularios y requisitos mínimos previstos en el pliego (generados en USHAY).

Luego de esta verificación la entidad contratante determinará si ejecutará la etapa de convalidación de errores.



La EPMMQ se reserva el derecho de constatar la veracidad y autenticidad de la información y documentos presentados, durante cualquier etapa del proceso de la contratación.

#### 24.2. Equipo Mínimo

La EPMMQ para efectos de evaluación de ofertas ha considerado el siguiente equipo mínimo; sin embargo, el Oferente que resulte adjudicado, durante la vigencia del contrato, deberá contar con todo el equipamiento y recursos necesarios para la correcta ejecución del contrato:

Nro.	Descripción	Cantidad	Características
1	Carro de medición de geometría de vía	1	Carro en T equipado con cámaras de perfil y desgaste de carril. Medición de vía: alineación, nivelación, ancho, peralte, alabeo, distancia recorrida
2	Vehículo bivial	1	El vehículo bivial para el mantenimiento de vías ferroviarias.
3	Detector de fallas ultrasónico para rieles	1	Cumple con la EN 16729. Detecta todas las posibles fallas del riel, incluye sistema GPS.
4	Certificador de Red (FO y RJ45)	1	Equipo que comprueba cada punto del cableado y garantiza que cada componente de la red cumple los estándares normativos ANSI//TIA 568D e ISO 11801. Mide la capacidad de transmisión.
5	Fusionador de Fibra empalme entre dos fibras	1	Equipo de precisión electromecánico, se usa para empalmar una fibra óptica con otra, ya sea en despliegue de fibra óptica o en reparación de una rotura en un cable óptico. Parámetros normativos con una pérdida entre 0.0dB y 0.3dB.
6	Refractómetro Óptico	2	Instrumento óptico de precisión, para medir la refracción de la luz de un medio natural, basándose en el ángulo límite o en la medida del desplazamiento de una imagen.
7	Multímetro Digital	3	Equipo de prueba usada para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios).
8	Andamios Certificados	2	Estructura certificada para trabajos en alturas que cumple con las normas técnicas establecidas INEN 1651 - 2600SEG141.
9	Ponchadora	3	Equipo para ponchar alambres en terminales de bloques o cortar el extremo del cable. Características: Impacta y fija el cable de red en el Jack del terminal RJ45.
10	Aspirador Portátil	3	Lápiz para limpieza de conectores de fibra óptica y adaptadores.

La Comisión Técnica verificará la disponibilidad del equipo requerido más no su propiedad.



Para validar la disponibilidad de los equipos y/o recursos necesarios se deberán presentar las respectivas facturas, título de propiedad y/o compromisos de compra – venta o de arrendamiento o cualquier otra forma de demostrar disponibilidad.

### 24.3. Personal Técnico Mínimo

La EPMMQ para efectos de evaluación de la oferta ha considerado el siguiente personal técnico mínimo; sin embargo, si el Oferente resulta adjudicado, durante la vigencia del contrato, deberá contar con todo el personal necesario para brindar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a entera satisfacción.

