

## TÉRMINOS DE REFERENCIA

### SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÓNICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO

#### GLOSARIO DE TÉRMINOS

TÉRMINO	DEFINICIÓN
ABS	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.
ASTM	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.
ATS	Automatic Train System. Sistema dedicado al Telemando y la Gestión del Tráfico Ferroviario.
ATC	Automatic Train Control. Sistema integrado de protección (ATP) y conducción automática (ATO).
ATO	Automatic Train Operation. Sistema que permite la conducción automática del tren.
ATP	Automatic Train Protection. Sistema encargado de supervisar la velocidad del tren y evitar el alcance con el tren precedente.
AVERÍA	Es un término más específico que describe una interrupción o mal funcionamiento de un equipo o sistema, generalmente debido a una falla.
BACKPLANE	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.
BNC	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”.
BRETELLE	Se trata de dos cambios de agujas del tipo escape entrelazados en medio de dos vías paralelas.
BT	Baja Tensión
CC	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.
CCAA	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.
CCI	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.
CCTV	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>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<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>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<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>	Sistema de Gestión de Mantenimiento
<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>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos es una asociación mundial de ingenieros dedicada a la normalización y el desarrollo en áreas técnicas.
IEC	La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).
IETF	Internet Engineering Task Force. Organización que desarrolla y promueve estándares de utilización en las comunicaciones vía Internet.
IHM	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.
IP	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.
IP	Internet Protocol. Es un protocolo de comunicación de datos digitales clasificado funcionalmente en la capa de red según el modelo internacional OSI.
IP-65	Índice de Protección. Grado de protección contra el contacto y la penetración de agua y suciedad.
ISR	Integrated Service Router. Dispositivo que proporciona conectividad entre diferentes redes donde se requiere seguridad sobre la red.
ISSI	Individual Short Subscriber Identity. Dentro del sistema TETRA es un número que se asigna a cada terminal de la red.
IVA	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
Kernel	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 puedan ejecutarse correctamente. El kernel actúa como un intermediario entre las aplicaciones y el hardware de la computadora.
KVM	Kernel-based Virtual Machine. Máquina virtual basada en el núcleo es una solución para implementar virtualización completa con Linux.
LAN	Local Area Network. Red de Área Local.
LCD	Liquid Cristal Display. Representación visual por cristal líquido, sistema que utilizan determinadas pantallas electrónicas para mostrar información visual.
LED	Light emitting diode. Diodo emisor de luz
LOG	Registro de los eventos que ocurren en un sistema operativo de aplicación. Estos eventos pueden incluir mensajes de información, advertencias, errores, o cualquier otro tipo de mensaje de estado
Material Móvil	Este término hace referencia a los trenes y vehículos auxiliares de la PLMQ.
MCERL	Marco Común Europeo de Referencia
MD5	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.
MDF	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.
MTBF	Tiempo Medio Entre Fallos
MTTR	Tiempo Medio de Mantenimiento Correctivo
NIP	Número de Identificación Personal
NTM	Norma Técnica de Mantenimiento

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<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>RF</b>	Radio Frecuencia
<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>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<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



<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
	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
	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>TCO</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>Toperas</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>TCP</b>	
<b>T.D.P.</b>	Tubería Depósitos Principales
	Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet. Conjunto de protocolos que permiten la comunicación entre los ordenadores pertenecientes a una red
<b>TCP/IP</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>TETRA</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>TFT</b>	
	Temporal Key Integrity Protocol. Conjunto de algoritmos de seguridad para mejorar el cifrado de datos inalámbricos.
<b>TKIP</b>	
	Desvío, interrupción, captura. Operación de bifurcación realizada automáticamente ante la detección de una condición de error.
<b>TRAP</b>	
	Transmisión. En un enlace de comunicaciones unidireccional, línea dedicada a la transmisión de la información.
<b>Tx</b>	
	Unidad de Control de Accesos. Dispositivo que permiten el control completo de los elementos de control de accesos, intrusión y alarmas técnicas.
<b>UCA</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>UDP</b>	
	Unión Internacional de Ferrocarriles
<b>UIC</b>	
	Ultra Mobile PC. PC Ultra Móvil, es un Tablet PC de factor de forma pequeño.
<b>UMPC</b>	
	Asociación Española de Normalización.
<b>UNE</b>	
<b>USB</b>	Universal Serial Bus. Sistema de comunicación serie entre equipos.

<b>TÉRMINO</b>	<b>DEFINICIÓN</b>
<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

**FIRMAS DE ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN:**

Elaborado por:	Cargo:	Firma	Fecha	Código Certificación SERCOP vigente:
Jenny Graciela Ortega Guanuchi	Coordinadora de Procesos 2		11/11/2025	rL2ezaibTE
Stephanie Alexandra Almeida Cruz	Coordinadora de Procesos 2		11/11/2025	IXCeEHBcSj
Angel Vinicio Benalcázar Sánchez	Supervisor de Mantenimiento 1		11/11/2025	ue2Vd3GfAc
Luis Andrés Román Hernández	Supervisor de Mantenimiento 3		11/11/2025	76c5YZE04N
Revisado por:	Cargo:	Firma	Fecha	Código Certificación SERCOP vigente:
Valeria Paola Ramos Bermeo	Coordinadora de Procesos 3		11/11/2025	JBcuxp5t7D
Aprobado por:	Cargo:	Firma	Fecha	Código Certificación SERCOP vigente:
Bruno Andrés León Alvear	Gerente de Operaciones (E)		11/11/2025	fFbjz7xjFo

## Contenido

1.	ANTECEDENTES .....	17
2.	BASE LEGAL .....	21
3.	OBJETIVOS .....	25
3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	25
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4.	ALCANCE.....	26
4.1.	INFRAESTRUCTURA .....	28
4.1.1.	Túnel.....	29
4.1.2.	Pozos .....	30
4.1.3.	Pozos de bombeo .....	31
4.1.4.	Pozos de ventilación.....	32
4.1.5.	Pozos de salida de emergencia .....	32
4.1.6.	Compuertas Anti tormenta y Compuertas Corta Fuego .....	34
4.1.7.	Rejillas de recogida de aguas pluviales .....	35
4.1.8.	Cubetos de recogida de aguas pluviales .....	35
4.1.9.	Talleres y Cocheras.....	35
4.1.10.	Limpieza interior de trenes .....	42
4.2.	SUPERESTRUCTURA.....	45
4.2.1.	Vía.....	46
4.2.2.	Vía sobre balasto .....	46
4.2.3.	Vía sobre placa .....	46
4.2.4.	Carril .....	47
4.2.5.	Aparatos de vía.....	47
4.2.6.	Fijaciones.....	48
4.2.7.	Monitoreo .....	49
4.3.	ELECTROMECAÓNICOS .....	49
4.3.1.	Sistema de Protección Contra incendios.....	49
4.3.2.	Sistema de Ventilación .....	59
4.3.3.	Sistema de Bombeo Pluvial .....	65
4.4.	TELECOMUNICACIONES .....	68
4.4.1.	Sistema de Control de Estaciones (SCADA).....	69
4.4.2.	Sistema de Interfonía .....	75
4.4.3.	Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) .....	77
4.4.4.	Sistema de Megafonía.....	82
4.4.5.	Sistema de Control de Accesos y Anti-Intrusión .....	85
4.4.6.	Radiotelefonía TETRA.....	87
4.4.7.	Sistema de Misión Crítica .....	89

4.4.8.	Sistema de Información al Viajero .....	90
4.4.9.	Sistema de Cronometría.....	94
4.4.10.	Sistema de Comunicación de Red .....	96
4.4.11.	Red Ethernet de Estación .....	100
4.4.12.	Red Inalámbrica Estaciones.....	101
4.4.13.	Ampliación WiFi.....	102
4.4.14.	Sistema de Telefonía .....	103
4.4.15.	Monitorización y gestión de la Red .....	104
4.4.16.	Sistema de Alimentación Ininterrumpida - SAI .....	104
4.4.17.	Puesto de Control Central .....	106
4.4.18.	Climatización .....	113
4.5.	FRONTERAS DE MANTENIMIENTO CON EL OPERADOR .....	115
4.6.	FRONTERAS DE MANTENIMIENTO CON LOS OTROS MANTENEDORES .....	115
4.7.	CONTINGENCIA .....	115
5.	METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	116
5.1.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	116
5.1.1.	Atención de Incidencias .....	118
5.1.2.	Asistencia técnica permanente para mantenimiento .....	119
5.1.3.	Intervenciones inmediatas no programadas o en circunstancias especiales .....	119
5.2.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	119
5.2.1.	Modificaciones, mejoras o actualizaciones.....	120
5.2.2.	Gestión de obsolescencia .....	120
5.2.3.	Vandalismo .....	121
5.2.4.	Causales de fuerza mayor o caso fortuito .....	121
6.	EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO .....	121
6.1.	INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO.....	122
6.2.	REGISTROS DE ATENCIÓN DE INCIDENCIAS .....	123
6.3.	INFORME DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	124
6.4.	INFORME ANUAL DE MANTENIMIENTO .....	125
6.5.	INDICADORES GENERALES DE MANTENIMIENTO .....	126
7.	GARANTÍA DE BUEN FUNCIONAMIENTO, TÉCNICA CONTRACTUAL Y ESPECÍFICAS DE COMPONENTES, SISTEMAS Y EQUIPOS MONTADOS DE CONTRATOS SUSCRITOS PARA LA PLMQ .....	127
8.	SUMINISTRO DE PARTES, PIEZAS, REPUESTOS, INSUMOS, CONSUMIBLES Y FUNGIBLES .....	127
8.1.	PARTES, PIEZAS Y REPUESTOS .....	127
8.2.	CONSUMIBLES Y FUNGIBLES .....	128
9.	INGRESO, MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA .....	128
9.1.	GESTIÓN DE LOS RIESGOS TÉCNICOS .....	129

9.2.	LIMPIEZA (ASEO), CONSERVACIÓN FUNCIONAL E IMAGEN DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÓNICOS Y TELECOMUNICACIONES	129
9.3.	GESTIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL .....	131
9.4.	GESTIÓN de RAM.....	131
9.5.	CONTROL E INSPECCIÓN .....	131
9.6.	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO .....	132
9.7.	PROCEDIMIENTO DE COORDINACIÓN DE LA PLMQ.....	134
9.8.	EQUIPOS DE COMUNICACIÓN .....	134
9.9.	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO GMAO.....	134
9.10.	PLAN DE TRANSICIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO .....	136
9.11.	LUGAR DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO .....	136
9.12.	HORARIOS DE OPERACIÓN COMERCIAL PLMQ.....	136
10.	INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD CONTRATANTE .....	137
11.	SERVICIOS ESPERADOS .....	137
12.	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	138
13.	PERSONAL TÉCNICO/EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS .....	139
13.1.	PERSONAL TÉCNICO MÍNIMO .....	139
13.2.	EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS .....	142
14.	FORMA Y CONDICIONES DE PAGO .....	142
14.1.	ANTICIPO .....	142
14.2.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	142
14.3.	MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....	143
15.	PROCEDIMIENTO PARA EL TRÁMITE DE PAGO Y DOCUMENTACIÓN HABILITANTE .....	143
16.	MULTAS .....	144
17.	OBLIGACIONES DE LAS PARTES .....	145
17.1.	OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA.....	145
17.2.	OBLIGACIONES DE LA EPMMQ.....	147
18.	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA OFERTA .....	147
18.1.	METODOLOGÍA CUMPLE/NO CUMPLE.....	147
18.1.1.	Integridad de la oferta.....	147
18.1.2.	Equipo Mínimo .....	148
18.1.3.	Personal Técnico Mínimo .....	148
18.1.4.	Experiencia General y Específica del Oferente.....	151
18.1.5.	Experiencia General mínima del Oferente .....	152
18.1.6.	Experiencia Específica mínima del oferente .....	152
18.1.7.	Experiencia del Personal Técnico Mínimo.....	152
18.1.8.	Términos de Referencia .....	153

18.1.9.	Patrimonio y existencia legal.....	153
18.1.10.	Oferta Económica.....	154
18.1.11.	Verificación de cumplimiento de integridad y requisitos mínimos de la oferta 154	
18.2.	INFORMACIÓN FINANCIERA DE REFERENCIA.....	154
18.3.	EVALUACIÓN POR PUNTAJE .....	155
19.	INDICADORES .....	158
19.1.	CLASIFICACIÓN DE AVERÍAS .....	159
19.2.	TIEMPOS DE RESPUESTA .....	159
19.3.	INDICADORES INFORMATIVOS.....	160
19.3.1.	Tiempo medio de resolución de una Orden de Trabajo .....	160
19.3.2.	Fiabilidad .....	160
19.3.3.	Mantenibilidad .....	161
19.4.	INDICADORES DE EVALUACIÓN.....	161
19.4.1.	Disponibilidad.....	161
19.4.2.	Tiempo de Respuesta .....	162
19.4.3.	Cumplimiento del mantenimiento preventivo (estándar de calidad del servicio) 163	
19.4.4.	Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental .....	163
20.	FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO .....	163
21.	ADMINISTRADOR DEL CONTRATO .....	164
22.	LUGAR DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN .....	164
23.	VIGENCIA TECNOLÓGICA.....	164
24.	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA .....	165
25.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	165
26.	REAJUSTE DE PRECIOS.....	165
27.	GARANTÍAS.....	165
27.1.	GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO.....	165
27.2.	GARANTÍA TÉCNICA.....	166
27.3.	GARANTÍA DE RESPONSABILIDAD CIVIL .....	166
28.	CPC .....	167
29.	COSTO DEL PLIEGO.....	167
30.	VIGENCIA DE LA OFERTA .....	167
31.	ANEXOS .....	167



## Índice de Tablas

Tabla 1 Distancia entre los tramos que conforman la PLMQ.....	29
Tabla 2 Distancia entre los pozos que conforman la PLMQ.....	30
Tabla 3 Vías y usos .....	41
Tabla 4 Geometría de los aparatos de vía.....	48
Tabla 5 Posición de los aparatos de vía con respecto al eje del túnel .....	48
Tabla 6 Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en estaciones y Ventilación de Túnel (Banana Jet). ....	60
Tabla 7 Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en pozos de ventilación y túnel a Talleres y Cocheras: .....	61
Tabla 8 Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en salidas de emergencia: .....	62
Tabla 9 Localización de los equipos instalados para el sistema de bombeo pluvial .....	66
Tabla 10 Plan .....	133
Tabla 11 Horario día laboral .....	136
Tabla 12 Horario sábado.....	137
Tabla 13 Horario domingo y festivos .....	137
Tabla 14 Personal técnico mínimo.....	139
Tabla 15 Equipo de Trabajo/Recurso .....	142
<b>Tabla 16 Multas .....</b>	<b>144</b>
Tabla 17 Criterios de ponderación.....	152
Tabla 18 Experiencia del Personal Técnico Mínimo.....	152
Tabla 19 Parámetros cumple no cumple .....	154
Tabla 20 Índices financieros .....	154
Tabla 21 Valoración. ....	155
<b>Tabla 22 Evaluación y puntaje personal Técnico .....</b>	<b>155</b>
Tabla 23 Planes de Mantenimiento .....	163

## Índice de Figuras

Figura 1 Esquema general del SCE .....	70
Figura 2 Control de los Sistemas MODBUS .....	71
Figura 3 Interacción con sistema de Interfonía .....	72
Figura 4 Árbol de Menús del operador .....	73
Figura 5 Solución Cimplicity .....	74
Figura 6 Conectividad .....	75
Figura 7 Red de Integración INTERFONÍA .....	77
Figura 8 Diagrama general sistema CCTV en estaciones .....	80
Figura 9 Diagrama general sistema CCTV Depósito Quitumbe .....	80
Figura 10 Arquitectura del Sistema de Megafonía en estación y frontera .....	83
Figura 11 Plano de ubicación del Sistema de Megafonía en Estación Genérica .....	84
Figura 12 Esquema de la arquitectura del Sistema de Control de Acceso y Anti-Intrusión .....	86
Figura 13 Diagrama General Solución Propuesta .....	88
Figura 14 Vista general de la arquitectura de la solución de Interoperabilidad para Metro Quito .....	90
Figura 15 Esquema General SIV .....	91
Figura 16 Módulos funcionales .....	92
Figura 17 Ventana de Mapa de línea .....	93
Figura 18 Ventana de detalle del Vestíbulo de la estación de Quitumbe .....	93
Figura 19 Visor de Panel .....	93
Figura 20 Niveles de Estratos de Servicio NTP .....	94
Figura 21 Diagrama y Ubicación de Equipos .....	95
Figura 22 Diagrama y Ubicación de Equipos .....	97
Figura 23 Diseño de Red instalado .....	97
Figura 24 Posición en la Topología de Red .....	98
Figura 25 Posición en la Topología de Red .....	98
Figura 26 Posición en la Topología de Red .....	99
Figura 27 Cableado de Fibra Óptica en túnel .....	99
Figura 28 Diagrama representativo de conexión nodo de acceso y nodos expansores .....	101
Figura 29 Rack de CCTV-TELEFONÍA de Cuarto COM de PCC .....	102
Figura 30 Esquema general del Sistema de Telefonía .....	104
Figura 31 Distribución de Salas y Puestos del PCC .....	107
Figura 32 Arquitectura general .....	109
Figura 33 Diagrama del SNMP en PTC .....	112
Figura 34 Diagrama del SNMP en Estaciones .....	112
Figura 35 Esquema SNMP .....	113

## TÉRMINOS DE REFERENCIA

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



### 1. ANTECEDENTES

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 telecomunicaciones, del subsistema de Transporte Metro de Quito.

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 para los sistemas 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 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 el literal c) de la Cláusula Décima del referido contrato *“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 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 aprobados por la EPMMQ.

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 25 de abril de 2024, mediante Memorando Nro. EPMMQ-GO-2024-0296-M, el Gerente de Operaciones de la EPMMQ, en cumplimiento de la delegación referida, puso en conocimiento del Gerente General los Informes Técnicos AVA-GO-INF-064-2024 de Obra Civil (Infraestructura y Superestructura) y 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 Nro. AVA-GO-INF-091-2024”*, el Gerente de Operaciones (E) de la EPMMQ, emitió el *“Informe Lotes de Mantenimiento de los Sistemas de la Primera Línea del Metro de Quito”*, que en su numeral 5 consta:

*“La Gerencia de Operaciones realizó el análisis de las propuestas entregadas por el Estructurador Técnico sobre los lotes de mantenimiento y su alcance, identificando la necesidad de reorganizar el contenido de los lotes de mantenimiento propuestos por el estructurador técnico, que se sustentan en las siguientes razones técnicas en el siguiente orden de prioridad:*

- *Dependencia Tecnológica*
- *Existencia de Proveedores Únicos*
- *Redefinición del alcance de los TDR*
- *Límite de subcontratación para los contratos*

*(...)*

*En la siguiente tabla se detallan los ajustes técnicos que se han realizado en los lotes de mantenimiento de manera motivada y justificada:*

*Gráfico 3: Contenido de los lotes de mantenimiento*

*(...)*

#### **LOTE 1: MANTENEDOR DE INFRAESTRUCTURA**

- **Mantenimiento superestructura de vía.**
- **Obra Civil.**
- **Sistemas de ventilación y sistemas de bombeo.**
- **Edificios de Talleres y Cocheras.**
- **Sistema de telecomunicaciones (comunicaciones, control de estaciones y puesto de control central).**

El 27 de mayo de 2024, mediante memorando Nro. EPMMQ-GO-2024-0414-M, el Gerente de Operaciones de la EPMMQ, 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 (electromecánicos), 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 23 de julio de 2024, se suscribió el Acta de Variaciones, Ajustes, Decisiones y Acuerdos, instrumento por el cual acordaron la aprobación de un nuevo programa de obra denominado Línea Base 11-LB11, cuya fecha de finalización se estableció para el 31 de diciembre de 2024, y se incluyó como parte del alcance del Contrato con el Consorcio Línea 1 - CL1, la ejecución de los servicios de mantenimiento de todos aquellos subsistemas que no contemplaba el alcance del Contrato No. 20220010 suscrito con la Empresa Operadora EOMMT.

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.

Mediante Memorando Nro. EPMMQ-GO-2024-1147-M, el Gerente de Operaciones de la EPMMQ, remitió al Gerente General de la EPMMQ, el Informe AVA-GO-INF-261-2024 de 24 de diciembre de 2024, en el que recomendó “(...) que apruebe y autorice la implementación del plan expuesto en el presente informe, en el que incluye la contratación de recursos humanos y materiales.”

Mediante Memorando Nro. EPMMQ-GG-2024-360-M, de 26 de diciembre de 2024, el Gerente General de la EPMMQ dispuso al Gerente Técnico Encargado, Director de Desarrollo Organizacional, Gerencia de Responsabilidad Social y Ambiental y a la Gerencia Administrativa Financiera, lo siguiente:

*“(...) pongo en su conocimiento el mencionado informe y dispongo se ejecuten las acciones correspondientes, conforme sus atribuciones estatutarias, para viabilizar la toma de mantenimiento de los cuatro sistemas referidos en el informe por parte de la EPMMQ, bajo la responsabilidad y coordinación de la Gerencia de Operaciones.”*

En cumplimiento de lo dispuesto por el Gerente General de la EPMMQ, a partir de 01 de enero de 2025, la EPMMQ se encuentra realizando con su personal técnico el mantenimiento Nivel 1 de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ. Cabe indicar que este mantenimiento realizado por la EPMMQ contempla actividades necesarias para mantener la operación comercial de la PLMQ, sin embargo, la EPMMQ no posee los recursos, equipamiento y personal para dar cumplimiento al mantenimiento preventivo y correctivo en todos sus niveles de los sistemas mencionados.

El 27 de enero de 2025, la EPMMQ mediante Resolución No. RE-GG-EPMMQ-CP-2025-003 resolvió declarar adjudicatario fallido al CONSORCIO L1 QUITO ASCH, para la contratación del “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE



INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECÁNICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”, Consorcio que estuvo conformado por la compañía ASCH Infraestructuras y Servicios S.A., de nacionalidad Española y la compañía ASCH, Sociedad Anónima de Capital Variable de nacionalidad Mexicana, debido a que el adjudicatario no cumplió su obligación de presentar las garantías (Garantía de fiel cumplimiento del contrato y Garantía de responsabilidad civil), determinadas en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, su Reglamento, y en los Términos de Referencia, hecho que impide suscribir el contrato dentro del término establecido para el efecto, causa imputable al adjudicatario al incumplir lo determinado en los artículos 69 y 74 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, 258 y 260 de su Reglamento General.

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 código Nro. LICS-EPMMQ-2024-001, para la contratación del “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECÁNICOS 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.

El 16 de junio de 2025, el Gerente de Operaciones (E), en cumplimiento de la delegación respecto a la aprobación de planes puso en conocimiento del Gerente General el Informe Técnico AVA-GO-INF-228-2025 denominado “INFORME DE APROBACIÓN DE LOS MANUALES Y PLANES DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECÁNICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”, en el que se concluye: “(...) en cumplimiento del artículo 166 del Reglamento General Sustitutivo para la Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes e Inventarios del Sector Público, así como de la delegación emitida por la Gerencia General de la EPMMQ mediante Memorando Nro. EPMMQ-GG-2024-0035-M, se mantienen vigente los manuales y planes de mantenimiento de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones para el año 2025”.