No.	Cargo / Función	Cantidad	Formación académica
1	Director de Mantenimiento	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administración</li> <li>• Civil</li> <li>• Comercial</li> <li>• Economía</li> <li>• Eléctrica</li> <li>• Electromecánica</li> <li>• Ferroviaria</li> <li>• Finanzas</li> <li>• Industrial</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Sistemas</li> <li>• Otras similares</li> </ul>
2	Jefe de Mantenimiento de Túnel y Vía	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• De Caminos</li> <li>• Arquitectura</li> <li>• Geólogo/ Geotécnico</li> <li>• Minas</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Otras similares</li> </ul>
3	Jefe de Mantenimiento de Superestructura de Vía	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• De Caminos</li> <li>• Minas</li> <li>• Industrial</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>
4	Jefe de Mantenimiento Electromecánico	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electromecánica</li> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Mecánica</li> <li>• Electrónica</li> <li>• Eléctrica</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Otras similares</li> </ul>
5	Jefe de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones	1	<p>Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Electrónica</li> <li>Telecomunicaciones</li> <li>Sistemas</li> <li>Tecnologías de la Información</li> <li>Redes</li> <li>Otras similares</li> </ul>
6	Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente	1	<p>Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial</li> <li>Ambiental</li> <li>Prevención de riesgos.</li> <li>Seguridad</li> <li>Otras similares</li> </ul> <p>Tercer nivel en cualquier carrera técnica con maestría en seguridad, salud y ambiente o similares.</p>
7	Técnicos de mantenimiento de Sistemas Electromecánicos	3	<p>Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mecánica</li> <li>Electromecánica</li> <li>Mecatrónica</li> <li>Electrónica</li> <li>Eléctrica</li> <li>Otras similares</li> </ul>
8	Técnicos especialistas en administración y mantenimiento de TI	4	<p>Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Telecomunicaciones</li> <li>Redes</li> <li>Sistemas</li> <li>Tecnologías de la Información</li> <li>Otras similares</li> </ul>
9	Técnicos especialistas en mantenimiento de Sistemas SCADA	4	<p>Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Electrónica</li> <li>Redes</li> <li>Sistemas</li> <li>Telecomunicaciones</li> <li>Tecnologías de la Información</li> <li>Eléctricos</li> <li>Industriales</li> <li>Mecatrónico</li> <li>Electromecánico</li> <li>Otras similares</li> </ul>

10	Técnicos especialistas en mantenimiento de superestructura de vía	2	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• Caminos</li> <li>• Ferroviaria</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>
11	Técnicos especialistas en mantenimiento de túnel y vía	2	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Civil</li> <li>• Caminos</li> <li>• Ferroviaria</li> <li>• Arquitecto</li> <li>• Eléctrico</li> <li>• Mecánico</li> <li>• Mecatrónico</li> <li>• Otras similares</li> </ul>

El Oferente presentará en su oferta el detalle del personal técnico ofertado señalando claramente el cargo que ocupará y la formación profesional acreditada de acuerdo con los cargos requeridos, para lo cual adjuntará la hoja de vida con los documentos de respaldo.

Los títulos académicos del personal técnico mínimo deben estar registrados en la SENESCYT, lo que será verificado por la EPMMQ.

En el caso de personal extranjero o con título extranjero, considerando que su experiencia corresponde a temas ferroviarios, y que, en el contexto nacional, el desarrollo de este sector aún está en proceso, se aceptará como válido la presentación de copia simple del título otorgado en el país de origen.

Una vez adjudicado el contrato, el contratista previo a la firma de contrato como parte de los documentos habilitantes presentará el título apostillado en su país de origen, así como la solicitud de registro ante la autoridad de educación superior nacional del Ecuador cuyo trámite deberá concluirse en el plazo de 1 año luego de firmado el contrato, periodo que corresponde a la ejecución del 20% del contrato. En caso de no cumplir con este lineamiento deberá buscar el respectivo reemplazo que cumpla con el perfil solicitado, caso contrario se aplicará la multa que se establezca en el contrato.

El personal mínimo clave deberá comprender y expresarse oralmente y por escrito de manera correcta en idioma castellano. Para cuyo efecto, el Oferente deberá presentar por cada uno de los miembros del personal técnico cuya lengua materna no sea el español y/o castellano un documento que certifique y avale dicha situación.

#### 24.4. Experiencia General y Específica del Oferente

- a) Para acreditar la experiencia general y específica del oferente tanto en el sector público como en el privado, se considerarán los siguientes instrumentos:

**Certificados emitidos por entidades contratantes, Actas de Entrega Recepción, Contratos o Facturas:** Se evaluará el monto ejecutado que conste en el Certificado, Acta de entrega recepción, Contratos o Facturas sin incluir el IVA, siempre que cumpla el monto mínimo requerido.