El 30 de julio de 2025, mediante Resolución Nro. RE-GG-EPMMQ-CP-2025-053, la máxima autoridad de la EPMMQ autorizó el inicio y resolvió acogerse al procedimiento de Contratación de Servicios en el Exterior a Ejecutarse en Territorio Nacional para la contratación del “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECÁNICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO” signado con el código PE-EPMMQ-2025-002.

El 18 de agosto de 2025, mediante Resolución Nro. RE-GG-EPMMQ-CP-2025-063, la máxima autoridad resolvió:

*“(...) Artículo 2. Declarar la cancelación del procedimiento de contratación pública con código Nro. PE-EPMMQ-2025-002 para la contratación de servicios en el exterior a ejecutarse en territorio nacional, para la contratación del “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECÁNICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO” con un presupuesto referencial de USD 74.109.466,82 (SETENTA Y CUATRO MILLONES CIENTO NUEVE MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y SEIS CON 82/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA), sin incluir IVA, de conformidad con la leyenda que consta en la página del sistema de compras públicas – SOCE, la*



*recomendación emitida por la Comisión Técnica y lo determinado en el artículo 34 numeral 3 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.(...)”.*

## **Cambios Normativos en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y su Reglamento.**

En virtud de los cambios normativos desarrollados en el país en los últimos meses, mismos que han afectado particularmente la contratación pública nacional como consta a continuación:

- El 26 de junio de 2025, se expide y publica en el Tercer Suplemento del Registro Oficial Nro. 68 la Ley Orgánica de Integridad Pública (LOIP), mediante la cual se reformó la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCNCP).
- El 23 de julio de 2025, en el Tercer Suplemento del Registro Oficial N.º 87 se publica la reforma al Reglamento General de la LOSNCNCP (RGLOSNCNCP), en atención a las modificaciones introducidas por la LOIP.
- El 26 de septiembre de 2025, la Corte Constitucional emite la sentencia 52-25-IN/25, que declara la inconstitucionalidad de la LOIP su reglamento y normas conexas, con efectos a futuro desde su publicación en el registro oficial.
- El 03 de octubre de 2025, en el Registro Oficial N.º 96 – Edición Constitucional, la Corte Constitucional emite sentencia que declara la inconstitucionalidad de la LOIP, su reglamento y normas conexas.
- El auto de aclaración y ampliación de la sentencia 52-25-IN/25 en su número 33 recuerda que: “(a) todos los procesos precontractuales iniciados antes de la publicación de la sentencia deben concluir conforme a la LOIP; y (b) a partir de la publicación de la sentencia, ningún órgano puede iniciar nuevos procesos ni expedir actos normativos o administrativos con sustento en la LOIP”.
- El 07 de octubre de 2025, se aprueba en segundo debate y se publica en el Cuarto Suplemento del Registro Oficial N.º 140 la Ley Orgánica Reformatoria a la LOSNCNCP, que restablece y actualiza el marco jurídico aplicable a la contratación pública.
- El 28 de octubre de 2025, mediante Suplemento 9 No. 153 del Registro Oficial, se expidió el nuevo Reglamento General a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, en cumplimiento de la Disposición Transitoria Tercera de la ley reformada.

Por todo lo descrito, las modificaciones a la normativa del Sistema Nacional de Contratación Pública han obligado a efectuar una reprogramación de la planificación de las contrataciones en la EPMMQ, en acatamiento a lo dispuesto por toda la normativa legal, vigente y aplicable, y en consecuencia a la actualización de documentación preparatoria para la contratación del “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LINEA DEL METRO DE QUITO”.

## **2. BASE LEGAL**

La Constitución de la República establece:

*Artículo 226.- “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”.*

Artículo 227.- “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”.

Artículo 288.- “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”.

Artículo 314.- “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.”.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, establece:

Artículo 55.- “El transporte público se considera un servicio estratégico, así como la infraestructura y equipamiento auxiliar que se utilizan en la prestación del servicio. Las rutas y frecuencias a nivel nacional son de propiedad exclusiva del Estado, las cuales podrán ser comercialmente explotadas mediante contratos de operación”.

El Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, establece:

Artículo 78.- “**Términos de referencia.** - Para elaborar los términos de referencia se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

1. Se establecerán en función de las necesidades específicas a ser cubiertas, de los objetivos, características y condiciones de prestación o desarrollo requeridos, así como, de los requisitos técnicos, de sostenibilidad en lo que fuera aplicable, funcionales o tecnológicos, bajo los que deben ser prestados;
2. Los términos de referencia deben ser claros, completos y detallados de tal forma que no haya lugar a ambigüedades o contradicciones que propicien o permitan diferentes interpretaciones de una misma disposición, ni indicaciones parciales;
3. Los términos de referencia para la contratación de servicios incluidos los de consultoría contendrán obligatoriamente los siguientes aspectos:
  - a) Alcance;
  - b) Metodología de trabajo;
  - c) Información que dispone la entidad;
  - d) Productos o servicios esperados;
  - e) Plazo de ejecución: parciales y/o total;
  - f) Personal técnico/equipo de trabajo/recursos, en el caso que corresponda;
  - g) Forma y condiciones de pago;
  - h) Multas;
  - i) Obligaciones de las partes; y,
  - j) Parámetros de evaluación y calificación según corresponda.
4. Los términos de referencia se establecerán con relación exclusiva a los servicios objeto del procedimiento y no con relación a los consultores o proveedores.”.

El Reglamento General Sustitutivo para la Administración, Utilización, Manejo y Control de los Bienes e Inventarios del Sector Público, emitido por la Contraloría General del Estado, establece:

*Artículo 162.- “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...”.*

*Artículo 166.- “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.”*

*Artículo 167.- “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.”*

*Artículo 168.- “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.”*

Las Normas de Control Interno Nro. 406-13, emitida por la Contraloría General del Estado, establece:

*“(...) 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 Código Municipal para el Distrito Metropolitano de Quito, establece:

*Artículo 208.- “El objeto principal de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito será el de desarrollar, implementar y administrar el subsistema “Metro de Quito” en el*

*marco de las políticas y normas expedidas por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (...)."*

El 25 de febrero de 2022, mediante Resolución DEPMMQ-002-2022, se emitió el Estatuto Orgánico por Procesos de la Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito, en el cual, se establece:

*"(...)*

*2.3 Gerencia de Operaciones*

*Misión: 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.*

*Responsable: Gerente de Operaciones.*

*Atribuciones y responsabilidades:*

*(...) m) Administrar los contratos para la operación, mantenimiento, prestación de servicios complementarios y fiscalización del servicio de transporte Metro de Quito y emitir informes de su ejecución; (...)*

*(...) r) Asesorar a las autoridades y colaboradores de la institución en lo relacionado con la operación y mantenimiento del subsistema de transporte Metro;*

*s) Las demás que le sean dispuestas por el Gerente General, en el ámbito de sus competencias."*

En el artículo 1 de la Resolución No. AQ 057-2022 de 20 de diciembre de 2022, la Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito, en el artículo 1, 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".*

En el artículo 2 de la Resolución ibídem, se establece:

*"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."*

Adicionalmente, en las disposiciones generales se estableció:

*"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”.*

El 28 de abril de 2023, mediante resolución Nro. SM-2023-0209, la Secretaría de Movilidad del GAD DMQ, resolvió:

*“Artículo 2.- Autorizar el inicio de la prestación del servicio público de transporte de pasajeros, por parte del Subsistema "Metro de Quito", con base en la documentación remitida mediante Oficio No. EPMMQ-GG-2023-0402-O de 24 de abril de 2023, Memorando No. EPMMQ-GT-2023-0251-M de 27 de abril de 2023 y Oficio No. EPMMQ-GG-2023-0417-O de 28 de abril de 2023. (...).”*

El 01 de noviembre de 2023, con Resolución Nro. DEPMMQ-020-2023, el Directorio de la EPMMQ, resolvió:

*“Artículo 1.- (...) 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”.*

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO 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” que permita el buen funcionamiento de sus componentes y elementos, para la continuidad de la operación comercial de la Primera Línea de Metro de Quito.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar el mantenimiento preventivo de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, conforme a los planes de mantenimiento aprobados por la EPMMQ, así como el mantenimiento correctivo de los referidos sistemas a fin de mantener su disponibilidad.
- Garantizar la operación continua, la fiabilidad, y la disponibilidad de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ.
- Mantener la vida útil de los equipos y componentes que conforman los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ.
- Proveer y mantener un stock adecuado de repuestos requeridos, a fin de cumplir con la disponibilidad de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones.
- Cumplir con la normativa ambiental, de seguridad industrial y salud ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto, el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y sus actualizaciones, así como con el Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad y Salud Ocupacional (PGASS-H).

- Generar la adecuada transferencia de conocimientos al personal designado por la EPMMQ, para fortalecer sus capacidades técnicas sobre la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes y elementos de los sistemas.
- Cumplir la Normativa RAM. (Disponibilidad, Fiabilidad, Mantenibilidad).

#### **4. 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 conformidad con los Manuales de Mantenimiento de los fabricantes, los Planes de Mantenimiento aprobadas por la EPMMQ, 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 engloban todas las acciones no previstas ni programadas que resulten necesarias para garantizar la disponibilidad, fiabilidad y seguridad de los sistemas e infraestructura, incluyendo el análisis y seguimiento de fallas.
- Realizar la limpieza de trenes de la PLMQ que forma parte de las actividades necesarias para el mantenimiento de la funcionalidad, salubridad y seguridad operativa del material rodante.
- Disponer y mantener el stock adecuado de repuestos, insumos y consumibles para el mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones. Para lo cual, el Contratista debe llevar un control de inventario mediante un Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO.
- Realizar la monitorización permanente de los sistemas desde la Sala de Mantenimiento del PCC; las 24 horas del día, los 7 días de la semana (24/7). Para lo cual, el oferente debe dimensionar el recurso humano en función de la carga de trabajo y criticidad de los sistemas, asegurando que se cumpla la cobertura total y la capacidad de reacción ante posibles fallas múltiples o simultáneas. Los sistemas por monitorear son: Ventilación, PCI, CCTV, SCE, Red de Comunicaciones, Climatización, Sistema de Alimentación Ininterrumpida, TETRA, Megafonía, Sistema de Información al Viajero, Recaudo.
- Disponer de un equipo de salvaguardas 24/7 con el personal necesario para la atención de incidencias por cada sistema: Infraestructura, Superestructura, Pozos de bombeo, salidas de emergencia (interestaciones), compuertas cortafuego y antitormenta, Telecomunicaciones, Climatización, PCI y Ventilación.
- Disponer de movilización permanente del personal de mantenimiento entre los diferentes frentes de trabajo en los que se tengan programadas actividades de mantenimiento.



- Brindar solución a correctivos en situaciones de emergencia que puedan afectar la operación comercial, tales como la caída de sistemas de telecomunicaciones; así como cualquier otro evento que impida la circulación del material rodante o cualquier otro evento que paralice la operación de la PLMQ, derivados de los sistemas objeto de la contratación.
- Contar con soporte técnico 24/7 para los sistemas objeto de la contratación.
- Disponer y administrar un Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO, que permita integrar la información de mantenimiento preventivo, correctivo, repuestos, bitácoras y programación de actividades.
- Mantener bitácoras de mantenimiento específicas para cada sistema, registrando fechas, tipo de mantenimiento (preventivo o correctivo), personal encargado, repuestos utilizados, observaciones relevantes y próximos servicios o actividades programadas, a fin de garantizar trazabilidad, control de auditorías y continuidad operativa.
- Desarrollar, generar y gestionar la interfaz de integración entre el Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO y el Sistema ERP 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 Anexos ("PMA Y PGASS-H") 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 y aprobado por la EPMMQ.
- Realizar la limpieza continua de los sistemas objeto de la contratación, manteniendo la custodia, conservación y seguridad de las instalaciones físicas comprendidas en este alcance, así como de las áreas de trabajo asignadas por la EPMMQ al Contratista mediante acta de entrega-recepción.
- Asegurar la vigencia tecnológica de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, en aquellos casos en los que sea aplicable.
- Ejecutar el servicio de mantenimiento con los mayores niveles de Fiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad (RAM), y altas prestaciones técnicas.

Los componentes considerados en la presente 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", comprenden:

- **Infraestructura:** Túnel, Fondo de Saco, Pozos, Talleres y Cocheras.
- **Superestructura:** Vía, Carril, Aparatos de Vía y Equipos de engrase.
- **Sistemas Electromecánicos:** PCI en Pozos, PCI en Túnel, PCI en Talleres y Cocheras, Ventilación y Bombeo Pluvial.
- **Sistemas de Telecomunicaciones:** Puesto de Control Central, Sistema de Control de Estaciones y Comunicaciones, y climatización.

Conforme a los Anexos que se incluyen en este documento; a continuación, se presentan las principales características de los sistemas comprendidos en el alcance de esta contratación:

#### 4.1. INFRAESTRUCTURA

El mantenimiento de la infraestructura general de las estaciones no forma parte del presente alcance, ya que dichas actividades están contempladas dentro del contrato de operación de la PLMQ suscrito con la EOMMT S.A.S.; no obstante, sí será responsabilidad del Contratista el mantenimiento de los sistemas comprendidos en la presente contratación, por lo que estos espacios específicos se incluyen dentro del alcance de los presentes Términos de Referencia.

La PLMQ cuenta con patio de Talleres y Cocheras y 15 estaciones, que son las 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)

La infraestructura dentro de los cuartos técnicos y no técnicos que forman parte del alcance de este servicio son:

- Subestaciones de Tracción (incluye planta de equipos y planta de cableado)
- Centros de Transformación (incluye cuartos de alta y baja tensión)
- Cuartos de Alimentación de Socorro
- Cuartos de Comunicaciones (COM)
- Cuarto de PCI de Talleres y Cocheras
- Cuartos de Enclavamientos
- Cuarto de Seccionadores de Línea Aérea - SLA
- Sistema de Ventilación de túnel y estación
- Sistema de Bombeo en estación y túnel
- Fondo de Saco
- Cuartos no técnicos disponibles

- Galerías de conexión

#### 4.1.1. Túnel

El túnel de la PLMQ se encuentra revestido mediante anillos formados por dovelas prefabricadas de hormigón armado, con las siguientes características:

- Diámetro interior: 8,43 m.
- Espesor de dovela: 32 cm.
- Longitud de anillo: 1,50 m.
- Configuración: anillo universal compuesto por siete dovelas (seis más dovela de cierre).
- Refuerzo estructural: armadura convencional y fibras de acero (25 kg/m<sup>3</sup> de hormigón), con el objetivo de evitar roturas durante el montaje por esfuerzos de corte y garantizar el comportamiento estructural frente a incendio en el interior del túnel.

La construcción del túnel se ejecutó mayoritariamente mediante el método EPB y, en menor proporción, mediante el sistema entre pantallas, que incluye el Fondo de Saco.

A continuación, se detalla la distancia entre los tramos que conforman la PLMQ:

*Tabla 1 Distancia entre los tramos que conforman la PLMQ*

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
ESTACIÓN QUITUMBE / PB1	10+001.000	10+160.570	159.57
TÚNEL SUR (TBM HK S-1022)	10+160.570	10+477.360	316.79
POZO EXTRACCIÓN 1	10+477.360	10+499.370	22.01
TÚNEL SUR (TBM HK S-1022)			1490.94
ESTACIÓN MORÁN VALVERDE	11+990.308	12+120.026	129.718
TÚNEL SUR (TBM HK S-1022)			1932.11
ESTACIÓN SOLANDA	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
ESTACIÓN CARDENAL DE LA TORRE	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
ESTACIÓN EL RECREO	17+023.446	17+156.957	133.511
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			1700.13
ESTACIÓN LA MAGDALENA	18+857.090	18+973.490	116.40
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			2624.62
ESTACIÓN SAN FRANCISCO	21+598.113	21+713.849	115.736
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			1593.94
ESTACIÓN LA ALAMEDA	23+307.794	23+441.304	133.51
TÚNEL CENTRAL (TBM HK S-1019)			651.38
POZO EXTRACCIÓN 2	24+092.680	24+114.680	22.00
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			217.15
ESTACIÓN EL EJIDO / PB-8	24+331.828	24+469.837	138.01
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1231.55
ESTACIÓN UNIVERSIDAD CENTRAL	25+701.390	25+855.413	154.02
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			935.50
ESTACIÓN LA PRADERA	26+790.910	26+924.420	133.51
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			784.96
ESTACIÓN LA CAROLINA	27+709.375	27+846.925	137.55
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1401.23
ESTACIÓN IÑAQUITO	29+248.156	29+383.256	135.10
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1244.36
ESTACIÓN JIPIJAPA	30+627.619	30+763.969	136.35
TÚNEL NORTE (TBM HK S-1018)			1049.88
ESTACIÓN EL LABRADOR	31+813.847	31+972.996	159.15

SITIO	PK - INICIO	PK - FINAL	DISTANCIA (m)
TÚNEL ENTRE PANTALLAS FONDO SACO	31+972.996	32+291.346	318.35

- **Túnel EPB**

En la mayor parte del trazado del túnel de línea se empleó una tuneladora tipo EPB, la cual trabajó con frente cerrado y presión de tierras mantenida en la cámara mediante un tornillo sinfín encargado de evacuar los productos excavados.

- **Túnel entre pantallas**

El método constructivo de túnel entre pantallas, que incluye el Fondo de Saco, fue aplicado en ciertos tramos específicos de la obra. Dicho sistema se ejecutó mediante pantallas de 1,00 m de espesor, conformadas por hormigón armado de 30 MPa de resistencia y acero A42.

- **Drenajes**

El drenaje en los tramos de túnel se conforma por un sistema de canaletas superficiales moldeadas en el hormigón de la plataforma, diseñadas para recoger las infiltraciones y el agua que pueda verterse sobre la vía. Estas canaletas descargan en una canaleta central, dispuesta a lo largo del eje de la plataforma, que conduce el agua hacia los pozos de bombeo pluvial.

El sistema se complementa con:

- Canaletas laterales de tipo albañal, de 15 cm de ancho, ubicadas en los bordes de la plataforma.
- Canaleta central de 20 cm de ancho en el eje de la plataforma, destinada a recolectar el agua proveniente de los drenajes laterales.
- Canalillos transversales de 15 cm de ancho y profundidad variable, que conectan los albañales con la canaleta central, ejecutados con una pendiente del 0,2%.

La pendiente longitudinal de las canaletas coincide con la rasante de la plataforma, optimizando así el escurrimiento hacia los sistemas de bombeo.

#### 4.1.2. 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 contruidos de forma individual y combinado.

A continuación, se detalla la distancia entre los pozos que conforman la PLMQ:

*Tabla 2 Distancia entre los pozos que conforman la PLMQ*

POZOS	
SITIO	PK – EJE POZO
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

#### 4.1.3. 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.
- Estructura cuadrada o cilíndrica de hormigón del pozo.
- 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.

Descripción de actuaciones en pozos:

El mantenimiento de pozos abarca el tratamiento de juntas para prevenir el paso de agua, la impermeabilización de las paredes en casos específicos y la reconducción del flujo de agua hacia las canaletas perimetrales existentes.

El mantenimiento de los pozos de bombas incluye los procesos conjuntos de: inspección de las paredes del pozo, revisión y mantenimiento del sistema de bombeo, limpieza de tuberías o canales de llegada de agua, retirada de posibles elementos flotando en el agua del pozo o rejillas, comprobación del sistema de alimentación eléctrica, sistemas de alarmas, detectores de niveles de agua, además de una prueba de bombeo.

#### **4.1.4. 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.

#### **4.1.5. 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. Son objeto de estos términos de referencia las salidas de pozos de emergencia en interestación, ya que las salidas de emergencia de estación están a cargo de la EOMMT.

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
    - Drenaje interno y externo, en salida de emergencia 6 corresponde el mantenimiento de la cuneta longitudinal en superficie.
  - 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
    - Compuerta de salida de emergencia de túnel

Como parte de los pozos de Salidas de Emergencia (SE), incluye los portones del túnel hacia la calle.

#### **4.1.6. Compuertas Anti tormenta y Compuertas Corta Fuego**

Dentro de las estaciones Morán Valverde y San Francisco de la PLMQ, se cuenta con puertas anti-tormentas, las cuales son un elemento de prevención pasiva, que ha sido diseñado para evitar la entrada masiva del agua a la red municipal de saneamiento en caso de que se presenten 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.

Elementos básicos:

Precerco, cerco, 2 hojas fabricadas en acero inoxidable  
Instalaciones hidráulicas  
Instalaciones mecánicas  
Instalaciones eléctricas  
Comunicaciones con el puesto de mando

Como parte del alcance de esta contratación, se requiere realizar el mantenimiento de las compuertas cortafuego tipo RF ubicadas bajo andén y en cuartos técnicos dentro de las estaciones, las cuales están contempladas en el presente documento.

#### **4.1.7. Rejillas de recogida de aguas pluviales**

Se incluye el mantenimiento de las rejillas y canaletas de recogida de aguas pluviales existentes en la infraestructura de Línea 1 de Metro de Quito, que no se encuentran a cargo del operador como es el caso de rejillas de calle en pozos, salidas de emergencia, pozos de ventilación y bombeo.

Elementos básicos y comunes:

- Rejilla de superficie (tramex)
- Canaleta perimetral de recogida de aguas
- Rejilla superior de protección de canaleta
- Sumidero de desagüe de canaleta

Adicionalmente, se deberá dar mantenimiento al sistema de puesta a tierra y sistema pararrayos, ubicados en las estaciones, pozos de bombeo y ventilación, playa de vías de Talleres y Cocheras y Subestación Quitumbe, instalación a través del cual se conectan los demás sistemas.

#### **4.1.8. Cubetos de recogida de aguas pluviales**

Los cubetos son unas estructuras diseñadas para recoger, acumular y desaguar, al sistema de pluviales de la infraestructura de la PLMQ, las aguas procedentes de lluvia y escorrentía de calle, que entran a través de las rejillas situadas en calle. Se localizan tanto en estaciones (las cuales están a cargo del operador), como en los pozos (salidas de emergencia, ventilación y bombeo), los cuales son parte de este servicio de mantenimiento.

En los pozos de ventilación (y pozos de ventilación con bombeo), los cubetos se sitúan bajo el tramex de ventilación situada en la vertical del pozo en calle.

En las Salidas de emergencia, los cubetos se sitúan bajo los siguientes elementos:

- La rejilla de ventilación de las salidas de emergencia.
- La rejilla de entrada de aire para la presurización de las salidas de emergencia de túnel.