Únicamente estos instrumentos servirán para el cálculo del monto de la experiencia general y específica requerida, para lo cual se considerará únicamente la documentación que evidencie la prestación efectiva de los trabajos realizados, dentro de los periodos requeridos por la EPMMQ.

Cuando el instrumento presentado para demostrar la experiencia general y/o específica del Oferente en otra moneda que no sea del curso legal de la ecuatoriana, lo presentará con los valores que fueron emitidos a fecha de emisión del documento, conforme a la conversión oficial del Banco Central del Ecuador.

- b) En razón a que, se trata de un servicio único en el país cuya contratación va a efectuarse por primera vez, basado en las cualidades, especificaciones técnicas y condiciones del servicio a prestar, y toda vez que, no existe experiencia previa suficiente obtenida por oferentes ecuatorianos dentro de la jurisdicción ecuatoriana, de conformidad a los requisitos del procedimiento de contratación, la Entidad Contratante podrá aceptar y acreditar aquella experiencia presentada por el oferente, ya sea que se haya ejecutado legalmente dentro de la jurisdicción ecuatoriana o que haya sido legalmente obtenida en el extranjero.

Sin perjuicio de lo anterior, cuando un consorcio o asociación o compromiso de asociación o consorcio, conformado por una persona natural o jurídica ecuatoriana y una persona natural o jurídica extranjera que provea el financiamiento para la prestación de un servicio en un porcentaje superior al sesenta por ciento (60 %) del valor del objeto contractual, la experiencia que acredite el integrante extranjero del consorcio en el exterior será acreditada.

- c) Para la determinación del cumplimiento de la experiencia general y específica mínima se cumplirá con lo establecido en las reglas de participación, expedidas por el Servicio Nacional de Contratación Pública para los procedimientos de contratación.
- d) Las condiciones no estarán sujetas al número de certificados, contratos o instrumentos presentados por el oferente para acreditar la experiencia mínima general y específica requerida, sino, al cumplimiento de estas condiciones en relación con los montos mínimos requeridos para cada tipo de experiencia.
- e) Si con la presentación de un contrato o instrumento que acredite la experiencia mínima específica, el proveedor cumpliera el monto mínimo solicitado para la experiencia mínima general, este contrato o instrumento será considerado como válido para acreditar los dos tipos de experiencias.
- f) Se tomará en consideración la experiencia general ejecutada dentro de los quince (15) años previos a la publicación del procedimiento de contratación.
- g) Se tomará en consideración la experiencia específica ejecutada dentro de los diez (10) años previos a la publicación del procedimiento de contratación.

#### 24.4.1. Experiencia General mínima del Oferente

El Oferente debe demostrar su experiencia en la ejecución de “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO DE CUALQUIER TIPO DE INFRAESTRUCTURA”, por un monto acumulado mínimo de USD XXXX (XXX 00/100 dólares de los Estados Unidos de América, sin IVA.

El monto mínimo requerido por instrumento o contrato para acreditar esta experiencia no podrá ser menor a USD XXXX (XXXX 00/100 dólares de los Estados Unidos de América), sin IVA.

Se considerará únicamente la experiencia ejecutada dentro de los quince (15) años previos a la fecha de publicación de este procedimiento de contratación.

La Comisión Técnica verificará bajo su responsabilidad que las experiencias presentadas cumplan lo establecido en el párrafo anterior.

#### 24.4.2. Experiencia Específica mínima del oferente

El oferente debe demostrar su experiencia en la ejecución de “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA Y/O SUPERESTRUCTURA Y/O SISTEMA ELECTROMECÁNICOS Y/O SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES, EN SISTEMAS FERROVIARIOS”, por un monto acumulado mínimo de USD XXXX (XXXX 00/100 dólares de los Estados Unidos de América), sin IVA.

El monto mínimo requerido por instrumento o contrato para acreditar esta experiencia no podrá ser menor a USD XXXX (XXXX 00/100 dólares de los Estados Unidos de América), sin IVA.

Se considerará únicamente la experiencia ejecutada dentro de los diez (10) años previos a la fecha de publicación de este procedimiento de contratación.

La Comisión Técnica verificará bajo su responsabilidad que las experiencias presentadas cumplan lo establecido en el párrafo anterior.

#### 24.4.3. Experiencia del Personal Técnico Mínimo

El personal técnico mínimo propuesto tendrá que cumplir con la formación y experiencia profesional señalados a continuación:

No.	Cargo / Función	Experiencia
1	Director de Mantenimiento	Cinco (5) años de experiencia en dirección o gestión o gerenciamiento u operación de infraestructuras ferroviarias, o en gestión o gerenciamiento de mantenimiento de sistemas tipo Metro o Ferrocarril Urbano, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación.
2	Jefe de Mantenimiento de Túnel y Vía	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de infraestructura de túneles y/o vía/s y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de

		emergencia, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
3	Jefe de Mantenimiento de Superestructura de Vía	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de superestructura o vía en placa o balasto, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
4	Jefe de Mantenimiento Electromecánico	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de sistemas electromecánicos tipo ventilación y/o sistemas de bombeo y/o protección contra incendios, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
5	Jefe de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones y/o Sistemas SCADA y/o Puesto de Control Central, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
6	Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe en gestión de la calidad y/o seguridad y/o ambiente en cualquiera de los siguientes sectores: industriales, mineros, petroleros, eléctricos, y ferroviarios, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
7	Técnicos de mantenimiento de Sistemas Electromecánicos	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de sistemas eléctricos o mecánicos o electrónicos y/o electromecánicos, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
8	Técnicos especialistas en administración y mantenimiento de TI	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de tecnología de información o redes o telecomunicaciones y/o sistemas, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
9	Técnicos especialistas en mantenimiento de Sistemas SCADA	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de sistemas SCADA o automatización o monitoreo de sistemas y/o redes de comunicación, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
10	Técnicos especialistas en mantenimiento de superestructura de vía	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de vía ferroviaria en placa o mantenimiento de vía en balasto dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación
11	Técnicos especialistas en mantenimiento de túnel y vía	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de túneles y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de emergencia, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación

La comisión técnica comprobará la veracidad de la experiencia. La experiencia profesional se demostrará mediante la presentación de certificados de trabajo que acrediten la experiencia solicitada, mismos que deberán contener al menos la siguiente información:

- Empresa donde prestó los servicios
- Nombre del proyecto (de ser el caso)
- Fecha inicio y fin de ejecución de actividades
- Cargo desempeñado

En caso se servicios profesionales, deberá presentar el certificado de la empresa y/o la factura por los servicios prestados y/o el Contrato de servicios profesionales, que permita verificar la experiencia requerida.

#### **24.4.4. Términos de Referencia**

El Oferente presentará en su propuesta, el detalle de los servicios ofertados, a fin de que EPMMQ verifique el cumplimiento expreso y puntual a los términos de referencia para los servicios que se pretende contratar.

#### **24.4.5. Reglas de participación**

De conformidad con la Normativa Secundaria del Sistema Nacional de Contratación Pública, emitida mediante Resolución Nro. R.E-SERCOP-2024-0145, artículo 37 “Reglas de participación” y su Anexo 9, la EPMMQ exigirá y verificará el cumplimiento obligatorio de las reglas de participación de oferentes en los procedimientos establecidos en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, respecto a la Experiencia técnica del oferente, Tiempo de existencia legal de personas jurídicas y Patrimonio de personas jurídicas.

El cumplimiento de las reglas de participación se exigirá y verificará en la evaluación de las ofertas.

#### **24.4.6. Patrimonio y existencia legal**

En el caso de personas jurídicas, la entidad contratante verificará que el patrimonio cumpla con la normativa establecida por el Servicio Nacional de Contratación Pública para el efecto.

El patrimonio se verificará con la declaración del Impuesto a la Renta del ejercicio fiscal del año 2024 que contenga el código de barras QR y/o los balances presentados al órgano de control respectivo; o por el documento equivalente en el país de origen para la oferta que fuere extranjera y traducido al idioma español.