Elementos básicos de los cubetos:

- Muros perimetrales
- Sumideros de desagüe
- Protección anti-hojas del desagüe
- Chapas metálicas de revestimiento de tabiques perimetrales

#### **4.1.9. 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> (bodega)
- Infraestructura de subestación eléctrica.
- Exteriores a los edificios.
- Vías de acceso y parqueaderos.
- Áreas verdes.
- Cerramientos.
- Canales de drenaje y subdrenajes.
- 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 perfilería.
  - 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 oficina
    - Escritorios y sillas en oficinas (edificio administrativo, jefe de depósito, control de accesos, despachos)
    - Mesas y sillas en zona de comedor
    - Armarios metálicos tipo cancelas (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
      - Inodoros
      - 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
- Redes de puesta a tierra
  - Nave de Talleres y Cocheras
- Pararrayos
  - Nave talleres y Cocheras
  - Subestación
  - Playa de vías
  - Junto a vía de pruebas
  - Parcela
  - Avenida Huayanay
- Urbanización Exterior
  - Pavimentos aceras y calzadas
  - Señalización viaria
  - Red de saneamiento exterior
  - Jardinería y arbolado exterior
  - Galibarios
  - Cerramiento exterior y vallado parcela TyC, parcela subestación y parcelas remanentes (Italfim en TyC, malla electrosoldada en subestación, vía de pruebas, en parcelas remanentes)
- Carteles de fachada
- Forjado sanitario de piezas Cupolex en edificio de jefe de depósito.
- Sistema Aire Comprimido
  - Ductos del sistema
  - Válvulas, piezas especiales y tomas de aire
  - Compresores, secadores y equipo accesorio
  - Instalación eléctrica
- Sistema de Producción de Agua Caliente
  - Paneles Solares
    - Perfilera metálica para montaje de paneles
    - Paneles solares
    - 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
- Cisterna

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 siempre 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
  - Sistema de control y conexión a cuarto de control

La playa de vías está formada por las siguientes vías.

*Tabla 3 Vías y usos*

DENOMINACIÓN	LONGITUD (m)	USO	No. Vías
Vía 1	199,59	Dresinas e	2
Vía 2	136,53	Instalaciones Fijas	
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	Auxiliares Mecánica	2
Vía 28	43,05		
Vía 29	25,40		
<b>TOTAL</b>	<b>5.983,10</b>		

De acuerdo con los elementos señalados y conforme se detalla en los planes de mantenimiento y documentación técnica adjuntos, el contratista está obligado a mantener operativos todos los componentes que conforma la sección de Infraestructura. Esta obligación incluye la ejecución oportuna de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, de todos sus elementos que garanticen el correcto funcionamiento.

Para 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”, la EPMMQ no facilitará espacio físico ni externo ni dentro de la nave, siendo responsabilidad del contratista contemplar lo requerido para el cumplimiento contractual.

#### 4.1.10. Limpieza interior de trenes

El Contratista será responsable de las actividades de limpieza interna de los trenes de la Primera Línea del Metro de Quito, cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por la EPMMQ en el PMA y PGASS-H.

Características de la flota:

- La Primera Línea del Metro de Quito cuenta actualmente con 18 trenes, cada uno compuesto por 6 coches (en los cuales existen dos Cabinas de conducción RCP).
- Longitud total de cada tren: 109,104 metros.
- La limpieza debe cubrir la totalidad del tren, incluyendo coches intermedios y cabinas de conducción (RCP), sin excepción.

Turnos de operación comercial:

- El servicio de operación se organiza en turnos distribuidos durante todo el día, por lo que los trenes rotan entre operación, mantenimiento y reserva.
- El Contratista deberá ajustar su planificación en función de los horarios de operación comercial establecidos por la EPMMQ, con especial atención a los siguientes periodos:
  - Horario nocturno (21h00 – 05h00): Principal ventana para limpieza profunda o de alistamiento antes del inicio de servicio.
  - Horas valle (media mañana y media tarde): Oportunidad para intervenciones rápidas y refuerzos cuando los trenes ingresen a reserva o al taller.

Ubicación de trenes fuera de servicio:

- Cada noche, al menos 4 trenes se almacenan en fondo de saco (Labrador).
- Los trenes restantes se almacenan en los talleres y cocheras, donde debe establecerse un equipo base de limpieza.
- El Contratista de requerirse podrá establecer equipos diferenciados para la atención tanto en talleres y cocheras como en fondo de saco, según demanda operativa.

Planificación obligatoria del Contratista:

- El Contratista será responsable de dimensionar el personal, los equipos y los recursos necesarios para cubrir que toda la flota operativa esté limpia y lista antes de iniciar el servicio diario.

Disponibilidad y flexibilidad:

- El servicio debe tener carácter flexible y dinámico, adaptándose a cambios operacionales imprevistos, como ingresos no programados a talleres o ampliación de flota activa por demanda.
- La EPMMQ se reserva el derecho de modificar horarios y asignación de trenes según necesidades institucionales y ampliación de flota, debiendo el Contratista ajustar sus operaciones sin costo adicional.

Intervenciones nocturnas y diurnas:

- La limpieza de alistamiento deberá realizarse principalmente durante la noche, pero el Contratista también deberá contar con recursos disponibles para realizar:
  - Limpiezas intermedias o de refuerzo durante el día (en talleres, estaciones o patios).
  - Intervenciones correctivas o de urgencia cuando el estado de limpieza no cumpla con los estándares mínimos establecidos.

### Limpieza interna

La limpieza interna de los trenes comprende la aplicación de agua, productos y soluciones químicas que se ajusten a las recomendaciones del Fabricante, así como la utilización de fricción manual o mecánica controlada, con el objetivo de remover suciedad, grasa, manchas y cualquier elemento adherido a las superficies interiores del tren. Estas actividades deberán realizarse de manera que se mantenga o mejore el estado estético y funcional del material rodante, garantizando la integridad de los componentes y los acabados.

El proceso de secado de la carrocería interior deberá realizarse de forma manual o mediante mecanismos suaves, garantizando que las superficies queden completamente libres de agua, humedad o residuos de limpieza, sin causar deterioro a los bienes o materiales intervenidos.

Todos los productos empleados en las labores de limpieza deberán ser de **pH neutro**, biodegradables y contar con las certificaciones necesarias (MDS) que acrediten su compatibilidad con los materiales del tren. Su uso estará condicionado a la aprobación previa de la EPMMQ, a fin de prevenir daños, corrosión o desgaste prematuro en los activos.

### Limpieza interior diaria

La limpieza deberá realizarse diariamente a la totalidad de la flota operativa antes de su salida a servicio, en el horario comprendido entre las 21h00 y las 05h00. Se debe considerar que cuatro (4) trenes pernoctan cada noche en el fondo de saco, por lo que el Contratista podrá organizar recursos diferenciados para intervenir estas unidades en dichas ubicaciones.

Adicionalmente, la limpieza podrá realizarse durante las horas valle (reducción de flota), tanto en la mañana como en la tarde, aprovechando los momentos en que los trenes salgan temporalmente de operación comercial. En todos los casos, el Contratista deberá garantizar la

disponibilidad de los trenes completamente limpios y disponibles antes de su retorno a servicio, cumpliendo con los tiempos establecidos.

En el caso de Clave Z (derrames internos en tren, interestacional), el operador será el responsable de la respectiva limpieza en las estaciones.

La limpieza de alistamiento deberá ejecutarse conforme a las siguientes consideraciones técnicas y operativas:

- Cobertura integral del tren: La limpieza deberá contemplar la totalidad del tren, incluyendo todos los coches y cabinas, sin excepción. Se deberán atender áreas de circulación de pasajeros, cabinas de conducción, asientos, pasamanos, pisos, ventanas, paredes interiores, techos, puertas, dispositivos de emergencia y paneles de información.
- Eliminación de residuos sólidos: Se deberá realizar el retiro completo de desechos sólidos, objetos olvidados por usuarios y cualquier otro elemento ajeno al uso regular del tren. El Contratista será responsable del acopio temporal y la disposición adecuada de los residuos conforme al PMA y PGASS-H.
- Uso de productos adecuados: Los productos empleados deberán ser de pH neutro, no abrasivos, no tóxicos, biodegradables y compatibles con los materiales de los trenes. Deberán contar con fichas técnicas y hojas de seguridad (MSDS), las cuales serán previamente validadas por el Administrador de Contrato.
- Método de limpieza: Las tareas se realizarán mediante fricción manual o mecánica suave, utilizando paños de microfibra, mopas, aspiradoras, esponjas, cepillos no abrasivos y equipos que no generen daños sobre las superficies tratadas.
- Condiciones de seguridad: El personal deberá portar los elementos de protección personal (EPP) adecuados y cumplir con los procedimientos de seguridad definidos por la EPMMQ para el ingreso y trabajo dentro de trenes y zonas operativas. Las actividades no deberán interferir con la operación ni comprometer la seguridad de la infraestructura o del personal.
- Tiempos máximos de intervención: El Contratista deberá asegurar que la limpieza de cada tren se realice dentro de los tiempos establecidos en el cronograma de alistamiento, garantizando su disponibilidad sin demoras para el inicio de servicio comercial.
- Registro de actividades: Se deberá llevar un registro diario de limpieza, que incluya fecha, hora, tren intervenido, personal asignado, actividades ejecutadas y observaciones.
- Control de calidad: El Contratista implementará un procedimiento de control de calidad para verificar el cumplimiento de los estándares definidos en los presentes términos de referencia. Se deberán ejecutar inspecciones aleatorias y aplicar medidas correctivas ante hallazgos.

### Limpieza interior profunda

El Contratista será responsable de ejecutar la limpieza profunda de **al menos un (1) tren completo por noche**, conforme a la planificación acordada con la EPMMQ. Esta actividad deberá realizarse con personal calificado, utilizando productos y equipos adecuados que garanticen la conservación de los materiales y sistemas del tren, sin afectar su funcionalidad ni causar daños.

### Consideraciones técnicas y operativas:

#### 1. Ubicación de ejecución:

- La limpieza profunda se realizará en los talleres, andenes o cocheras habilitadas, según disponibilidad operativa y planificación establecida.

## 2. Vidrios y superficies transparentes:

- Los vidrios de puertas, ventanillas y parabrisas deben limpiarse con productos adecuados y secarse manualmente o mediante acción mecánica suave.
- No se acepta secado por escurrido, o al ambiente.
- Evitar la generación de marcas, rayones o residuos visibles.

## 3. Pisos:

- Deberá realizarse una limpieza profunda para eliminar:
  - Derrames líquidos o sólidos.
  - Manchas persistentes.
  - Grasas o suciedad adherida.
- El proceso debe garantizar que no se afecte el equipamiento electromecánico ni los componentes sensibles instalados en el piso de los coches.

## 4. Techos:

- La limpieza de techos incluye todas las superficies y cubiertas de dispositivos o sistemas de protección, siempre que se pueda ejecutar de manera segura, sin riesgos para el personal ni para los bienes.

## 5. Tabiques, paredes y puertas:

- Se debe realizar limpieza total de superficies verticales, asegurando el secado completo manual o mecánico.
- No se aceptará secado por escurrido en ninguna superficie.

## 6. Luminarias:

- Limpieza exterior de luminarias, difusores y artefactos de iluminación, cuidando no alterar su montaje ni interferir con su funcionamiento.

## 7. Asientos:

- Limpieza profunda de asientos mediante:
  - Aplicación de soluciones químicas autorizadas.
  - Acción mecánica controlada (frotado, aspirado).
  - Eliminación de polvo, manchas y residuos adheridos.
  - Desinfección general.

## 8. Pantallas y cabinas:

- Limpieza cuidadosa de pantallas de información y superficies internas de cabinas de conducción, sin alterar componentes electrónicos, pantallas táctiles o interfaces de operación.

### 4.2. SUPERESTRUCTURA

Dentro del alcance de la superestructura de vía se considera:

En Talleres y Cocheras se cuenta 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 cuenta con 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 bretelles, 10 diagonales, y 2 desvíos sencillos.

#### **4.2.1. 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.

#### **4.2.2. Vía sobre balasto**

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 cm, 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 tipo de carril es el mismo que en el resto de la línea 54E1 y la traviesa a colocar es monobloque de ancho UIC.

#### **4.2.3. Vía sobre placa**

En el túnel de línea está diseñado en 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 cuenta con las siguientes características:

- Aparatos de vía
  - Aparato Desvío sencillo DSIH-B1-54E1100-1:5-CC-D Playas de vías
  - Aparato Calce descarrilador Túnel.
  - 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
- Vía sobre balasto
  - Balasto tipo A
  - Traviesas o durmientes de hormigón en playa de vías de Talleres
  - Piquetas de vía

#### **4.2.4. 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.

#### **4.2.5. 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.

Se cuenta con 5 bretelles, 10 diagonales y 2 desvíos en fondo de saco. 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:

Tabla 4 Geometría de los aparatos de vía

BRETELLE	
Longitud total aparato	45,1722 m
Radio	140,7175 m
Distancia entre ejes de vía	3,385 mm
Ancho de vía	1,435 mm
DIAGONAL	
Longitud total aparato	45,1722 m
Radio	140,7175 m
Distancia entre ejes de vía	3,385 mm
Ancho de vía	1,435 mm
DESVÍO	
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:

Tabla 5 Posición de los aparatos de vía con respecto al eje del túnel

ID APARATO	P.K. INICIO APARATO	POSICIÓN
Bretelle 0	09+405,114	Talleres y Cocheras
Bretelle 1	09+945,262	Entrada Estación Quitumbe
Bretelle 2	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 3	31+764,270	Entrada Estación El Labrador
Bretelle 4	31+964,437	Salida Estación El Labrador
Desvíos 1 y 2	32+014,876	Fondo de Saco

#### 4.2.6. Fijaciones

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.

#### 4.2.7. 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.

Durante la ejecución del contrato, 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 subsidencias, etc., especialmente en aquellas zonas en donde se realizaron tratamientos de terreno para el paso del túnel, sin descuidar la totalidad del túnel.

Es importante considerar la importancia que tiene el túnel y la infraestructura de la plataforma de vía, como medio integral para el desplazamiento de los trenes, equipos y personal, además que se debe realizar una evaluación estructural completa, luego de un desastre ya sea del tipo natural o artificial.

De acuerdo con los elementos señalados y conforme se detalla en los planes de mantenimiento y documentación técnica adjuntos, el contratista está obligado a mantener operativos todos los componentes que conforma la sección de Superestructura. Esta obligación incluye la ejecución oportuna de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, de todos sus elementos que garanticen el correcto funcionamiento.

### 4.3. ELECTROMECAÑICOS

#### 4.3.1. Sistema de Protección Contra incendios

Se ha implementado un sistema integral de protección y control de incendios en el depósito de Talleres y Cocheras, ubicado en Quitumbe. Este sistema abarca la nave de mantenimiento, los talleres, almacenes, oficinas, la subestación y el Puesto de Control Centralizado (PCC).

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

- Detección de Incendios:
  - Detección Analógica:
    - Detector Analógico FSP851 Y Base B210LP
    - Pulsador NBG-12LXSP
    - Sirenas
    - Fuente de alimentación de Sirenas
    - Central de Incendios (FACP)
  - Detección por Aspiración:
    - Detector (VFL-500, VLC-505 y VEP-A00-1P)
    - Fuente de alimentación
    - Red de tuberías de muestreo
    - Dispositivo de alimentación ininterrumpida (SAI)

- Extinción de Incendios
  - Extinción de incendios por agua nebulizada
    - Grupo de Bombeo
    - Cuadro de mando y control
    - Transmisores de presión
    - Depósito de agua 4000 litros
    - Sistema de cilindros UG RG W-FOG
    - Interruptor de presión
    - Accionador eléctrico
    - Medidor de presión
    - Núcleo de válvula
    - Pistón de la válvula del contenedor
    - Difusores abiertos y cerrados
    - Válvulas manuales de supervisión
    - Tomas de conexiones rápidas
    - Bocas de incendios equipadas
  - Medios manuales de extinción de incendio
    - Extintores
    - Carros Extintores
    - Mangueras.
  - Extinción de incendios de baja presión
    - Motores Modelo JU/JW
    - Bombas centrífugas serie 8100
    - Rociadores automáticos
    - Rociadores montantes y colgantes TYCO Serie ELO-231B
    - Hidrantes
    - Boca de Incendio Equipada
    - Tuberías de acero SCH 40 de la red interior
    - Tuberías enterradas de PEAD de la red exterior
    - Válvulas
    - Tuberías de acero SCH 40 (Columna seca)
- Señalización Fotoluminiscente de pozo, talleres y túnel
- Bombas principales

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 documento.

**En los Pozos se dispone de:**

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

#### **En Talleres y Cocheras se dispone de:**

- 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 fijos 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.
- Tanque fijo de almacenamiento de agua.
- 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.
- Señalética de evacuación en el piso.
- Gabinetes de mangueras e hidrantes.

#### **En los túneles se dispone de:**

- Se cuenta con señalización fotoluminiscente a lo largo de todo el túnel.

#### **Detección y Alarma de Incendios**

El sistema de detección automática de incendios permite notificar con suficiente antelación un incendio.

Los elementos 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.
- c) Cada elemento o dispositivo que conforma el sistema de Protección Contra Incendios (PCI), y que permite su correcto funcionamiento, debe mantenerse activo y disponible para responder ante cualquier posible incidente. Estos componentes serán intervenidos mediante mantenimiento preventivo o correctivo, en estricto cumplimiento con la normativa NFPA.

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 es acústico/luminoso y formado por sirenas con estrobo que permiten la transmisión de alarmas locales y de alarma general.

Se detallan a continuación algunos elementos que conforman el sistema de Detección.

- **Detectores láser tipo barrera**

Es un dispositivo de seguridad utilizado principalmente en sistemas de protección perimetral, alarmas de intrusión y monitoreo de accesos. Funciona mediante el uso de un haz de luz láser o infrarroja que se emite desde un emisor hacia un receptor. Si este haz se interrumpe, el sistema detecta una posible intrusión.

Este detector se compone de dos partes: un emisor, que genera el haz de luz (generalmente láser o infrarrojo), y un receptor, que está alineado para detectar dicho haz.

- **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 contiene una cámara sensor óptica y utilizará el principio de dispersión de la luz como principio de detección, evidenciando 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 está 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 y 1.5 metros.

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. El sistema incluye fuentes de alimentación que requiere de mantenimiento.

- **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 y de Talleres y cocheras, 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 recorre 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 y varias centralitas en talleres y cocheras, 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 4 de 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, es analógica y equipada con su propio microprocesador, memoria y fuente de alimentación con baterías.

La Central supervisa 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 permite 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 permiten su conexión, formando una red, a través de un convertidor (TCP/IP) con el Puesto de Supervisión y Control de PCI, que se encuentra en el Puesto de Control Centralizado, desde el que se puede supervisar y controlar todos los subsistemas de PCI. Se requiere de un soporte a nivel de sistema informático, renovación de licencias, mantenimiento de servidores y el computador del puesto de Operador 4 del PCC.

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

- El sistema de gestión y control está 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 están 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 interfaz.
- Las alarmas y eventos captan la atención de usuario visual y acústicamente mediante una ventana de aviso, que aparece en primer plano indicando la fuente de la condición de alarma. El programa registra 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 son 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 están 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 adecúan en función de las clases de fuego para los que se destine, no obstante, de manera general son:

- 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.

También se incluyen los carros extintores: son vehículos especialmente diseñados o equipados con sistemas de extinción de incendios móvil y rápido de desplegar. Los cuales deben darse mantenimiento.

- **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 de 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 inicia con la toma de alimentación, situada en nivel de calle. Esta toma sirve 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 encuentra 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.

Incluye cuadro de mando, control y monitoreo, cuadro de agua nebulizada, cuadro de transferencia automática.

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.

Contiene un grupo de presión (bomba principal y bomba Jockey), depósito de agua, red de tuberías, valvulería, manómetros y línea de presurización. Contiene baterías de cilindros.

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, se cuenta 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 electromecánica, 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.

- **Cilindro de nitrógeno**

Es un sistema de respaldo de extinción de incendios que posee una capacidad para desplazar el oxígeno en un área cerrada y, por lo tanto, sofocar el fuego.

A diferencia de otros agentes extintores como el agua o los polvos químicos, el nitrógeno no deja residuos y es seguro para las personas si se utiliza adecuadamente en áreas controladas.

Este tipo de sistema se utilizan principalmente en las salas de equipos electrónicos. Se debe realizar el reemplazo de cilindro de nitrógeno y la instalación de botella piloto de nitrógeno.

Para este tipo de equipos se deberá mantener la presión óptima de operación garantizando que los mismos estén disponible, para lo cual realizar inspecciones periódicas y cada 5 años un cambio del agente químico.

- **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 (Talleres y Cocheras en Quitumbe)**

Para garantizar el caudal y presión necesarios en la red y debido a que no se han contemplados 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 con motor 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.
- Cuadros Eléctricos, depósitos de agua, red de tuberías, válvulas y manómetros.

- **Señalización fotoluminiscente**

La principal finalidad del balizamiento y la señalización fotoluminiscente en estaciones es dejar 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 permite, 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. Talleres y cocheras también dispone de señales de ruta de evacuación pintadas en el piso que deberán de tener mantenimiento.

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, túnel, talleres y cocheras 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.
- Señalización pintada en Piso.

Los carteles de señalización de evacuación, así como los que indican medios de extinción y sistemas de alarma contra incendios, están diseñados en diferentes tamaños según la distancia desde la cual deben ser visibles. Por esta razón, cada elemento de señalización debe mantenerse en buen estado, sin presentar desgaste, deterioro u obstrucciones que puedan reducir su efectividad como medida preventiva o como guía en situaciones de emergencia.

#### **Extinción de Incendios por sistema de baja presión.**

- **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 con motor diésel de arranque automático y manual, con parada únicamente manual.

En el caso de la tercera bomba de diésel que es la de reserva, el Contratista será el encargado de un abastecimiento permanente mínimo de combustible del 70% de su capacidad.

De acuerdo con los elementos señalados y conforme se detalla en los planes de mantenimiento y documentación técnica adjuntos, el contratista está obligado a mantener operativos todos los componentes del sistema de Protección Contra Incendios (PCI) en talleres y cocheras, así como la señalética fotoluminiscente en todas las áreas de Talleres y Cocheras (TyC), Pozos de Ventilación, Pozos de Bombeo, Salidas de Emergencia y Túneles. Esta obligación incluye la ejecución oportuna de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, conforme a la normativa NFPA, como parte de su responsabilidad en garantizar la disponibilidad, funcionalidad y seguridad de los sistemas ante cualquier eventualidad, es decir entregará el sistema en las mismas condiciones o superiores a las que se recibió.

#### **4.3.2. Sistema de Ventilación**

El sistema de ventilación actúa sobre 2 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
  - Compuertas Cortafuego, Regulación y Presión
- Ventilación del túnel (Banana Jet auxiliares)
- Pozos de Ventilación / extracción
  - Tramo intermedio entre Talleres y Cocheras y la estación Quitumbe (Banana jets principales).
- Salidas de Emergencia Inter estaciones (túnel).
  - Compuertas Cortafuego, Regulación y Presión.
- Instalaciones Eléctricas.
- Interfaz PCC y Otros Sistemas.

Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en estaciones y Ventilación de Túnel (Banana Jet).

*Tabla 6 Localización de los equipos instalados para el sistema de ventilación en estaciones y Ventilación de Túnel (Banana Jet).*

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

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

Tabla 7 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
PV01	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte
	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
PV02	Ventilador Axial	1	Galería Sur
	Ventilador Axial	1	Galería Norte

PV03		Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV04		Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV05		Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV06		Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería ventilación túnel
		Ventilador Axial	1	Galería ventilación túnel
PV07		Cuadro eléctrico	1	Galería ventilación túnel
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV08		Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV09		Cuadro eléctrico	1	Galería Norte
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV10		Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV11		Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV12		Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV13		Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
PV14		Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Sur
		Ventilador Axial	1	Galería Norte
Banana Principales	Jets	Cuadro eléctrico	1	Galería Sur
		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:

*Tabla 8 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 1 ventilador, excepto en la salida de emergencia 15 (PV06) en donde se han instalado 2 ventiladores debido a la configuración de esta salida.

Cada sistema de ventilación ya sea en estaciones, túneles, pozos de ventilación, o salidas de emergencia, cuenta con su propio cuadro eléctrico, así como con sistemas de iluminación y comunicación conectados al Puesto de Control Central (PCC). Además, los cuartos donde se alojan los equipos que forman parte de estos sistemas principales deben ser considerados e incluidos en los planes de mantenimiento.

El Sistema de Ventilación cuenta con las siguientes características:

- Ventilación en estación
  - Ventiladores axiales helicoidales mural de 18,5 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, en caso de los periféricos se incluye: tubería flexible, cableado y soportes hasta el cuadro eléctrico, se aplica para todos los cuadros y periféricos de todo el sistema.
  - 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)
  - Ventiladores axiales helicoidales autoportante de 65 kW, con caudales máximos de 66,7/ m3/s en impulsión EN IEC 62402:2019
  - Inclinatorios
  - Silenciadores rectangulares
  - Tratamiento acústico fonoabsorbente
  - Cuadros eléctricos y periféricos asociados
  - Variadores de frecuencia
  - Tubería flexible cableado y soportes desde cada periférico hasta el cuarto eléctrico
  - 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
  - Cerramiento de paneles Electrosoldados (Excepto PV6).
  - Vigas Carrileras con carro porta-aparejo (Excepto PV6).
- Ventilación 24 de Mayo
  - Ventiladores axiales de 1,5 kW
  - Ventilador axial de 7,5 kW
  - Ventilador radial centrifugo de 5,5 kW
  - Ventilador axial de 37 Kw.
  - Cuadro eléctrico y periféricos asociados.
  - Tubería flexible cableado y soportes desde cada periférico hasta el cuarto eléctrico
  - Sensores nivel de gas CO y NO2.
  - Paneles aislantes.
  - Ductería desde ventiladores hacia cortinas de aire con sus rejillas de regulación
  - Ductería del ventilador de extracción del túnel hacia el exterior con compuertas de control de cierre por nivel de túnel.
- Ventilación de presurización (salidas de emergencia)
  - Ventilador axial de 7 kW
  - Compuerta de regulación automática
  - Compuertas Cortafuegos
  - Rejillas de salida de aire
  - Cuadros eléctricos y periféricos asociados.
  - 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
  - Ventiladores Banana Jet de 45 kW.
  - Ventiladores Banana Jet de 22 kW en estaciones.
  - Cuadro eléctrico y periféricos asociados.
  - Variadores de frecuencia
  - Cableado y soportes.
  - Setas y balizas de emergencia
  - Caudalímetro, sensores de temperatura y humedad relativa
- Ventilación a chorro auxiliar
- Sistema de Gestión de Ventilación
  - PLCs (Autómatas Programables)
  - Servidores de ventilación y los ordenadores de todo el sistema
  - 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)

Algunos pozos de ventilación tienen también el carácter de pozo de bombeo de pluviales, este tipo de pozos tienen, al contrario que el resto en los que la puesta a tierra está conectada a la del túnel, una red de puesta a tierra independiente, la cual es un componente que hace parte de este sistema y deberá ser considerado para el mantenimiento.

De acuerdo con los elementos señalados y conforme se detalla en los planes de mantenimiento y documentación técnica adjuntos, el contratista está obligado a mantener operativos todos los componentes de la sección de Ventilación. Esta obligación incluye la ejecución oportuna de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, de todos sus elementos que garanticen el correcto funcionamiento.

#### **4.3.3. 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 se recoge y bombea estas aguas a un colector exterior de la red pública municipal. El Contratista deberá gestionar el llenado de pozos secos con tanqueros externos.

Por las características y configuración de la PLMQ, así como las lluvias torrenciales que ocurren con cierta periodicidad, se ha dotado a estos pozos de tres bombas sumergibles siendo cada una de ellas suficiente para extraer el doble del caudal que en condiciones normales llega al pozo. Sin embargo, hay pozos que pueden permanecer sin entrar agua en pequeños periodos de tiempo pero que en momentos puntuales y por las lluvias torrenciales podrían inundar el túnel en pocos minutos.



Por ello, los aljibes están diseñados para recoger un caudal afluente teórico de 4 horas en ausencia de bombeo por cualquier posible incidencia.

Además, las instalaciones suministradas disponen de los controles adecuados para un funcionamiento automático y continuo, aportando al punto de control establecido toda la información necesaria para detectar cualquier incidencia en el sistema eléctrico e hidráulico, lo cual debe permitir resolver cualquier incidencia en el menor tiempo posible.

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

*Tabla 9 Localización de los equipos instalados para el sistema de bombeo pluvial*

NOMBRE	UBICACIÓN	TIPO DE BOMBA	CANTIDAD
PB01	E. Morán Valverde	PE230	3
		XFP101G	
PB02	SE04	PE350	3
		XFP100J	
		CH1	
PB03	Entre PV03 y E. Cardenal de la T.	PE230	3
		XFP101G	
PB04	PV04	PE350	3
		XFP100J	
		CH1	
PB05	Entre SE07 y E. La Magdalena	PE210	3
		XFP100G	
PB06	24 de Mayo/SF	PE210	3
		XFP100G	
PB07	PV07	PE230	3
		XFP101G	
PB08	E. El Ejido	PE230	3
		XFP101G	
PB09	SE11	PE210	3
		XFP100G	
PB10	PV11	PE350	3
		XFP100J	
		CH1	
PB11	SE12	PE350	3
		XFP100J	
		CH1	
PB12	SE13	PE350	3
		XFP100J	
		CH1	
PB13	PV14	PE350	3
		XFP100J	
		CH1	

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, que discurren a través de la zona sumergida, desde el depósito hasta el nivel de entronque; bien por tuberías de polietileno de alta densidad de 160 mm de diámetro nominal, PE100, serie métrica, según NTC 4585, por donde fluyen las aguas desde dicho nivel hasta la arqueta de acometida de conexión a la red municipal.
- 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, del cual están conectadas 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. Diseñado para medir el nivel de fluidos.
- Boya de emergencia LED de alto nivel Sulzer KS LED. Esta permite encender las bombas en sistema semiautomático ante un posible fallo del control automático que impida que llegue señal al cuadro eléctrico.
- Boya de emergencia flotante de bajo nivel. Es un sensor de control por bajo nivel que permite apagar las bombas una vez activado el sistema semiautomático.
- Conjunto de tuberías y canalización eléctrica con todos sus sistemas de fijación, por la cual se tienden los cables desde el cuadro eléctrico hasta los diferentes periféricos externos del sistema.
- Pórtico y sistema de elevación. Está compuesto por dos equipos de capacidad de carga de 600 kg y alturas de elevación de 8 y 15 metros respectivamente, que se utilizarán para izar las bombas en caso de realizarse algún mantenimiento o reparación que así lo requiera.
- Tubo guía.
- Tuberías de desagüe, tanto la que drena el agua procedente de la vía y del túnel, como las de drenaje de las aguas pluviales y de escorrentía procedentes de los huecos en superficie y de las filtraciones del terreno.
- Los cubetos de recogida de aguas pluviales que se encuentran situados a lo largo de toda la línea, excepto en estaciones ya que corresponde a la empresa operadora, por tanto, siendo objeto de este documento los cubetos ubicados en pozos de interestación, dada la importancia vital de su correcto mantenimiento y limpieza para evitar posibles interrupciones del servicio por inundaciones.
- Las canaletas con rejillas en superficie para la recogida de agua de escorrentía protegiendo huecos o elementos susceptibles, excepto en estaciones y salidas de emergencia de estación ya que corresponde a la empresa operadora, por tanto, es objeto de este documento las rejillas que se encuentran en salidas de emergencia de interestación y pozos de ventilación.

#### 4.4. 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 Comunicación 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

#### 4.4.1. 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

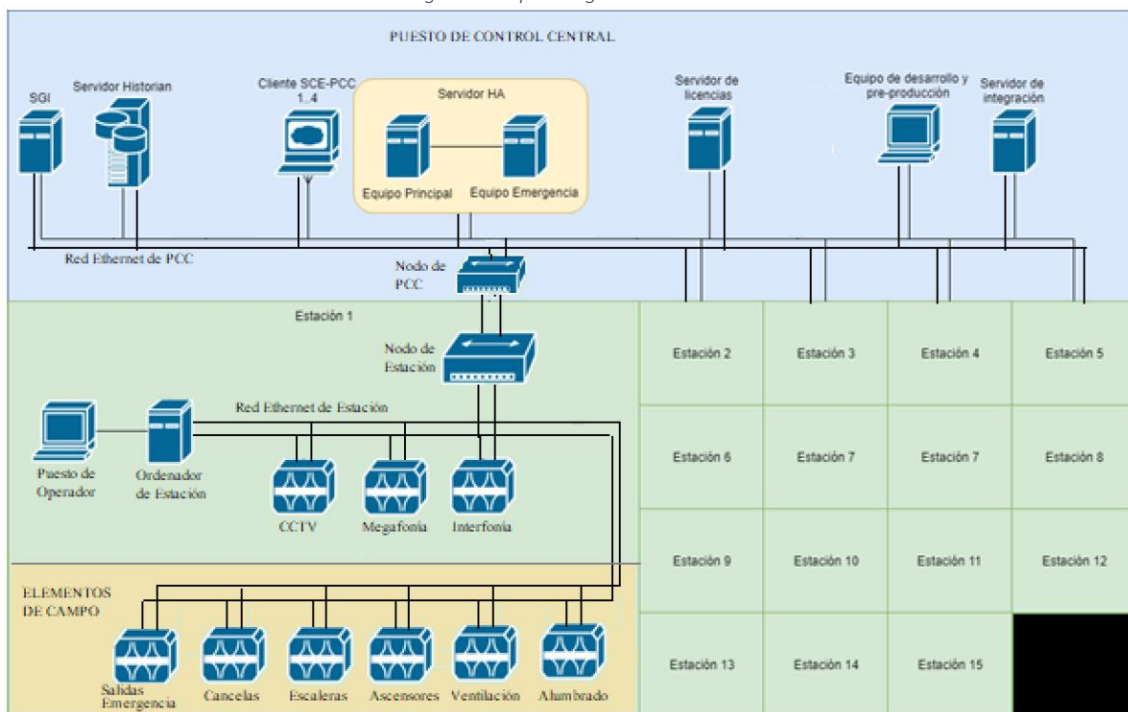
La funcionalidad principal del sistema SCADA del Sistema de Control de Estaciones es:

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**

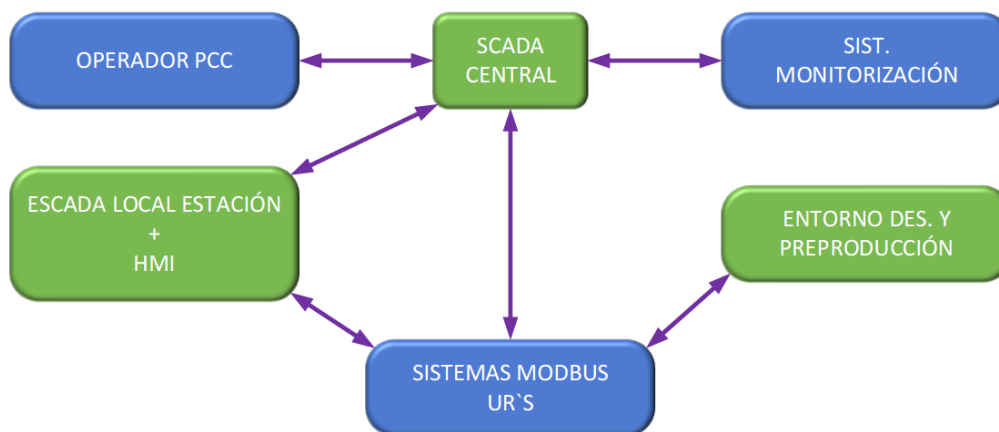
Los Sistemas Electromecánicos presentan un interfaz normalizado mediante protocolo MODBUS/TCP de su Unidad Remota (o PLC) con el SCADA de SCE. Estos Sistemas son:

- 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.

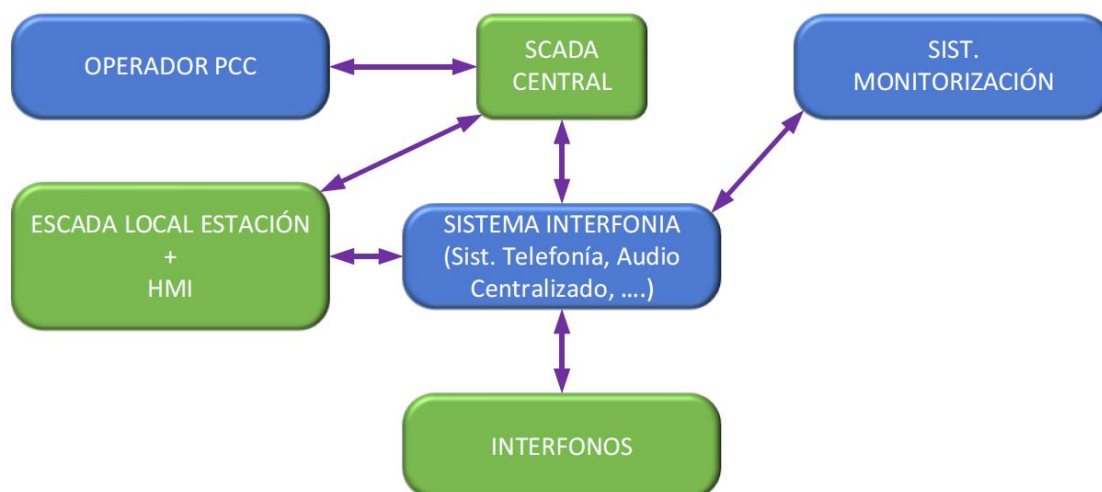
Cada SCADA Local únicamente accede al control de las Unidad Remotas – U.R. existentes en su propia estación, mientras que el SCADA Central y la Estación de Desarrollo y Preproducción disponen de acceso a todos los PLCs existentes en la Línea.

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.

Figura 3 Interacción con sistema de Interfonía



- **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.

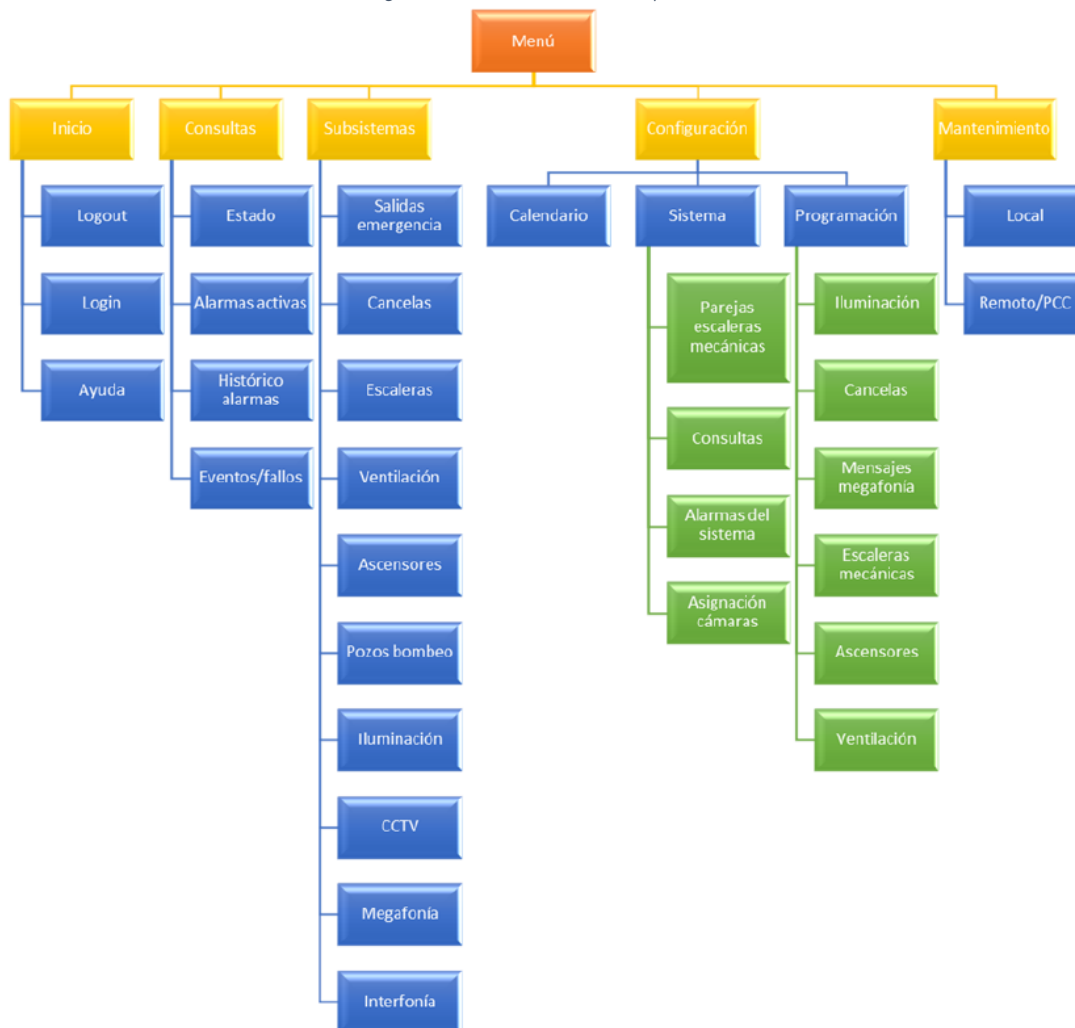
Adicionalmente se notificarán:

- 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.



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 4 Árbol de Menús del operador



- **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 portafolio 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 5 Solución Cimplicity*



**Ventajas clave de CIMPLICITY:**

- ✓ Fácil desarrollo y despliegue de la aplicación.
- ✓ Escalabilidad perfectamente integrada con una verdadera arquitectura cliente/servidor.
- ✓ Estrecha integración con la suite de software GE Proficy
- ✓ Diseño de sistema abierto para proteger las inversiones en curso.
- ✓ Arquitectura de ejecución basada en cambios.

### ○ 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.

Historian permite conectar los datos generados por las máquinas, a través de colectores existentes, o desarrollar flujos propios a través de su propio SDK. 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.

Figura 6 Conectividad



#### 4.4.2. 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 sistema 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.

- 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:

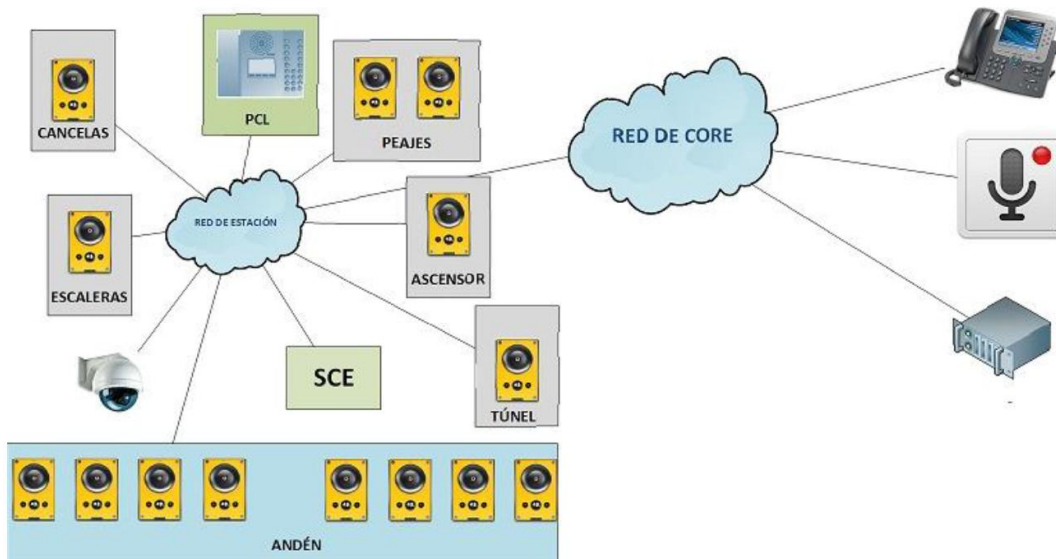
- Gestión y desarrollo simplificado.
- Escalable.
- Plataforma de Alta Disponibilidad.
- Arquitectura abierta.

#### • 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 7 Red de Integración INTERFONÍA



#### 4.4.3. 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:
  - Sistema 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 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.

El Sistema de CCTV trabaja sobre la plataforma Avigilon, la cual es una solución de Motorola Solutions.

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.

- **Arquitectura general del sistema CCTV**

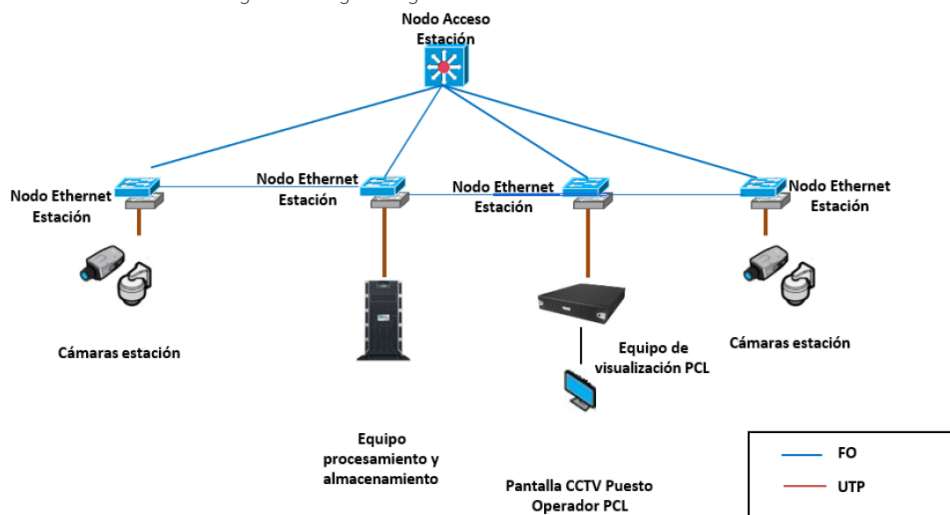
Como se ha visto anteriormente, el sistema de CCTV en la PLMQ se divide en dos grandes bloques: Sistema de CCTV en estaciones y Sistema de CCTV en Depósito de Quitumbe. A continuación, se realiza una descripción de cada uno de ellos:

- **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:



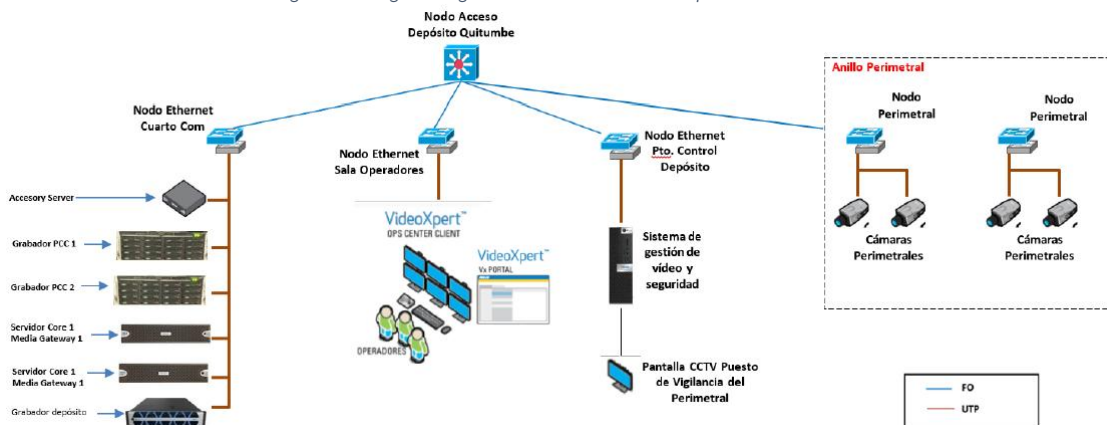
Figura 8 Diagrama general sistema CCTV en estaciones



#### ○ 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 detalla en el siguiente apartado:

Figura 9 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.