La Comisión Técnica verificará ante la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros la existencia legal del oferente.

#### **24.4.7. Porcentaje de Valor Agregado Ecuatoriano Mínimo**

La entidad contratante aplicará obligatoriamente la metodología definida por el Servicio Nacional de Contratación Pública para la determinación de Valor Agregado Ecuatoriano en la adquisición de bienes, prestación de servicios o ejecución de obras, según corresponda, que será considerado como uno de los criterios de participación, evaluación y adjudicación.

Para que una oferta sea considerada ecuatoriana el Valor Agregado Ecuatoriano de ésta deberá ser igual o superior al umbral del Valor Agregado Ecuatoriano del procedimiento de contratación pública, publicado por la entidad contratante conforme lo establecido por el Sistema Oficial de Contratación del Estado - SOCE.



La entidad contratante verificará si el oferente acredita Valor Agregado Ecuatoriano de los bienes y/o servicios propuestos, conforme la normativa expedida por el Servicio Nacional de Contratación Pública.

El Umbral de Valor Agregado Ecuatoriano (VAE N9) para el **833920015**, denominado “*OTROS SERVICIOS DE INGENIERÍA PARA VÍAS FÉRREAS*” es 21.68% de conformidad con el “*Listado de CPC N9 con sus umbrales de Valor Agregado Ecuatoriano (VAE)*” que consta en la página del Servicio Nacional de Contratación Pública - SERCOP.

Únicamente en el caso de que la oferta presentada no acredite Valor Agregado Ecuatoriano, la entidad contratante considerará y analizará la oferta de origen extranjero que se hubieren presentado.

#### **24.4.8. Oferta Económica.**

El oferente deberá presentar una oferta económica igual o menor a la contemplada en el Presupuesto Referencial de la presente contratación.

Para la presentación de la oferta económica los oferentes interesados deberán contemplar en su valor propuesto tanto el monto fijado para el mantenimiento preventivo a lo largo de toda la ejecución contractual; así como también, el monto establecido para el mantenimiento correctivo, teniendo en cuenta para dicho efecto lo contemplado en el presente término de referencia y el presupuesto referencial fijado.

Adicionalmente, en lo que respecta al mantenimiento correctivo el oferente deberá remitir el cuadro detalle de Repuestos, Consumibles y Herramientas mínimas establecidas en el documento anexo al presente (Anexo 5), determinado el valor correspondiente a cada uno de estos rubros y, de ser el caso que lo considere necesario, podrá incluir descripción, cantidad, valor unitario y monto total de todos aquellos rubros adicionales, que el oferente crea pertinente e indispensable para la prestación efectiva del servicio de mantenimiento correctivo.

#### **24.4.9. Verificación de cumplimiento de integridad y requisitos mínimos de la oferta**

<b>PARÁMETRO</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Integridad de la oferta			
Equipo mínimo			
Personal técnico mínimo			
Experiencia general mínima del oferente			
Experiencia específica mínima del oferente			
Experiencia mínima del personal técnico mínimo			
Especificaciones técnicas o Términos de Referencia			
Patrimonio (Personas Jurídicas)			
Porcentaje de Valor Agregado Ecuatoriano Mínimo			

Aquellas ofertas que cumplan integralmente con los parámetros mínimos pasarán a la etapa de evaluación de ofertas con puntaje, caso contrario serán descalificadas.

#### 24.4.10. Información financiera de referencia

Los índices financieros constituirán información de referencia respecto del participante en el procedimiento y en tal medida, su análisis se registrará conforme el detalle a continuación.

Índice	Indicador solicitado	Observaciones
Solvencia	Mayor o igual a 1	Activo Corriente / Pasivo Corriente
Endeudamiento	Menor a 1.5	Pasivo Total / Patrimonio Neto

Los factores para su cálculo deberán estar respaldados con la información de la declaración del Impuesto a la Renta del ejercicio fiscal del año 2024 que contenga el código de barras QR, y/o los balances presentados al órgano de control respectivo; o por el documento equivalente en el país de origen para la oferta que fuere extranjera y traducido al idioma español.