#### **4.4.4. 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.

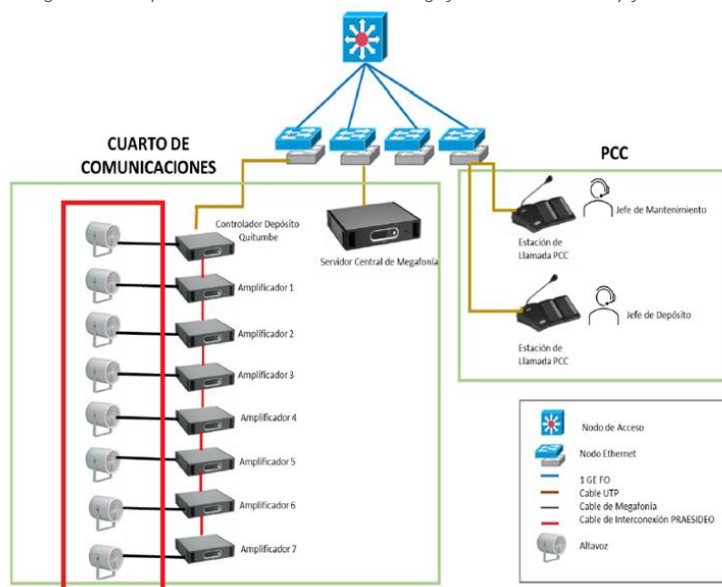
El sistema puede manejarse a nivel local por los operadores de estación y puede ser controlado y monitoreado desde el Sistema Centralizado de Megafonía a través de un SCADA o mediante su propio sistema.

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, conforme se muestra a continuación:

*Figura 10 Arquitectura del Sistema de Megafonía en estación y frontera*



- **Ubicación de Altavoces en Estación**

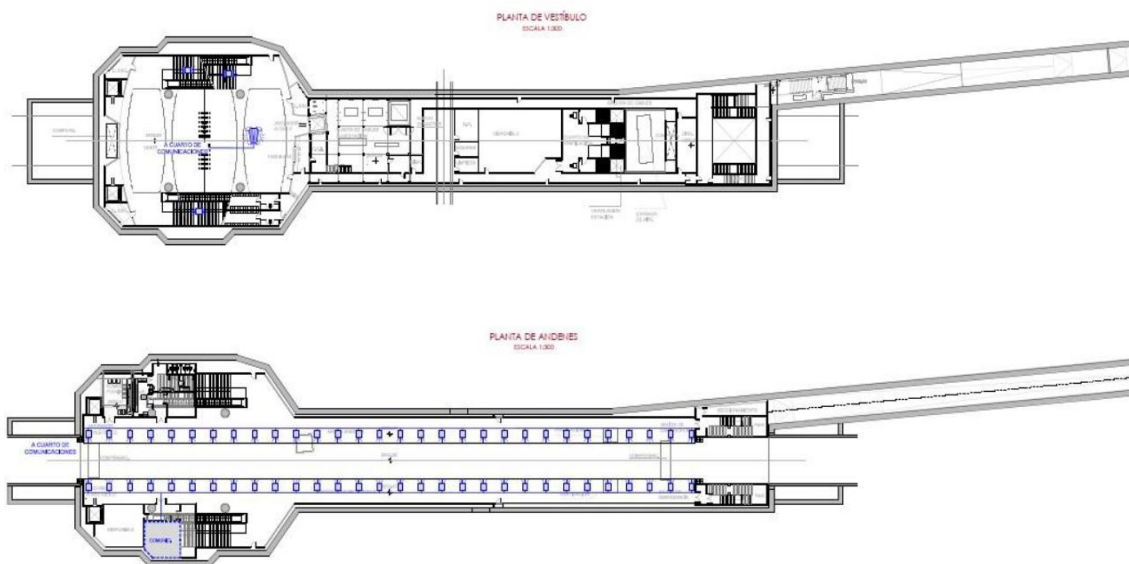
Los altavoces instalados en las estaciones son de tres tipos:

- 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 20W, 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.

Ubicación de altavoces:

*Figura 11 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.

- Sistema 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.

#### **4.4.5. 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 con una metodología predeterminada.

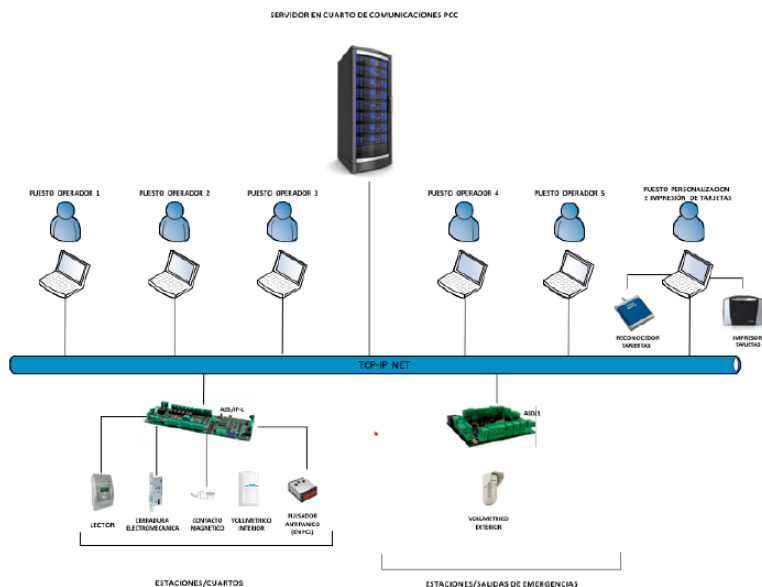
Las UCA, controlan los lectores, así como los periféricos de campo (magnéticos, volumétricos, otros) y en su caso, ejecutan las órdenes emitidas desde el equipo informático de control y gestión central. Para la conexión al puesto de control, las UCA's están conectadas directamente a la red de comunicaciones 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 sistema 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.



A continuación, se detalla la arquitectura del Sistema:

*Figura 12 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 el sistema y sus componentes.
- 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
- Barrera Vehicular en Talleres y Cocheras

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.

#### **4.4.6. 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.

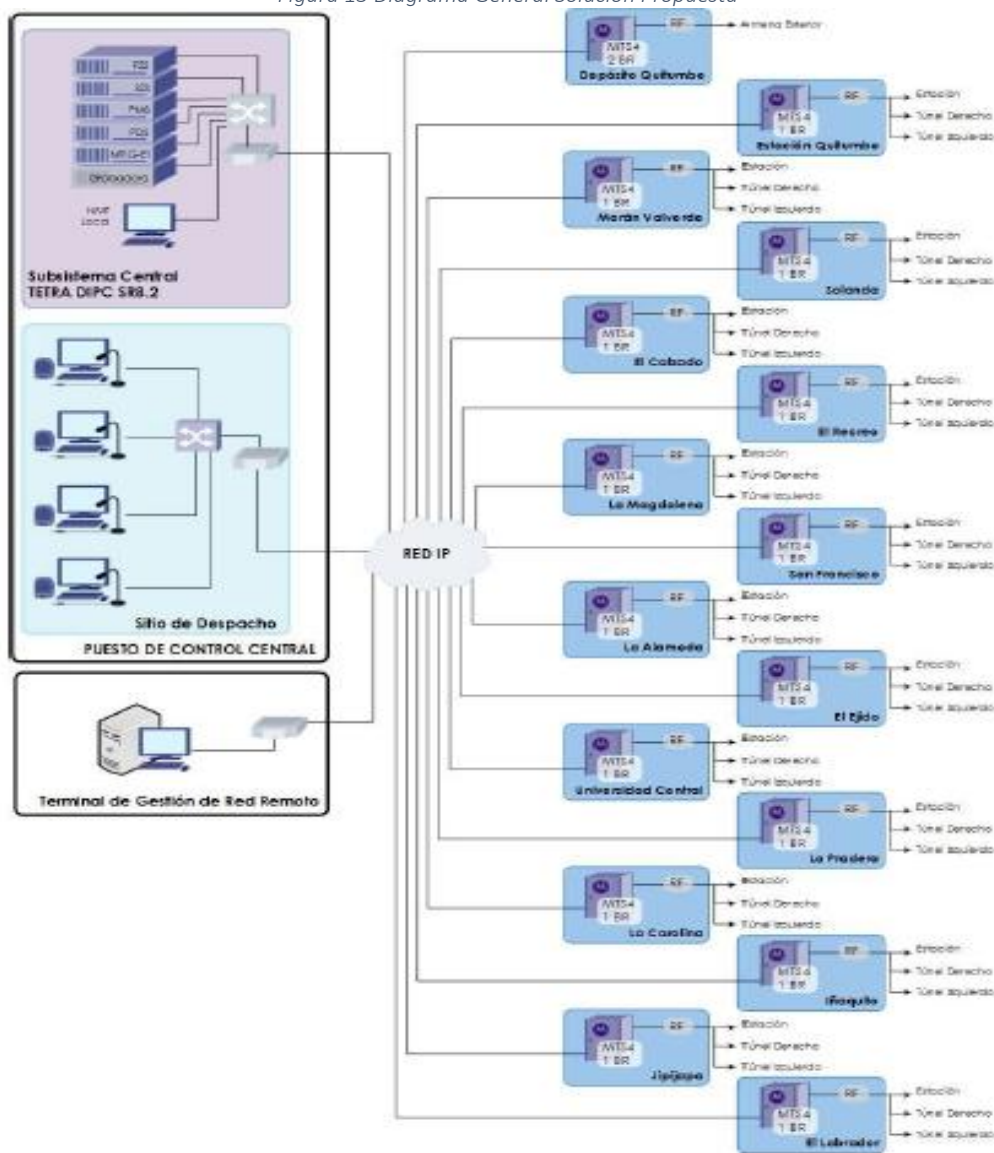
El sistema trabaja en el rango de frecuencias de 380-410 MHz, con canalización de 25 kHz y separación entre Tx y Rx de 10 MHz. Cada repetidora tiene capacidad para manejar hasta 4 canales lógicos a través del uso de TDMA.

Los radios portátiles asignados para la comunicación con la EPMMQ forman parte del sistema de radiocomunicaciones TETRA Dimetra implementado en la PLMQ. Estos equipos están homologados para operar en la red TETRA del Metro de Quito, dentro del rango de frecuencias 380–410 MHz, con canalización de 25 kHz y tecnología TDMA para el manejo de múltiples canales lógicos.

Los equipos de usuarios o equipos terminales de Radiocomunicación son parte del mantenimiento preventivo y correctivo, cuyo detalle se encuentra disponible en la documentación adjunta.

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

Figura 13 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 de este; 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 Sistema Metro de Quito cuenta los niveles de cobertura a lo largo de túnel y estaciones, detallados los documentos anexos. El mantenedor deberá garantizar los niveles de cobertura especificados.

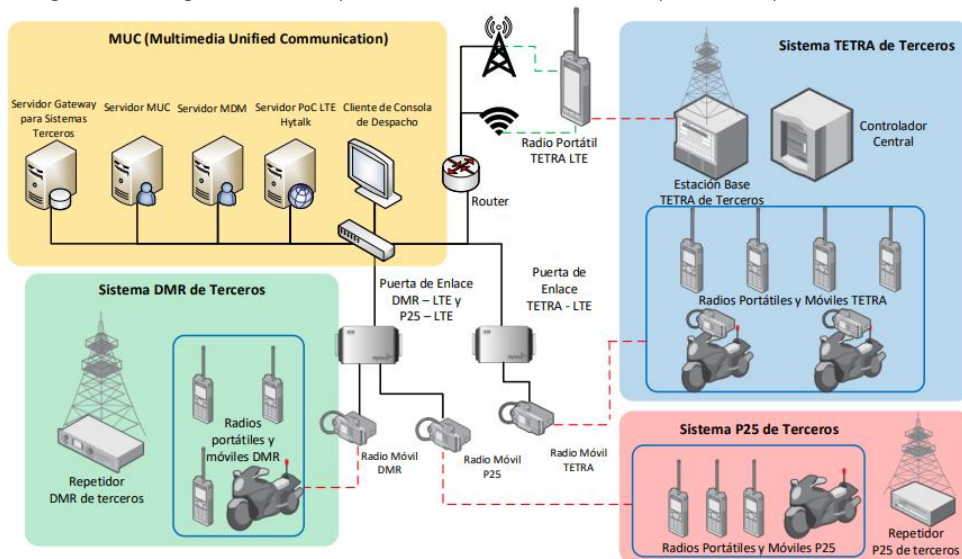
#### **4.4.7. Sistema de Misión Crítica**

HYTERA&RIELTEC ha suministrado una matriz de comunicación unificada que posibilita la comunicación entre los agentes de los servicios de emergencia dentro de la red de Metro con el SIS ECU911 a nivel de superficie.

La solución permite interconectar el Sistema TETRA de la PLMQ con el sistema P25 y DMR en superficie, es decir, hacerlos interoperables. Adicionalmente interconecta también dichas redes con el sistema de comunicación multimedia LTE-WiFi de Metro de Quito.

La siguiente imagen representa la topología de Matriz de Comunicación Unificada diseñada para interoperar entre el sistema P25, el sistema DMR y las redes TETRA y LTE-WiFi de Metro:

Figura 14 Vista general de la arquitectura de la solución de Interoperabilidad para Metro Quito



La plataforma de integración (Matriz de Comunicaciones Unificada) es una solución profesional que permite interoperar con tecnologías de banda Ancha y los sistemas de comunicación troncalizado/convencional de terceros como TETRA, DMR y P25 garantizando la interoperabilidad de comunicaciones de voz entre distintos dispositivos de diferentes tecnologías.

Además, la plataforma de comunicaciones está diseñada para proporcionar servicios multimedia ricos en datos y Push-to-Talk (PTT) instantáneos a través de redes LTE-WiFi. Al integrar los terminales, las plataformas y las aplicaciones, el sistema PTT de banda ancha profesional establece un ecosistema de comunicaciones inteligentes.

La plataforma de integración permite la administración de las comunicaciones de los terminales portátiles inteligentes (TETRA-LTE) así como terminales de banda ancha (PoC) profesionales y es responsable de las comunicaciones (voz, datos/mensajería, videos).

El PMR Gateway (puerta de enlace) inalámbrico está compuesto por hardware de gateway (Hytera DS-6610 MPUC) y radios móviles (proporcionadas por las entidades articuladas). El PMR Gateway proporciona la interfaz para la interconexión con la matriz unificada MUC SmartOne.

#### 4.4.8. 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:

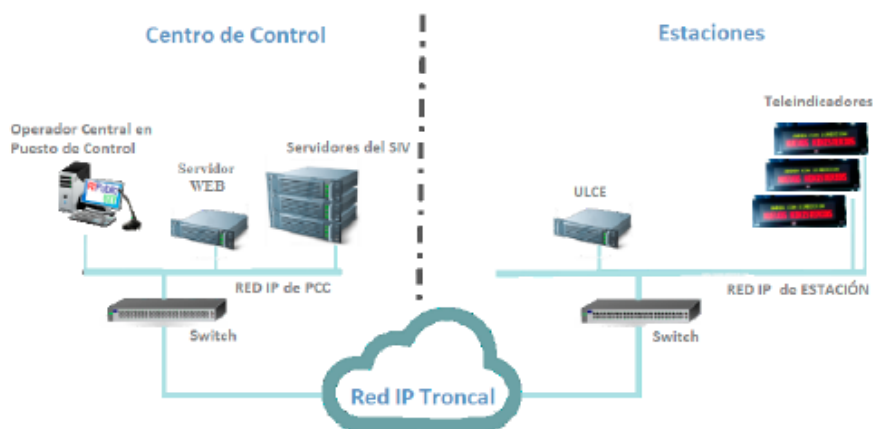
- PIV de andén, basado en una matriz de LED de 42 x 160 pixels
- PIV de vestíbulo, basado en una matriz de LED de 21 x 160 pixels

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 arquitectura del SIV se explica en la siguiente figura:

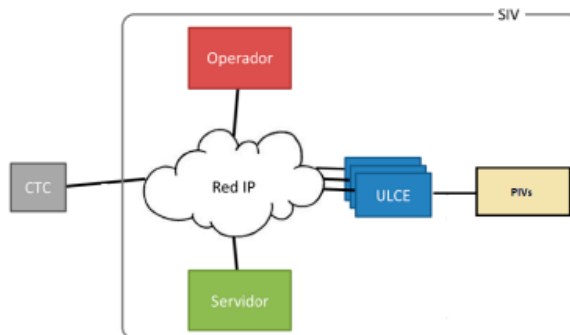
Figura 15 Esquema General SIV



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 se muestra en la figura siguiente:

Figura 16 Módulos funcionales



#### ○ 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:

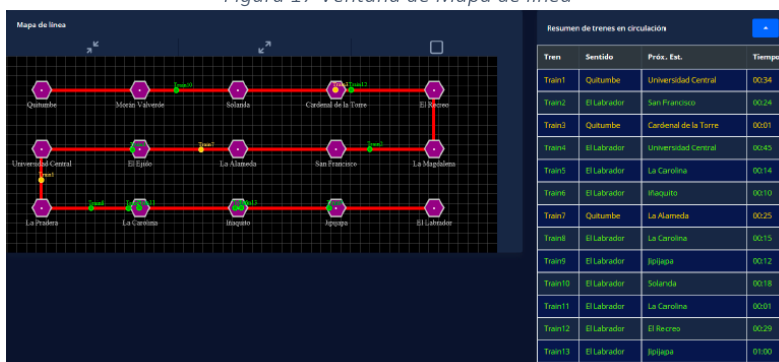
- Tren entre estaciones:
  - ✓ Icono de tren desplazándose sobre la línea.
  - ✓ Identificación de tren.
  - ✓ Color de icono indicativo del sentido de desplazamiento:
    - Verde: Quitumbe => El Labrador
    - Amarillo: El Labrador => Quitumbe
- Tren en estación:
  - ✓ Icono de tren detenido sobre icono 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 17 Ventana de Mapa de línea

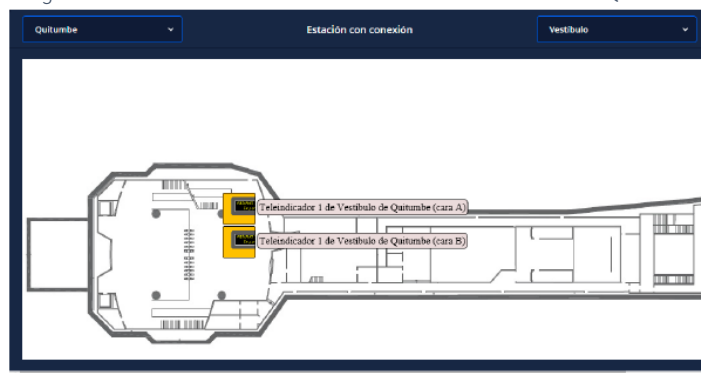


**Nota Importante:** La ventana anterior no es necesariamente real, sino conceptual. Su función en este documento es complementar las explicaciones dadas en el texto.

#### ■ Visor de estación

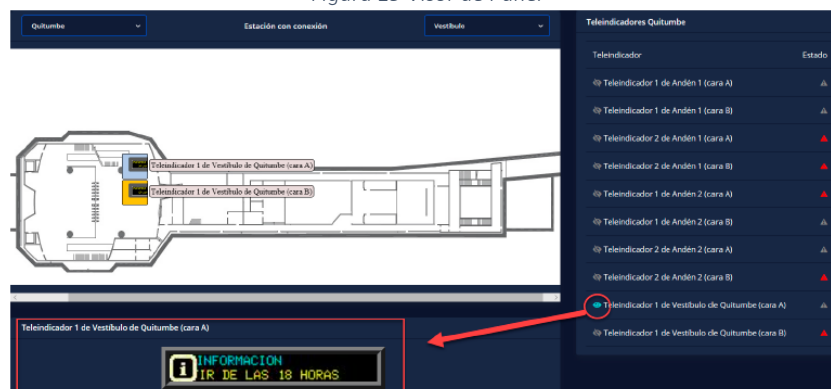
Cuando el usuario pulse sobre el botón de visor de la estación se abrirá una nueva ventana en la que se muestra un sinóptico de la estación que se seleccione, la situación de los teleindicadores definidos para esa estación y su estado operativo.

Figura 18 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 19 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.



#### 4.4.9. Sistema de Cronometría

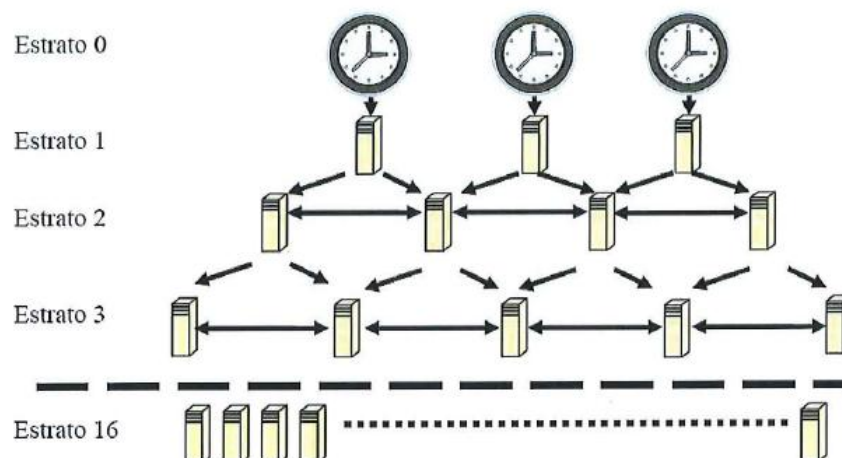
La necesidad de sincronización de hora entre computadoras se profundiza a partir del incremento de las comunicaciones entre ellas. Sobre todo, a partir de la aparición de sistemas distribuidos, en donde una transacción puede involucrar datos y procesos en varias máquinas, con la cual deben coincidir 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 la sincronización relojes de computadora con una hora de referencia tal como UTC, es un tema de seguridad, que llevó a encriptar los paquetes de referencia de hora, y tolerancia a fallas. Su arquitectura está basada en el modelo cliente – servidor, que se muestra en la siguiente figura.

*Figura 20 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.