#### 24.5. Evaluación por puntaje

Solo las ofertas que cumplan con los requisitos mínimos serán objeto de evaluación por puntaje.

- No se otorgará puntaje a la experiencia mínima requerida, por ser de cumplimiento obligatorio (Experiencia general, experiencia específica y experiencia del personal técnico).
- Para que la experiencia presentada sea susceptible de calificación por puntaje, está deberá ser mayor a la establecida como requisito mínimo (Experiencia general, experiencia específica y experiencia del personal técnico).
- El valor total de la experiencia general y específica solicitada adicional al requisito mínimo que será puntuada, no podrá superar el valor del presupuesto referencial del procedimiento de contratación multiplicado por un factor de 1,25.

Para la valoración se consideran los siguientes criterios:

Parámetro	Valoración
Experiencia general	8 puntos
Experiencia específica	20 puntos
Experiencia del personal técnico	12 puntos
Porcentaje de Valor Agregado Ecuatoriano	10 puntos
Oferta económica	50 puntos
<b>TOTAL</b>	<b>100 puntos</b>

- Experiencia General:** Se calificará con **8 puntos**.

Adicional al monto de experiencia mínima requerida para la etapa Cumple / No Cumple, los oferentes deberán presentar experiencia adicional por un monto mínimo de \$ XXX , respecto

del cual, se otorgará 8 puntos al Oferente que acredite la experiencia adicional más alta, durante los últimos 15 años previos a la publicación del presente procedimiento de contratación; y, a las demás ofertas se asignará un puntaje directamente proporcional.

Para la asignación del puntaje se considera el valor de la experiencia que corresponde al excedente del monto mínimo de la experiencia requerida.

**b) Experiencia específica:** Se calificará con **20 puntos**.

Adicional al monto de experiencia mínima requerida para la etapa Cumple / No Cumple, los oferentes deberán presentar experiencia adicional por un monto mínimo de \$ XXXX, respecto del cual, se otorgará 20 puntos al Oferente que acredite la experiencia adicional más alta, durante los últimos diez (10) años previos a la publicación del presente procedimiento de contratación; y, a las demás ofertas se asignará un puntaje directamente proporcional.

Para la asignación del puntaje se considera el valor de la experiencia que corresponde al excedente del monto mínimo de la experiencia requerida.

**c) Experiencia del Personal técnico:** Se calificará con 12 puntos.

Para la evaluación por puntaje se ha considerado únicamente al personal mínimo con cargo directivo, de acuerdo con el siguiente detalle:

Cargo/Función	Cantidad	Experiencia requerida	Puntuación
Director de mantenimiento	1	El Director de Mantenimiento deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la provisión bienes y/o prestación de servicios similares a las del objeto del contrato y/o dirección o gestión o gerenciamiento u operación de infraestructuras ferroviarias, o en gestión o gerenciamiento de mantenimiento de sistemas tipo Metro o Ferrocarril Urbano, en los últimos diez (10) años, los cuales individualmente o sumados deberán sumar un monto igual o superior al setenta por ciento (70%) del monto de su participación del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.	2
Jefe de Mantenimiento de Túnel y Vía	1	El Jefe de Mantenimiento de Túnel y Vía deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la provisión bienes y/o prestación de servicios similares a las del objeto del contrato y/o supervisor o fiscalizador o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en	2