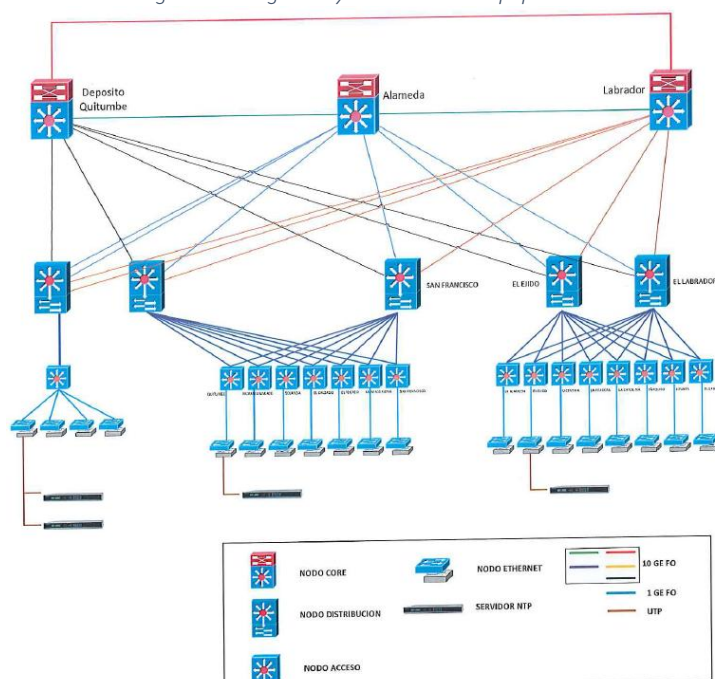
#### ○ Arquitectura del Sistema de Cronometría

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 se detalla en el siguiente diagrama:

Figura 21 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.

#### **4.4.10. 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 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. Esta 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.

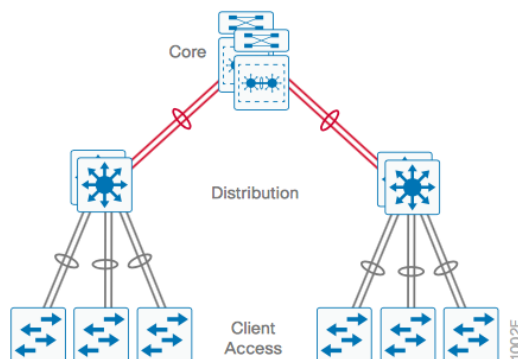
En una red plana o tipo mesh, los cambios tienden a gestionarse de manera compleja y esta dificultad en la gestión puede hacer que el error tienda a afectar un gran número de sistemas. El diseño jerárquico ayuda a contener los cambios operativos a solo una sección de la red; esto permite sencillez en 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.

Detallados en el diagrama a continuación:

Figura 22 Diagrama y Ubicación de Equipos



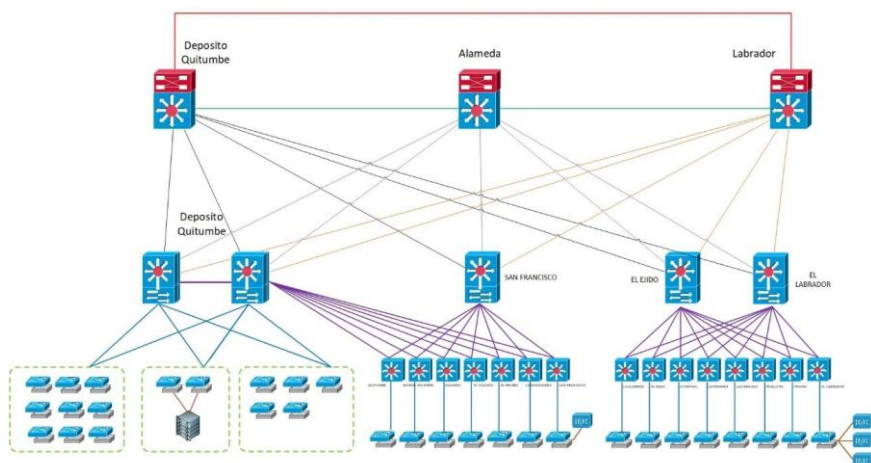
Cada capa de acceso, distribución y core provee diferentes funcionalidades y capacidades a la red; dependiendo de las características del despliegue se puede necesitar una, dos o las tres capas mencionadas. En el caso del Metro de Quito, la densidad de puertos de acceso que se tiene, demanda que se implemente 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 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 23 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.

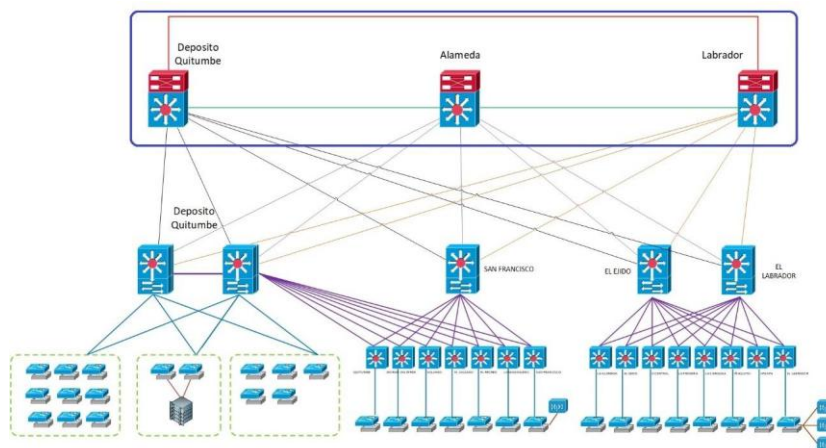
- Los equipos de la Red Inalámbrica para descarga de Datos se conectan a la capa Acceso.
- En caso de falla en el cableado, el tráfico de datos ya no desciende de capa, es decir, el tráfico de la Capa distribución no desciende a la capa acceso en caso de fallo en la red.
- El diseño de arquitectura de red para la instalación de la Red de Comunicaciones del Metro de Quito esta 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, según el detalle a continuación:

Figura 24 Posición en la Topología de Red

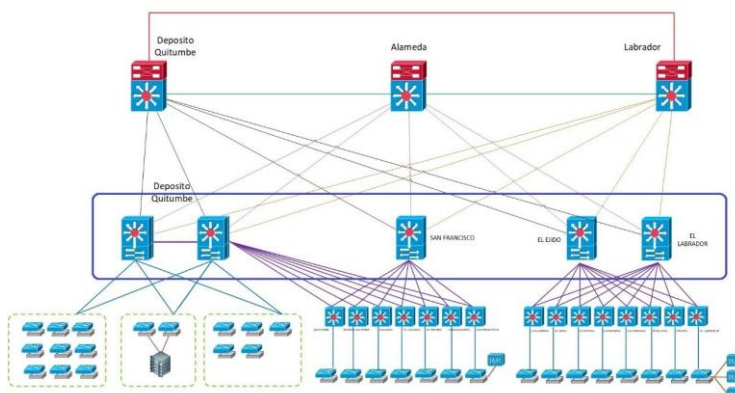


### CAPA DE DISTRIBUCION

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, a continuación, se detalla el diagrama de la capa de distribución:

Figura 25 Posición en la Topología de Red



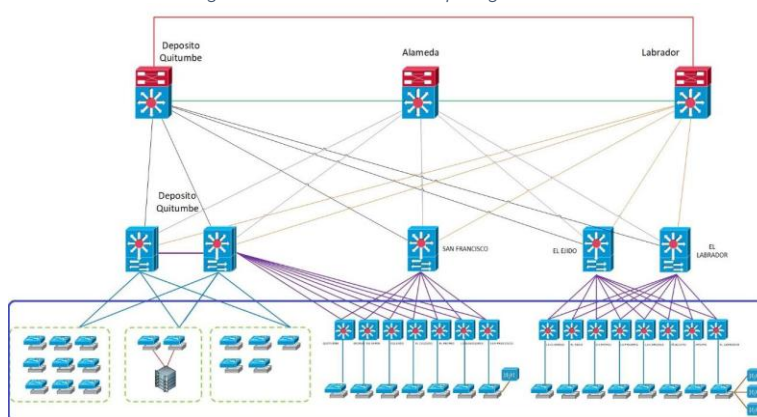


## CAPA DE ACCESO

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 garantizan la seguridad y confiabilidad de la red completa.

La plataforma asignada para la capa de acceso es la siguiente Swtich Cisco Catalyst 3850, conforme el siguiente detalle:

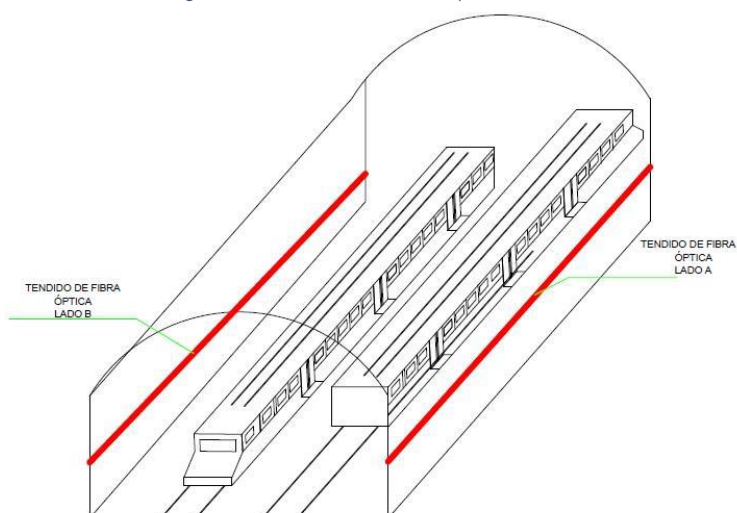
*Figura 26 Posición en la Topología de Red*



## 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 27 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.

#### **4.4.11. Red Ethernet de Estación**

La red Ethernet de Estaciones forma parte de la Capa Acceso de la Red de Comunicaciones descrita en los documentos anexos y es la encargada del transporte e interconexión de toda la información, referente a los subsistemas que conforman el Metro de Quito, y ahí se sitúan los equipos de terminales y centrales a nivel de Estación.

Esta red brinda servicio a los siguientes Sistemas:

- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)
- Telefonía
- Interfonía
- Megafonía
- Control de Estaciones
- Telemando de Subestaciones de Energía
- Radiotelefonía TETRA
- SIV

Cada uno de estos Sistemas tiene sus respectivos equipos terminales que requieren interconexión IP, a manera de ejemplo las cámaras IP de CCTV requieren de conexión de red para enviar la información de video captada y ser visualizada o tratada donde se requiera.

Para el caso de la red de área local del PCC se describe en los documentos anexos.

La Red de Ethernet de las Estaciones presenta la ventaja de que se pueden colocar nodos Ethernet en diferentes puntos de la estación y realizar conexión entre ellos que permitan la redundancia en caso de fallo.

Estos nodos Ethernet se conectan al Nodo Acceso de la estación mediante fibra óptica y estos a su vez entre ellos, formando un anillo que proporcionará a la red de la estación de redundancia y escalabilidad.

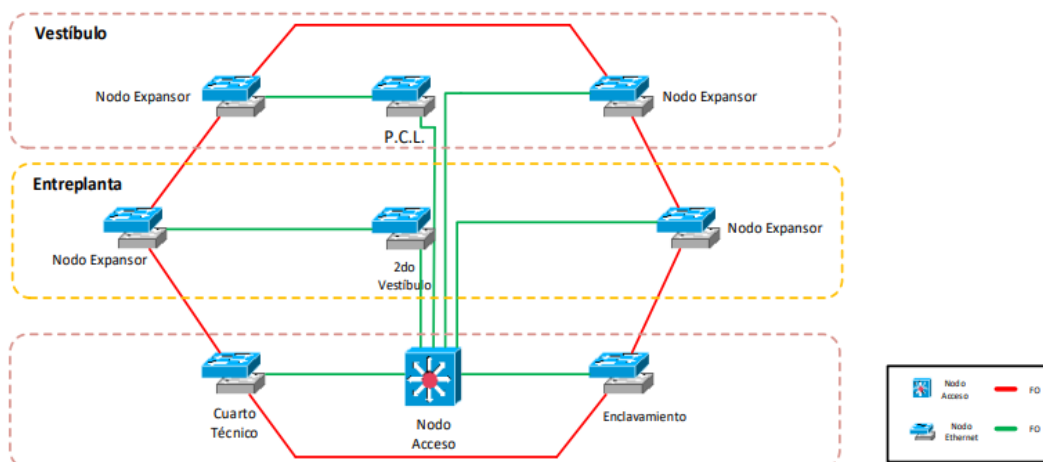
Se incluyen Nodos Expansores que permiten el uso de tecnologías IP en todos los Sistemas y Subsistemas de Metro de Quito sin las limitaciones que impone el cable UTP.

La incorporación de nuevos elementos a la red IP de la estación se podrá realizar sin necesidad de implementar nuevas soluciones a través de los Nodos Expansores dado que este diseño posee una gran escalabilidad y una alta disponibilidad de la red.

A continuación, se presenta un esquema representativo del conexionado de una estación tipo:



Figura 28 Diagrama representativo de conexión nodo de acceso y nodos expansores



Esta distribución de equipos e interconexión dentro del diseño de la red de Estaciones de Metro de Quito, proporciona las siguientes ventajas:

- Topología sencilla en su funcionamiento.
- Redundancia física de conexiones.
- Agregar un equipo terminal a la red es sencillo ya que solo con conectarlo al nodo más cercano es suficiente.

La distribución e interconexión de equipos instalados se ajusta a las necesidades de cada estación y son descritos en los planos As-Built de cada estación. Se hace referencia a las redes lógicas creadas en los documentos anexos.

#### 4.4.12. Red Inalámbrica Estaciones

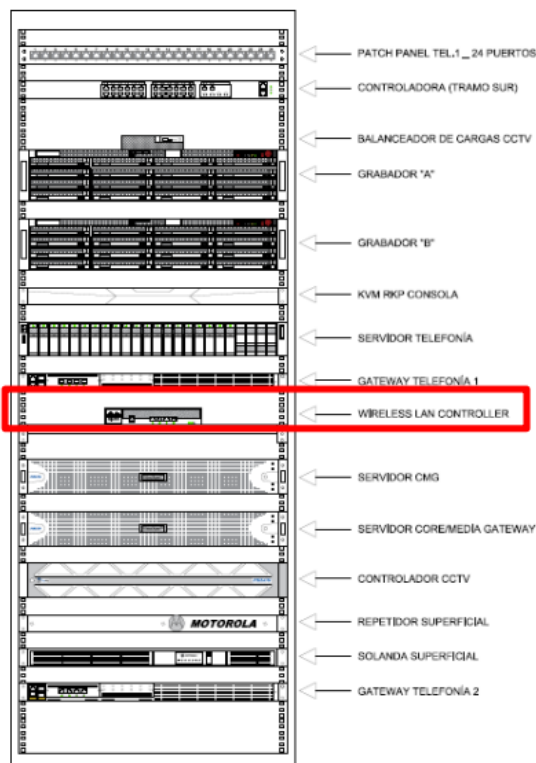
Para la infraestructura de comunicación IP inalámbrica que posibilita el volcado de datos de los equipos portátiles de Inspección utilizados por el personal de la explotación en las intervenciones de línea se instaló en las estaciones de Quitumbe y El Labrador junto al Puesto Control Central una red Inalámbrica que proporciona la infraestructura básica de comunicaciones Wireless LAN necesaria para poder habilitar comunicaciones seguras y gestionables a nivel IP entre los dispositivos móviles y el resto del equipamiento accesible desde la Red de comunicaciones IP.

La plataforma escogida para la capa de acceso inalámbrico incluye los siguientes equipos:

- Access Points 1830
- Controladora inalámbrica 2504

La controladora de la red inalámbrica está instalada en el rack de CCTV-TELEFONÍA del Cuarto de Comunicaciones del PCC, está conectado en el switch NES-DQT-MGT-001 puerto 48; para la administración y el servicio de la red inalámbrica.

Figura 29 Rack de CCTV-TELEFONÍA de Cuarto COM de PCC



Los 4 APs se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 2 APs se encuentran instalados en el PCC, 1 AP en estación Quitumbe y 1 AP en estación Labrador. Estos APs se encuentran conectados a los switches de acceso de sus respectivas estaciones, en la VLAN 999; de esta manera se conectan a la WLC que se encuentra en el cuarto COM de PCC.

#### 4.4.13. Ampliación WiFi

Se instaló la solución basada en la infraestructura ejecutada por el contratista de obra en túnel y de acuerdo con los resultados de mediciones de cobertura realizadas en las estaciones, salidas de emergencias de estaciones y salidas de emergencias de túnel.

Todos los equipos WiFi instalados en las estaciones y salidas de emergencia de estaciones, fueron conectados a la caja de comunicaciones de boca de túnel, mediante fibra óptica monomodo de 2 hilos, con sus respectivos transceptores y rosetas. Dicha fibra óptica finalizó en un gabinete metálico reforzado donde están ubicados los sistemas complementarios, los circuitos de protección eléctrica y los equipos WiFi.

Todos los equipos WiFi instalados en las salidas de emergencia de túnel, fueron conectados a las cajas de comunicaciones de túnel más cercana a la misma, mediante el sistema indicado anteriormente en las estaciones.

Detalles de estas interconexiones se pueden revisar en las memorias de conexión unifilar y planos generales de las estaciones con los recorridos y sitios finales de instalación.

Los nuevos equipos WiFi fueron instalados bajo los siguientes conceptos:

- Donde existía cuartos técnicos, eléctricos, subestaciones donde las prioridades de cobertura así lo requerían.

- En los andenes, vestíbulos y mezanines en la cantidad suficiente para cubrir la mayor área de acuerdo con su tamaño.
- En todas las salidas de emergencia de estaciones.
- En todas las salidas de emergencia de túnel en la cantidad suficiente para cubrir la mayor área de acuerdo con su tamaño.

La cantidad total de equipos instalados fueron 88 Puntos de Accesos y 2 Controladores WiFi.

Con respecto a los controladores de puntos de accesos estos fueron instalados dividiendo la Red en dos segmentos; Red Norte y Red Sur.

La Red Norte mantiene su controlador en la Estación del Labrador y se extiende hasta el PV6; mientras que la Red Sur mantiene su controlador en Cocheras y se extiende desde La Estación Quitumbe hasta antes del PV6.

#### **4.4.14. Sistema de Telefonía**

La voz sobre IP, VoziP (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:

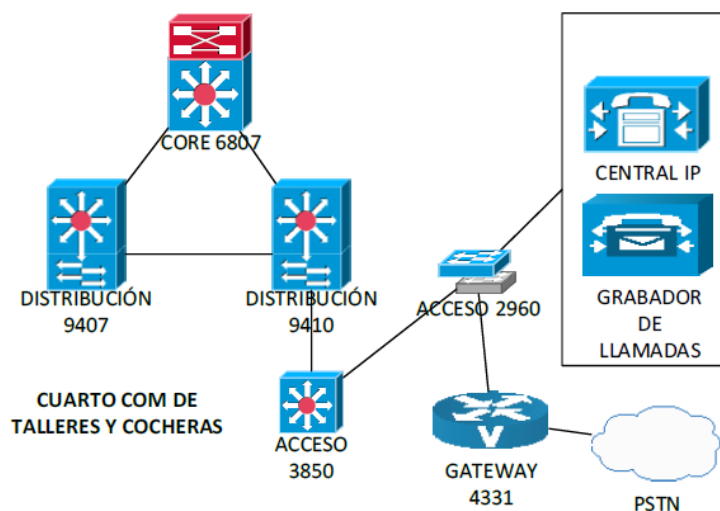
- Cuarto del Puesto de Control Local
- Cuarto General de Baja Tensión
- Cuarto de Enclavamiento
- Cuarto de Protección Contra Incendios
- Cuarto de Conductores
- Seccionadores
- Subestaciones.

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 30 Esquema general del Sistema de Telefonía



#### 4.4.15. 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.

#### 4.4.16. Sistema de Alimentación Ininterrumpida - SAI

El suministro de energía eléctrica confiable es esencial para asegurar la operación continua de los sistemas y equipos críticos en las instalaciones del Metro de Quito Línea 1. En particular, los sistemas de Telecomunicaciones y Señalización Ferroviaria que se encuentran en el Cuarto de Comunicaciones (CC), en el Cuarto de Enclavamiento y en el Cuarto de Control de Instalaciones (CCI), los mismos que dependen de una alimentación eléctrica estable y adecuada para asegurar su correcto funcionamiento, ya que un problema en el suministro de energía eléctrica podría generar pérdidas significativas de datos, tiempos de inactividad no planeados y otros costos de operación.

Para el sistema de alimentación eléctrica, se consideran las acometidas desde el Cuarto General de Baja Tensión. Estas son líneas conmutadas en origen (normal/emergencia) de forma que se garantiza una alta disponibilidad en el suministro eléctrico a los cuartos.

Se cuentan con un SAls de 10, 15 y 80 kVA que son esenciales para el funcionamiento ininterrumpido de los equipos y procesos. Esto ante la posibilidad de que ocurran cortes de energía y así asegurar una fuente continua de energía eléctrica que garantice su estabilidad ante posibles fluctuaciones.

Para su respectiva monitorización cuentan con interfaces IP y PLC's.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL SAI de 15 KVA**

Este SAI se encarga de que la electricidad que llega a nuestros equipos lo haga de una forma constante, sin picos y bajos de intensidad, para así preservar una fuente adecuada de alimentación, las características del equipo son las siguientes:

- Potencia 15.000 VA.
- Tensión de entrada/salida: 220/230 VAC.
- Baterías con autonomía para 60 minutos al 100% del consumo.
- Bypass interno.
- Interfaz de red.
- Pantalla táctil 7", LEDs.

Los fallos, entre otros, de los que nos protege el SAI son los siguientes:

- Picos y caídas de tensión.
- Cortes de energía.
- Suministro inestable de energía.
- Distorsión de la señal de la corriente (60 Hz – 220/230 V).
- Sobretensiones prolongadas

#### **CARACTERÍSTICAS DEL SAI de 10 KVA**

Este SAI se encarga de que la electricidad que llega a nuestros equipos lo haga de una forma constante, sin picos y bajos de intensidad, para así preservar una fuente adecuada de alimentación, las características del equipo son las siguientes:

- Potencia 10.000 VA.
- Tensión de entrada/salida: 220/230 VAC.
- Las baterías con autonomía para 60 minutos al 100% del consumo.
- Bypass interno.
- Interfaz de red.
- Panel frontal LCD.

Los fallos, entre otros, de los que nos protege el SAI son los siguientes:

- Picos y caídas de tensión.
- Cortes de energía.
- Suministro inestable de energía.
- Distorsión de la señal de la corriente (60 Hz – 220/230 V)

#### **CARACTERÍSTICAS DEL SAI de 80 KVA**

La serie SLC 80 CUBE3+ utiliza tecnología de doble conversión (VFI) de alta eficiencia energética para proporcionar una protección eléctrica superior. Esta tecnología garantiza una alimentación continua y estable a los dispositivos conectados, incluso en caso de fluctuaciones o interrupciones en el suministro eléctrico, las características del equipo son las siguientes:

- Potencia 80 kVA, lo que significa que puede proporcionar energía de respaldo a dispositivos con un consumo de hasta 80.000 vatios.
- Tensión de entrada/salida: Trifásica  $3 \times 208 / 3 \times 220 / 3 \times 380 / 3 \times 400 / 3 \times 415$  V (3F + N) (1) VAC.
- Bypass interno.
- Comunicación, puertos 1x RS232/RS485 + 1xUSB, con protocolo Modbus. Interface a relés 4 x Fallo AC, bypass, batería baja y general. Slot inteligente 1, para SNMP/SICRES
- Pantalla táctil 7".
- Dimensiones (mm): 880 x 590 x 1325
- Peso1: 265 kilos

Los fallos, entre otros, de los que nos protege el SAI son los siguientes:

- Picos y caídas de tensión.
- Cortes de energía.
- Suministro inestable de energía.
- Distorsión de la señal de la corriente.
- Sobretensiones prolongadas

La descripción completa del sistema se encuentra en los documentos anexos.

#### **4.4.17. Puesto de Control Central**

- **Relación de subsistemas**
  - **Video Wall**

En el PCC están instaladas 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 completa 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 todos 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.

- **Puestos 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 la PLMQ. Los equipos son CPU's y dependiendo del puesto de operación tienen varios monitores para la visualización y operación.

El mobiliario del Centro de Control está constituido por sillas, mesas, bucks, armarios, los cuales están orientados hacia la función de uso continuo y eficiente que la tarea de supervisión requiere, de esta manera cumple con las normativas ergonómicas, requisitos operativos exigidos y con la estética final.

El equipamiento de la Sala de Control está distribuido de la siguiente manera:

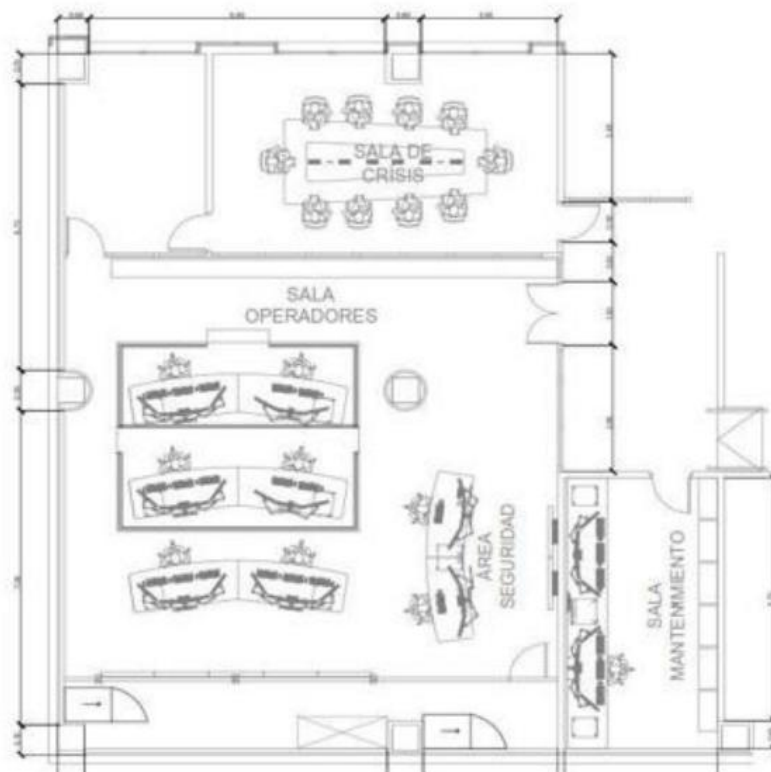
- Consolas de Control Operativo: 3 Puestos de Operador y 1 de Supervisión
- Consolas de Mantenimiento: 3 Puestos de Mantenimiento (Sala de Mantenimiento)
- Consolas de Auxiliares: 2 Puestos de Auxiliares
- Consolas de Control de Seguridad: 2 Puestos de Control de Seguridad

Cada uno de los tres puestos de operador y el del puesto de supervisor cuentan con un sistema de visualización compuesto por cuatro monitores de tecnología LCD-TFT y tamaño de 24 pulgadas. Estos cuatro monitores se soportan en una estructura única que favorece la estética del conjunto, teniendo capacidad de ampliación (si se requiere) para un monitor más y permite una configuración de 5 monitores.

En lo que respecta a los puestos auxiliares, los 2 puestos disponen de un sistema de visualización compuesto por tres monitores de tecnología LCD-TFT y tamaño 24 pulgadas. Estos tres monitores se soportan en una estructura única que favorece la estética del conjunto.

A continuación, se detalla la distribución del PCC:

*Figura 31 Distribución de Salas y Puestos del PCC*





Además de los puestos de operación, auxiliares y de mantenimiento, el PCC incluye:

- Impresora Multifuncional
- Sala de Reuniones y Crisis: Mesa y sillas
- Consolas de Operación
- Armarios Laterales
- Cableado y Elementos Ofimáticos
- Racks 19"
- Sillones de Operador
- Consolas de Audio

- **Gestión de la Información**

Durante las operaciones normales del Metro de Quito, se pueden generar alarmas o eventos que quedan registrados en los diferentes sistemas de apoyo a la operación general; a estos registros de los sistemas se los conoce como logs.

En el Metro de Quito se tienen los siguientes sistemas que generan logs en su operación:

- Energía
- Control de estaciones
- Señalización
- Ventilación
- Aire acondicionado
- Control de accesos

Los logs, dependiendo de cada sistema por lo general no se registran de manera uniforme, es decir, un sistema puede registrar los logs con diferente extensión de archivo, el contenido puede estar registrado de manera vertical u horizontal o la información puede contener datos de varios conceptos de log en un mismo archivo. Al tener la información de esta manera, la lectura del contenido de los logs se hace muy compleja y se complica aún más cuando se requiere establecer relaciones entre los diferentes archivos de log generados.

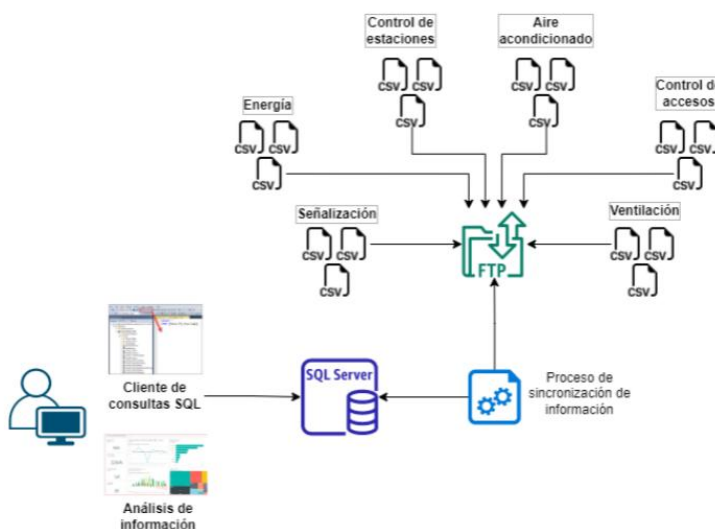
La solución implementada para un mejor análisis de los logs generados en los diferentes sistemas contempla los siguientes componentes:

1. Estandarización de logs: Mediante reuniones de trabajo con el personal a cargo de los sistemas, se analiza los archivos generados por cada sistema para poder estandarizar el contenido de la información de los archivos.
2. Transferencia de logs: una vez que se tenga estandarizados los archivos de log, se establece reglas para que los logs sean transferidos a un servidor FTP centralizado para todos los sistemas.
3. Procesamiento de logs: se desarrolla una aplicación para procesar los archivos de log del FTP diariamente y se traslada su información a una base de datos relacional.
4. Consulta de información: una vez que el proceso carga la información a la base de datos, por medio de SQL se puede realizar consultas de los datos para poder interpretar la información obtenida de manera más legible.

Adicionalmente a las consultas SQL, se podrá usar una aplicación (Power BI) que permita visualizar la información de manera más legible para el usuario final.

A continuación, se muestra un diagrama general de Gestión de la Información del PCC:

Figura 32 Arquitectura general



#### ○ Audio Centralizado

El sistema GEMYC-D es un sistema de comunicaciones basado en una arquitectura de última generación, que integra en una única plataforma (basada en PC), diferentes sistemas de comunicaciones. Asimismo, permite la integración con sistemas de terceros, habilitando la interacción con sistemas cartográficos y de posicionamiento o aplicaciones informáticas para el despacho y gestión de emergencias.

GEMYC-D permite poner a disposición de los operadores recursos de comunicaciones de las más diversas tecnologías, desde radio a telefonía, pasando por otros como megafonía, interfonía, postes de emergencia, sistemas analógicos, digitales, convencionales, troncalizados, con conexión a través de terminal o directamente a la infraestructura, etc., conectándolos a un elemento común que los homogeniza sin perder ninguna de las características intrínsecas de cada uno.

GEMYC-D permite asimismo la integración entre todos ellos, estableciendo la conexión entre medios half-dúplex y full-dúplex, gracias a la gestión automatizada del PTT sin necesidad de intervención del interlocutor.

GEMYC-D es un sistema que parte de una estructura mínima basada en los estándares más difundidos en el mercado, siendo modular, abierto, escalable, fiable y estandarizado en todos sus componentes, destacando entre otras por las siguientes características:

- Compatibilidad con todos los sistemas de telecomunicaciones de voz y datos de cualquier fabricante. Interfaces para integrar en GEMYC todos los estándares de telecomunicación que coexisten en el mercado.
- Operatividad ininterrumpida frente a averías y mantenimiento en opción de redundancia.
- Gateways de comunicaciones redundados para proporcionar una alta disponibilidad en los servicios que lo demandan. Permite operar 24 horas al día y 7 días a la semana manteniendo la funcionalidad frente a averías. La configuración de esta redundancia del servidor permite

una conmutación automática y manual, garantizando en cualquier caso la disponibilidad de las comunicaciones en menos de 10 segundos tras la conmutación.

- Tecnología abierta, no propietaria. Sistema no propietario desarrollado sobre una plataforma PC, abierto a la integración con aplicaciones de otros fabricantes de desarrollos CTI estandarizados, y con disponibilidad de repuestos de múltiples fabricantes. Disponibilidad de control OCX (Windows), para integración de la funcionalidad de la plataforma de comunicaciones con aplicaciones de otros fabricantes.
- Sistema IP de modo nativo. Toda la señalización entre todos los elementos del sistema queda encapsulada bajo el protocolo SIP, haciéndolo más fácilmente integrable en redes protegidas contra ataques, intrusos, etc. La configuración de los firewalls y routers se simplifica puesto que sólo tienen que abrirse los puertos determinados por estos protocolos.
- Asimismo, todo el tráfico de voz está encapsulado bajo el protocolo RTP, adoptando diferentes códecs en función del ancho de banda disponible o los elementos externos con los que tengamos que integrarnos.
- Sistema escalable. En la arquitectura de GEMYC-D se pueden añadir tantos Gateways como se necesiten para aumentar la capacidad del sistema en el caso de que se vea sobrepasada la capacidad de uno de ellos.
- Sistema distribuido. Con las condiciones de QoS y ancho de banda requeridos, virtualmente cualquier elemento puede estar instalado en cualquier lugar de la red IP.
- Esto abre nuevas posibilidades a la hora de enfrentarse a nuevas topologías, requisitos o limitaciones prácticas, además de proporcionar una flexibilidad desconocida hasta el momento. Los recursos pueden estar descentralizados, en diferentes sedes, edificios, ciudades, etc. pero a su vez están disponibles para todos los usuarios. Basta con configurar los permisos necesarios.
- El sistema permite el funcionamiento de los centros de forma individual o de forma integrada. Mientras que la conexión IP entre centros esté establecida, los operadores pueden manejar recursos de cualquier emplazamiento.
- En el caso de que el enlace entre ellos se vea cortado, los centros pueden seguir funcionando autónomamente, accediendo a los recursos dentro de su red.
- Sistema accesible. Dispone de herramientas vía web para facilitar el acceso al sistema por parte del personal de administración y mantenimiento a las labores de configuración y monitorización.
- Calidad de servicio acreditada. Puesta en marcha eficaz, que permite una reducción de tiempos y una operatividad inmediata. Posibilidad de Garantía y Mantenimiento durante toda la vida del sistema. Documentación detallada, clara y concisa.
- Asesoramiento Tecnológico, basado en la experiencia. Ingeniería para dar solución a las necesidades técnicas de cada cliente. Se dispone de herramientas de autodiagnóstico, para mantenimiento preventivo y remoto que garantiza la operatividad de los sistemas suministrados, con posibilidad de realizar completos informes preventivos acerca del estado de todos los componentes, elementos y los canales de comunicación conectados al sistema.

GEMYC-D está constituido en torno a la red IP para sus comunicaciones internas, tanto a nivel de audio (VoIP) como de señalización. Ello permite que, con las condiciones adecuadas, se disponga de la capacidad de montar la solución soportando las más diversas arquitecturas y limitaciones impuestas por el entorno

- **Sistema Central de Monitorización**

El sistema central de monitorización SNMP implementado en el proyecto, es la plataforma SolarWinds que recoge datos e información detallada de los equipos con protocolo SNMP versión 3 o anterior a está. El sistema está orientado a la supervisión de fallas, rendimiento y disponibilidad de los equipos instalados. La plataforma proporciona múltiples herramientas y recursos diseñados para simplificar el monitoreo.

Como mostrar en el panel de operación alertas, eventos y estados, que se encuentran activos en los equipos, de igual manera el sistema tiene la capacidad de generar registro de eventos históricos, también se puede configurar como acción enviar correos de notificación a destinatarios definidos por el usuario, el propósito del sistema es la monitorización de equipos para una gestión eficiente de la infraestructura.

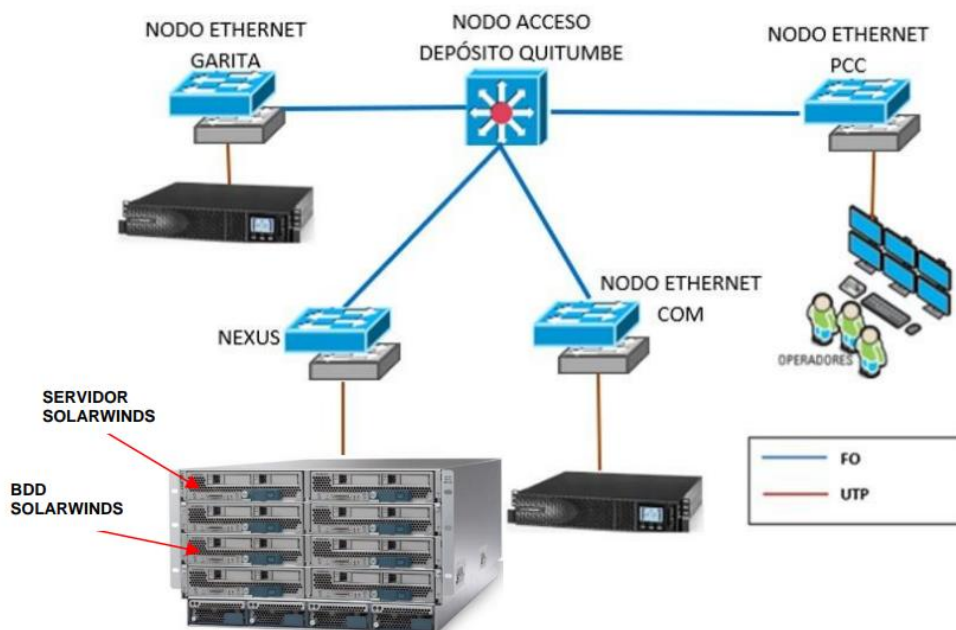
Características principales:

- El sistema monitorea la disponibilidad, el rendimiento y la salud de los dispositivos en tiempo real.
- Interfaz potente, intuitiva, escalable y personalizable.
- Detección y diagnóstico del rendimiento de los equipos, permitiendo dar solución rápida ante un inconveniente.
- Alertas preconfiguradas, además de la capacidad para crear alertas personalizadas basadas en condiciones simples y correlación condiciones.

El sistema implementado consta de dos servidores instalados en el cuarto de comunicaciones de Patio Talleres y Cocheras, uno contiene la plataforma SolarWinds mientras que otro servidor contiene una base de datos. El servidor del Sistema de monitorización SNMP se encuentra ubicado en el armario de monitorización, en el chasis 03 modelo CISCO U5108, Blade 1 mientras que el servidor de base de datos se encuentra en el Blade 5.

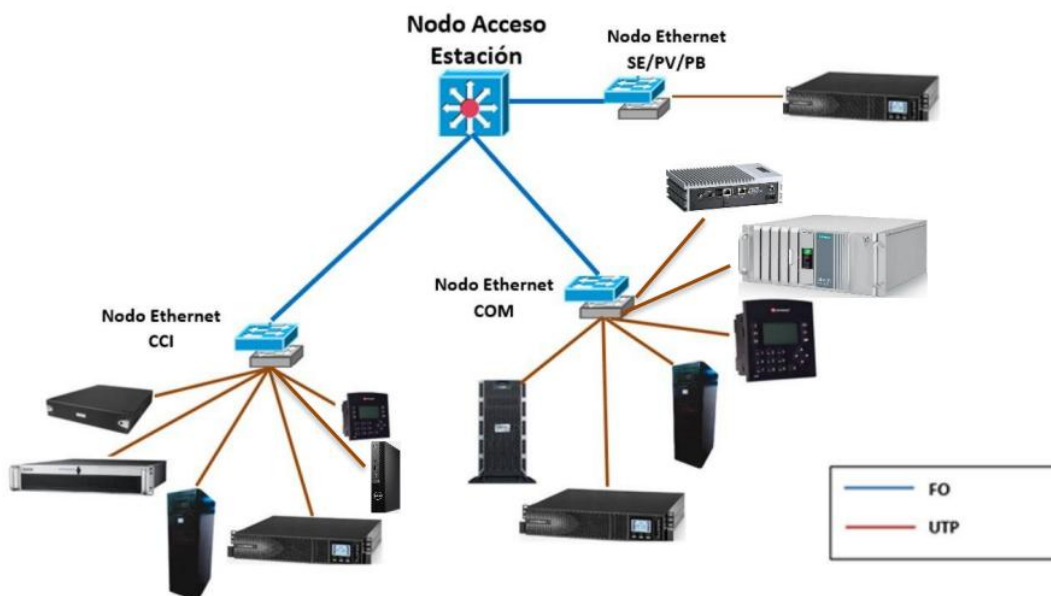
En la siguiente figura se muestra el diagrama de la conexión del servidor SOLARWINDS, la base de datos y los elementos a monitorear instalados en Patio de Talleres y Cocheras:

Figura 33 Diagrama del SNMP en PTC



En las estaciones se monitorean equipos utilizando por método de sondeo el protocolo SNMP, en la siguiente figura se muestra el diagrama general de conexión del equipamiento y elementos que componen el sistema central de monitorización SNMP en las estaciones de la línea 1 Metro de Quito.

Figura 34 Diagrama del SNMP en Estaciones



Los equipos monitoreados en los cuartos técnicos son los siguientes.

Cuarto de Comunicaciones:

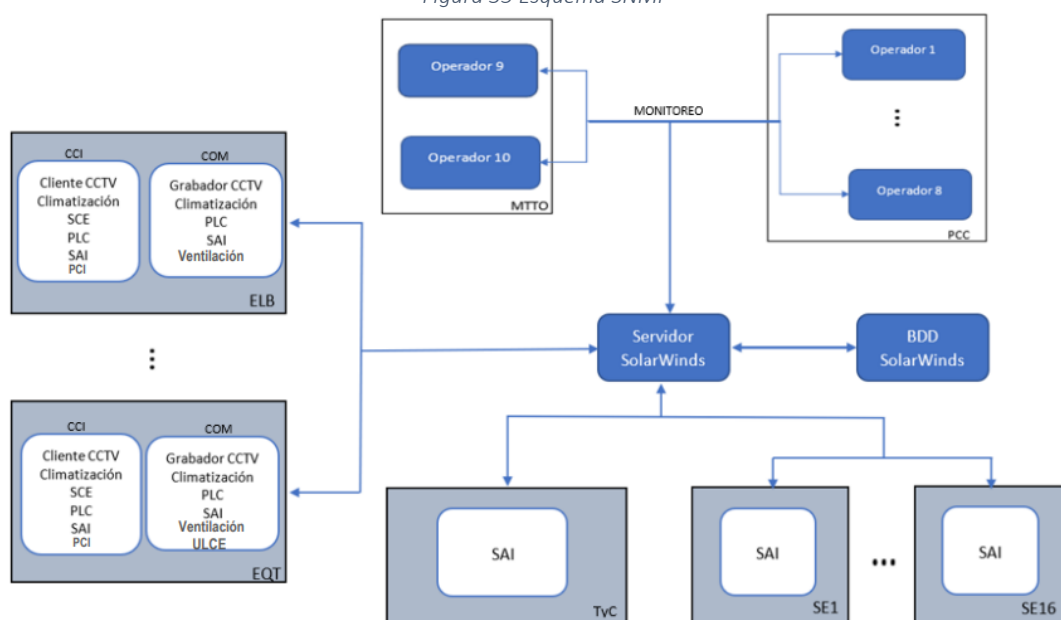
- Grabador CCTV

- Equipo de Climatización
- PLC (Cuadros eléctricos)
- SAI
- Servidor Ventilación
- Unidad de control local SIV

Cuarto de CCI:

- Cliente CCTV
- Servidor local SCE
- Equipo de Climatización
- PLC (Cuadros eléctricos)
- SAI
- Cliente PCI

Figura 35 Esquema SNMP



#### 4.4.18. Climatización

La instalación de aire acondicionado permite garantizar, en determinados espacios en los que es necesario, ya sea por requerimientos de los equipos instalados en ellos como por garantizar condiciones de confort por permanencia de personal, unas condiciones determinadas de temperatura y humedad tanto en las estaciones como en el edificio de Talleres y Cocheras.

En estaciones, los cuartos técnicos que se han dotado de instalación de climatización son: las taquillas, el Cuarto de Control de Instalaciones (CCI), el cuarto de comunicaciones y, en las estaciones donde éste existe, el cuarto de enclavamiento.

En el edificio de Talleres y Cocheras ha sido necesaria la instalación de aire acondicionado en el Puesto de Control Central (PCC) y así mismo en los cuartos de comunicaciones y enclavamiento.

#### 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.

Los Aires acondicionados que se han instalado en los cuartos técnicos 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 u 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.

Así pues, en las estaciones, son objeto de este plan de mantenimiento los equipos de climatización situados en los cuartos de Comunicaciones y Enclavamiento, en las estaciones en las que existe dicho cuarto.

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.

De acuerdo con los elementos señalados y conforme se detalla en los planes de mantenimiento y documentación técnica adjuntos, el contratista está obligado a mantener operativos todos los componentes que conforma la sección de Telecomunicaciones. Esta obligación incluye la ejecución oportuna de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, de todos sus elementos que garanticen el correcto funcionamiento.

#### **4.5. FRONTERAS DE MANTENIMIENTO CON EL OPERADOR**

En el *Anexo: "Fronteras de Mantenimiento"*, se estableció las fronteras de mantenimiento en los sistemas. En este sentido, todo aquello que no está incluido en el anexo mencionado, se deberá tomar en cuenta para el mantenimiento de este servicio.

#### **4.6. FRONTERAS DE MANTENIMIENTO CON LOS OTROS MANTENEDORES**

##### **Señalización Ferroviaria**

La frontera con el Mantenedor de Señalización Ferroviaria se presenta en los aparatos de vía.