		mantenimiento de infraestructura de túneles y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de emergencia, en los últimos diez (10) años, los cuales individualmente o sumados deberán sumar un monto igual o superior al setenta por ciento (70%) del monto de su participación del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.	
Jefe de Mantenimiento de Superestructura de Vía	1	El Jefe de Mantenimiento de Superestructura de Vía deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la provisión bienes y/o prestación de servicios similares a las del objeto del contrato y/o supervisor o fiscalizador o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de superestructura y/o vía en placa y/o balasto, en los últimos diez (10) años, los cuales individualmente o sumados deberán sumar un monto igual o superior al setenta por ciento (70%) del monto de su participación del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.	2
Jefe de Mantenimiento Electromecánico	1	El Jefe de Mantenimiento Electromecánico deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la provisión bienes y/o prestación de servicios similares a las del objeto del contrato y/o supervisor o fiscalizador o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de sistemas electromecánicos tipo ventilación y/o sistemas de bombeo y/o protección contra incendios, en los últimos diez (10) años, los cuales individualmente o sumados deberán sumar un monto igual o superior al setenta por ciento (70%) del monto de su participación del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.	2
Jefe de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones	1	El Jefe de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la provisión bienes y/o prestación de servicios similares	2

		a las del objeto del contrato y/o supervisor o fiscalizador o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente de proyectos en mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones y/o Sistemas SCADA y/o Puesto de Control Central, en los últimos diez (10) años, los cuales individualmente o sumados deberán sumar un monto igual o superior al setenta por ciento (70%) del monto de su participación del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.	
Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente	1	El Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la provisión bienes y/o prestación de servicios similares a las del objeto del contrato y/o supervisor o fiscalizador o jefe en gestión de la calidad y/o seguridad y/o ambiente en cualquiera de los siguientes sectores: industriales, mineros, petroleros, eléctricos, y ferroviarios, en los últimos diez (10) años, los cuales individualmente o sumados deberán sumar un monto igual o superior al setenta por ciento (70%) del monto de su participación del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.	2

La comisión técnica comprobará la veracidad de la experiencia.

La experiencia profesional se demostrará mediante la presentación de certificados de trabajo que acrediten la experiencia solicitada, mismos que deberán contener al menos la siguiente información:

- Empresa donde prestó los servicios
- Nombre del proyecto (de ser el caso)
- Fecha inicio y fin de ejecución de actividades
- Cargo desempeñado

En caso se servicios profesionales, deberá presentar el certificado de la empresa y/o la factura por los servicios prestados, donde se demuestre la información requerida.

**d) Porcentaje de Valor Agregado Ecuatoriano:** Se calificará con 10 puntos.

Se otorgarán diez (10) puntos a la oferta que obtenga el mayor porcentaje de Valor Agregado Ecuatoriano (VAE). Se aplicará un criterio directamente proporcional por el que, el máximo puntaje se otorgará a la oferta que demuestre el mayor porcentaje establecido en el Formulario de la oferta.

Este puntaje se obtendrá del Portal Institucional del SERCOP.

**e) Oferta económica:** Se calificará con 50 puntos.

La oferta económica se evaluará aplicando un criterio inversamente proporcional; a menor precio, mayor puntaje, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Fórmula:

$$PO = (OE \times 50) / OP$$

OE = Oferta económica de menor valor

OP = Oferta económica presentada por cada oferente

En caso de que existan errores aritméticos en la oferta económica, la Comisión Técnica procederá conforme lo previsto en la normativa expedida por el Servicio Nacional de Contratación Pública para el efecto.

La evaluación de la oferta económica se efectuará aplicando el “precio corregido” en caso de que hubiera sido necesario establecerlo.

## 25. TABLA DE RUBROS, CANTIDADES Y PRECIOS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL DEL SERVICIO
1	SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y DE TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO	52	\$xxx	\$xxx
2	SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y DE TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO	1	\$xxx	\$xxx
<b>VALOR TOTAL DEL SERVICIO SIN IVA</b>				\$xxx

## 26. ANEXOS

- Anexo 1: Planes y Manuales
- Anexo 2: Especificaciones técnicas
- Anexo 3: Memorias Descriptivas
- Anexo 4: Relación de equipos
- Anexo 5: Listado de repuestos y herramientas mínimas
- Anexo 6: Dossier de calidad
- Anexo 7: Vigencia tecnológica
- Anexo 8: PGASS-H
- Anexo 9: Fronteras de mantenimiento
- Anexo 10: Plan de Manejo Ambiental