Para el presente proceso de contratación, el mantenedor realizará la limpieza, lubricación, revisión de geometría, par de apriete, limpieza y demás ítems referidos en el plan de mantenimiento de estos aparatos. Las intervenciones en aparatos de vía deben ser coordinadas entre el mantenedor de señalización ferroviaria y el mantenedor de la presente contratación, siendo obligatorio la presencia de ambos equipos de mantenimiento.

##### **Material Rodante**

La frontera con el Mantenedor de Material Rodante es hasta los sistemas de comunicación embarcados, por lo cual estos sistemas no son de responsabilidad del Contratista objeto de la presente contratación.

##### **Energía**

La frontera con el Mantenedor de Energía se presenta en el cable que energiza el cuadro eléctrico principal que alimenta a estos sistemas. El alcance de los Sistemas de Infraestructura, Superestructura, Telecomunicaciones y Electromecánicos inicia desde el tablero principal de alimentación e incluye la iluminación y fuerza de los cuartos técnicos y no técnicos relacionados con estos cuatro sistemas, pozos, salidas de emergencia en inter estaciones y Talleres y Cocheras.

#### **4.7. CONTINGENCIA**

Se deberá prever la capacidad instalada de la entidad contratante 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 de los sistemas objeto de esta contratación sin exclusión alguna.

## 5. 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, superestructura, 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 Distrito Metropolitano.

A continuación, se detalla la metodología y lineamientos para la ejecución contractual:

### 5.1. 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, 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 componentes de las soluciones propias de los sistemas objeto de la contratación, de acuerdo con los planes y manuales de mantenimiento provistos por los Fabricantes y aprobados por la EPMMQ, las normas técnicas aplicables y las especificaciones de los fabricantes.

Las actividades de mantenimiento preventivo se desarrollarán conforme a los periodos, ciclos de operación y cronogramas establecidos en relación a los planes de mantenimiento, 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 preservación, alargando la vida útil de los componentes 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 de 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 de 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 o su delegado, 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 hasta quince (15) días posteriores al inicio del contrato, sin que esto afecte la ejecución continua de los planes de mantenimiento. 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. Esta planificación está sujeta a modificaciones de acuerdo con los requerimientos técnicos.

Adicionalmente, el Contratista presentará para su aprobación, según el procedimiento establecido, la planificación semanal, para su revisión, los cuales deben estar en concordancia con los planes de mantenimiento. Cabe indicar que esta planificación podrá ser modificada o actualizada en base a criterios técnicos.

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 que no cuenten con esta documentación con el objetivo de mantener su funcionalidad y prolongar su vida útil.

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, así como la flota de trenes 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.

El contratista durante la ejecución del contrato deberá renovar y mantener vigentes las licencias de los componentes, elementos, y/o equipos que conforman los sistemas objeto de contratación que lo requieran.

El Contratista durante la ejecución del contrato presentará un “Plan de Obsolescencia” de equipos y repuestos cada seis (6) meses 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 y aprobado por el Administrador del Contrato previa su ejecución.

En caso de obsolescencia de un elemento de un sistema, el Contratista es responsable de proporcionar el elemento nuevo y/o alternativo aprobado y homologado con adaptación y/o

actualización que sea compatible con los componentes que lo conforman, garantizando el buen funcionamiento y disponibilidad de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, para lo cual presentará la debida justificación técnica y se contemplará dentro del mantenimiento correctivo.

El plan de obsolescencia debe contener como mínimo lo siguiente:

- Resumen ejecutivo
- Objetivo
- Alcance
- Base Normativa y Documental
- Diagnóstico
- Metodología
  - Identificación de elementos con obsolescencia
  - Evaluación de riesgos
  - Planificación de mitigación
  - Registro y monitoreo
- Anexos

#### **5.1.1. Atención de Incidencias**

La Contratista, será responsable de garantizar la disponibilidad de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones para mantener la operación comercial de la PLMQ, atendiendo y solventando todas las incidencias que se presenten y sean detectadas tanto en la operación comercial como en las actividades de mantenimiento, a excepción de las establecidas en la sección de mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo incluirá las actividades necesarias en los componentes, elementos, equipos y soluciones propias de los sistemas objeto de la presente contratación, que no estaban inicialmente contempladas en los planes de mantenimiento pero que han sido detectadas para restaurar y mantener el correcto funcionamiento de los sistemas.

Como parte del alcance del mantenimiento también se incluye la asistencia técnica en la línea de la PLMQ en situaciones de emergencia; así como cualquier otro evento y/o incidencia de emergencia que impida el normal funcionamiento de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones y por ende la circulación de trenes, que pueda ocasionar una paralización parcial o total de la operación comercial de la PLMQ.

Como parte de la atención de incidencias, el Contratista presentará el registro del cierre de las ordenes de trabajo en el que se incluya la siguiente información:

- Orden de trabajo
- Fecha y hora de apertura incidencia
- Fecha y hora de cierre incidencia
- Tiempo de atención
- Quien reporta la incidencia
- Sistema al que corresponde la incidencia
- Elemento afectado
- Acción realizada
- Técnico responsable
- Insumos utilizados

- Si es necesario el cambio de parte, pieza o elemento.
- Código de parte, pieza o elemento
- Vigencia garantía técnica de la parte, pieza o elemento.
- Análisis de reincidencias en mantenimientos correctivos y preventivos.
- Observaciones

Como parte del mantenimiento preventivo, el Contratista será responsable de realizar un mantenimiento integral a los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, entendiéndose como mantenimiento integral la ejecución de todas las actividades contempladas en los planes de mantenimiento, normas técnicas, y demás documentación técnica, así como cualquier actividad necesaria para mantener la disponibilidad de los sistemas y/o solventar las incidencias detectadas en las inspecciones de estado de los sistemas mencionados o en la operación comercial de la PLMQ.

Adicionalmente, considerando que se evaluará la disponibilidad de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, se encuentran incluidas todas las actividades que el Contratista considere necesario realizar para reducir las incidencias que pudiesen presentarse en los bienes que forman parte del alcance del contrato.

Se exceptúan del “Mantenimiento Preventivo” las actividades establecidas para el “Mantenimiento Correctivo”.

#### **5.1.2. Asistencia técnica permanente para mantenimiento**

Se considera como parte del mantenimiento preventivo la asistencia técnica permanente en la PLMQ, es decir 24/7 los 365 días del año para situaciones como: percances, daños o fallas en los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones; así como cualquier otro evento y/o incidencia que impida el normal funcionamiento de la operación comercial.

La asistencia técnica podrá ser de manera remota, de no solventarse la incidencia se debe realizar de manera presencial, con el fin de reestablecer la funcionalidad y disponibilidad de los sistemas objeto de la contratación.

Además, se proporcionará asistencia técnica de forma presencial a los elementos y/o componentes de los sistemas objeto de la contratación cuando sea necesario, con el objetivo de solventar cualquier inconveniente durante la operación, pruebas y mantenimientos. La finalidad será restablecer el servicio de los sistemas en el menor tiempo posible.

#### **5.1.3. Intervenciones inmediatas no programadas o en circunstancias especiales**

En caso de requerir intervenciones inmediatas no programadas o en circunstancias especiales en los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, 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 de los sistemas, para lo cual dispondrá de personal suficiente, medios logísticos e insumos técnicos necesarios para dar respuesta inmediata a fin de continuar con la operación del servicio.

### **5.2. 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 de Contrato.

En caso de que aplique la activación del seguro por las causales que se describen en los acápites siguientes, el Contratista emitirá los insumos correspondientes que incluye la valoración económica de la actividad de conformidad al procedimiento de activación de seguros de la EPMMQ. Esta documentación se generará por parte del mantenedor sin costo para la EPMMQ.

#### **5.2.1. 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.

Las modificaciones para corregir el mal funcionamiento de equipos nuevos en periodo de garantía correrán a cargo del contratista, sin costo adicional para la EPMMQ.

#### **5.2.2. Gestión de obsolescencia**

Durante el periodo de garantía de los bienes y suministros de los contratos de la PLMQ, el contratista proveerá de alertas e informes de obsolescencia, sin costo alguno para que la EPMMQ, gestione la Garantía Técnica con el contratista de origen.

En caso de obsolescencia de varios elementos integrales que 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 pagada con el monto de mantenimiento correctivo, previo análisis y aprobación del Administrador de 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 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.

En los casos en que se mantengan vigentes las garantías técnicas de los bienes constantes en los contratos de la PLMQ, el responsable de cumplir con la garantía técnica es el contratista de los mismos conforme lo establecido en los referidos contratos.

### **5.2.3. 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 de 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. Esta documentación se generará por parte del mantenedor sin costo para la EPMMQ.

Para la ejecución de estas actividades se deberá primero verificar la cobertura del seguro vigente de los bienes, para priorizar su utilización.

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.

### **5.2.4. 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.

## **6. EJECUCIÓN DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO**

Los trabajos de mantenimiento deberán ejecutarse conforme a los planes y/o manuales de mantenimiento aprobados por la EPMMQ. Cualquier falla, daño o avería que afecte el funcionamiento de los sistemas objeto de esta contratación, derivada de negligencia, error u omisión en la prestación del servicio de mantenimiento, será atribuible al Contratista, quien asumirá los costos de reparación correspondientes.

El Contratista deberá mantener de forma permanente con base en criterios técnicos, un stock adecuado de partes, piezas, repuestos, insumos, fungibles y consumibles necesarios para la ejecución del servicio de mantenimiento de todos los componentes de los sistemas objeto de la contratación, incluyendo aquellos vinculados al cumplimiento del PMA y del PGASS-H.

La falta de disponibilidad de estos elementos que ocasione retrasos en las actividades de mantenimiento y derive en una paralización parcial o total de los sistemas será considerada incumplimiento contractual, aplicándose la multa correspondiente por cada día de retraso hasta la resolución del evento. De manera excepcional, cuando el desabastecimiento de partes, piezas,



repuestos, insumos, fungibles o consumibles no sea imputable al Contratista, este podrá justificar la no aplicación de la multa, siempre que presente en un plazo máximo de diez (10) días contados desde el agotamiento del stock, la factura o documentación que acredite el inicio del proceso de importación de los elementos faltantes.

El Contratista registrará la información resultado de los mantenimientos e indicadores en el Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO, a fin de asegurar su trazabilidad y disponibilidad. El Contratista asignará un usuario y contraseña con el propósito de que el Administrador del Contrato tenga acceso permanente a la información registrada en el sistema GMAO.

El Contratista estará obligado, en todo momento, a cumplir con las disposiciones establecidas en la normativa ambiental vigente, la normativa de Seguridad y Salud Ocupacional, la Licencia Ambiental del proyecto, así como con el PMA y el PGASS-H y sus actualizaciones, debidamente aprobadas por las instancias correspondientes, mismas que serán notificadas por el Administrador del Contrato.

El Contratista dispondrá a su costo de elementos de comunicación permanente y de movilización para desplazarse a cualquier punto de la línea, durante la ejecución del Contrato.

El Contratista mantendrá la disponibilidad de todos los recursos necesarios para la óptima ejecución del servicio de mantenimiento preventivo y correctivo, incluyendo personal técnico calificado, equipamiento mínimo, infraestructura adecuada, recursos tecnológicos, medios de movilización, soporte logístico y cualquier otro elemento requerido para el cumplimiento integral del servicio.

Será responsabilidad del Contratista proveer los espacios necesarios para su personal administrativo, técnico y operativo, así como para el adecuado desarrollo de las actividades previstas en el objeto contractual. De igual manera, corresponderá al Contratista la provisión y gestión del almacenamiento de los materiales requeridos durante la ejecución del contrato, con las condiciones necesarias para su correcta conservación y oportuna disponibilidad.

## **6.1. INFORME MENSUAL DE MANTENIMIENTO**

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:

- Detalle y registros de las actividades establecidas en la sección “Mantenimiento Preventivo”.
- Actividades realizadas de acuerdo con los planes de mantenimiento y al cronograma presentado por el contratista, incluyendo la lista del personal responsable y firmas.
- Cumplimiento y ejecución del plan RAM para los sistemas objeto de la contratación.
- Análisis y cumplimiento de los indicadores establecidos en el presente documento.
- Base de datos de equipos, partes, repuestos, elementos, materiales y/o consumibles empleados en el mantenimiento, con sus respectivos códigos y/o números de partes.
- Hojas de registro y base de datos de la atención de incidencias.
- Gráficas de evaluación del mantenimiento preventivo según estadísticas.
- Reporte e informes de Mantenimiento Correctivo (en caso de ejecutarse).

- Informe de cumplimiento e implementación del PMA con sus respectivas matrices de reporte, medios de verificación y justificaciones correspondientes en caso de que alguna medida no fue 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), vigentes y sus respectivas actualizaciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

El Contratista entregará el informe mensual de mantenimiento, junto con los documentos de respaldo, al Administrador del Contrato para su revisión y validación durante los primeros quince (15) días término del mes siguiente al que se prestó el servicio.

El Administrador de Contrato tendrá un término de diez (10) días para emitir observaciones o aprobar el Informe Mensual de Mantenimiento.

Los plazos de entrega del informe por parte de la contratista o emisión de observaciones por parte del Administrador del Contrato podrán ser prorrogados por un período igual dependiendo de la complejidad, para lo cual bastará que se emita una notificación de cualquiera de las partes.

En caso de observaciones, estas se comunicarán por escrito al Contratista a través del Administrador del Contrato.

En caso de existir observaciones, estas deberán ser resueltas en un término máximo de cinco (5) días por parte del Contratista.

El Administrador de Contrato tendrá un término de diez (10) días para emitir observaciones o aprobar el Informe Mensual de Mantenimiento y a su vez tendrá un término de cinco (05) días para suscribir el Acta de Entrega Recepción Parcial, desde la aprobación del Informe Mensual de Mantenimiento.

En situaciones en las que las observaciones persistan sin corrección, se aplicará la multa correspondiente 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.

## **6.2. REGISTROS DE ATENCIÓN DE INCIDENCIAS**

La contratista será responsable de llenar y presentar un registro por cada incidencia atendida conforme a las órdenes de trabajo generadas para el mantenimiento de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ.

El registro permitirá tener la trazabilidad de la gestión del mantenimiento conteniendo como mínimo la siguiente información:

- Orden de trabajo
- Fecha y hora de apertura incidencia
- Fecha y hora de cierre incidencia
- Tiempo de atención
- Quien reporta la incidencia
- Sistema al que corresponde la incidencia
- Elemento afectado

- Acción realizada
- Técnico responsable
- Insumos utilizados
- Si es necesario el cambio de parte, pieza o elemento.
- Código de parte, pieza o elemento
- Vigencia garantía técnica de la parte, pieza o elemento.
- Análisis de reincidencias en mantenimientos correctivos y preventivos.
- Observaciones

Adicionalmente, deberá llevar una base de datos con el registro de las incidencias atendidas, información que estará disponible en todo momento para el Administrador de Contrato.

### 6.3. INFORME DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El Contratista deberá elaborar y presentar un *"Informe de Mantenimiento Correctivo"* en caso de que se presente la necesidad conforme a las causales establecidas en la sección *"Mantenimiento Correctivo"*, o a petición del Administrador del Contrato conforme a la necesidad institucional, cumpliendo con lo siguiente:

- Notificación inicial:
  - El contratista emitirá el "Informe para Ejecución de Mantenimiento Correctivo" sin costo para la EPMMQ, al Administrador del Contrato en un plazo no mayor de quince (15) días de la solicitud del Administrador del Contrato o que se presente la necesidad por parte del mantenimiento.
- Valoración de actividades:
  - El contratista deberá incluir en el "Informe para Ejecución de Mantenimiento Correctivo" la valoración económica inicial de la ejecución del mantenimiento correctivo, esta valoración contendrá un análisis de precios unitarios, así como los plazos de ejecución.
- Plazo de aprobación:
  - El Administrador de Contrato dispondrá de un plazo de quince (15) días para analizar, ajustar y de ser el caso aprobar la ejecución de la actividad considerando las condiciones técnicas y económicas.
- Emisión de orden de trabajo:
  - El Administrador del Contrato emitirá la "Orden de Trabajo" correspondiente una vez aprobado el "Informe para Ejecución de Mantenimiento Correctivo" e instruirá el inicio de la ejecución de actividades.
- Gestión de Pago:
  - El pago se realizará una vez concluida la actividad, y contra la presentación de un "Informe de Mantenimiento Correctivo", en el que se debe detallar las actividades realizadas, así como los insumos utilizados con los respectivos precios.
  - El "Informe de Mantenimiento Correctivo" se encuentra sujeto a aprobación por parte del Administrador del Contrato.

El Administrador de Contrato tendrá un término de diez (10) días para emitir observaciones o aprobar el Informe de Mantenimiento Correctivo.

Los plazos de entrega del informe por parte de la contratista o emisión de observaciones por parte del Administrador del Contrato podrán ser prorrogados por un período igual dependiendo de la complejidad, para lo cual será solo necesario que emita una notificación de cualquiera de las partes.

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 término máximo de cinco (5) días por parte del Contratista.

El Administrador de Contrato tendrá un término de diez (10) días para emitir observaciones o aprobar el Informe de Mantenimiento Correctivo y a su vez tendrá un término de cinco (05) días para suscribir el Acta de Entrega Recepción del mantenimiento correctivo realizado.

En situaciones en las que las observaciones persistan sin corrección, se aplicará la multa correspondiente 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.

- Cobertura de Seguros:
  - Para el caso por cobertura de bienes asegurados por la EPMMQ, la EPMMQ presentará la valoración de la incidencia, falla o avería a la Aseguradora para que ejecute su intervención de manera inmediata, esta valoración será realizada por el Contratista. La entidad contratante será la que cubra los costos del deducible generado. Para cuyo efecto el Contratista remitirá la valoración económica inicial dentro de un plazo no mayor a diez (10) días.

#### **6.4. INFORME ANUAL DE MANTENIMIENTO**

El Contratista entregará al Administrador del Contrato el Informe Anual de Mantenimiento, cumpliendo con los formatos, numeración y normativa de gestión documental vigente y acordados previamente entre el Contratista y el Administrador de Contrato, con un enfoque técnico gerencial.

Este informe incluirá como mínimo:

- Actividades de mantenimiento preventivo realizadas conforme a planes y manuales de mantenimiento.
- Análisis de indicadores, de acuerdo con lo establecido al apartado correspondiente.
- Consolidado de cumplimiento y ejecución del plan RAM.
- Gráficas de evaluación del mantenimiento según estadísticas.
- Gráficas de evaluación de cumplimiento y ejecución del Plan de Manejo Ambiental, PGASS-H.
- 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 quince (15) días término posteriores al último mes del periodo anual en el que se prestó el servicio.

En caso de existir observaciones, se requiere que estas sean resueltas en un término máximo de cinco (5) días. En situaciones en las que las observaciones persistan sin corrección, se aplicará la multa correspondiente hasta que el informe se presente de manera satisfactoria.

El Administrador de Contrato tendrá un término de diez (10) días para emitir observaciones o aprobar el Informe Anual de Mantenimiento.

Los plazos de entrega del informe por parte de la contratista o emisión de observaciones por parte del Administrador del Contrato podrán ser prorrogados por un período igual dependiendo de la complejidad, para lo cual será solo necesario que emita una notificación de cualquiera de las partes.

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 término máximo de cinco (5) días por parte del Contratista.

El Administrador de Contrato tendrá un término de diez (10) días para emitir observaciones o aprobar el Informe de Anual de Mantenimiento y a su vez tendrá un término de cinco (05) días para suscribir el Acta de Entrega Recepción del mantenimiento correctivo realizado.

En situaciones en las que las observaciones persistan sin corrección, se aplicará la multa correspondiente 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.

El Informe Anual de Mantenimiento se encontrará vinculado al pago del último informe mensual de cada año de ejecución del contrato.

## **6.5. INDICADORES GENERALES DE MANTENIMIENTO**

Para la ejecución del mantenimiento de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, se establecen indicadores que permiten evaluar la calidad del servicio de mantenimiento.

El resultado de la aplicación de estos indicadores será presentado por la Contratista como parte de los informes mensuales de mantenimiento y serán evaluados por parte del Administrador del Contrato, previo a la gestión del pago.

Los indicadores considerados para el servicio de mantenimiento de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, son:

- Informativos:
  - Tiempo medio de resolución de una Orden de Trabajo

- Fiabilidad
- Mantenibilidad
- De evaluación:
  - Disponibilidad.
  - Tiempo de Respuesta.
  - Cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo.
  - Cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y PGASS-H.

## **7. GARANTÍA DE BUEN FUNCIONAMIENTO, TÉCNICA CONTRACTUAL Y ESPECÍFICAS DE COMPONENTES, SISTEMAS Y EQUIPOS MONTADOS DE CONTRATOS SUSCRITOS PARA LA PLMQ**

Para los componentes de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, que cuenten con la Garantía de Buen Funcionamiento de las Obras vigente, el contratista deberá notificar al Administrador del Contrato de la EPMMQ cuando un equipo con garantía vigente requiera intervención, a fin de que éste coordine el proceso correspondiente.

## **8. SUMINISTRO DE PARTES, PIEZAS, REPUESTOS, INSUMOS, CONSUMIBLES Y FUNGIBLES**

El Contratista será responsable de la provisión de partes, piezas, repuestos, insumos, consumibles y fungibles nuevos, originales u homologados para el mantenimiento de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ. Para ello, evaluará las cantidades requeridas, a fin de coordinar y planificar las adquisiciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento y la disponibilidad de los sistemas.

Si algún material no está disponible con proveedores habituales, la homologación de productos discontinuados podrá ser considerada, siempre que cumpla con las especificaciones técnicas y cuente con aprobación previa del Administrador de Contrato de la EPMMQ.

El Contratista será el responsable de presentar dentro de los primeros quince (15) días iniciado el contrato un listado de disponibilidad de partes, piezas y repuestos con tiempos establecidos. El tiempo de adquisición de partes, piezas y repuestos no podrá superar los seis (6) meses. Para ciertos componentes que requieran un plazo mayor al establecido para su disponibilidad, el contratista con la debida justificación documentada solicitará al Administrador del Contrato la debida aprobación. Cabe señalar que es responsabilidad del contratista garantizar la funcionalidad de los sistemas.

El Contratista deberá cumplir con lo dispuesto en el Plan de Manejo Ambiental, Salvaguardas Ambientales y Sociales, Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (PGASS-H), y la normativa aplicable de la EPMMQ en el uso y manipulación de repuestos, insumos y consumibles. Además, proporcionará los elementos o herramientas reglamentarias y otros elementos de seguridad, para la puesta en servicio.

### **8.1. PARTES, PIEZAS Y REPUESTOS**

El mantenedor deberá contar con un stock adecuado de partes, piezas y repuestos para los mantenimientos a ejecutarse, de no disponerlos se considerará un incumplimiento del contrato, en el caso de que el contratista no disponga de las partes, piezas y repuestos de forma inmediata

y esto ocasione una demora prolongada en la prestación del servicio, se aplicarán las multas de acuerdo con la normativa vigente y a lo establecido en el presente documento.

Los repuestos podrán ser facturados únicamente cuando sean utilizados en mantenimiento correctivo, la EPMMQ únicamente reconocerá y cancelará el valor de los repuestos que sean efectivamente utilizados en las actividades de mantenimiento correctivo, previa validación y aprobación del Administrador del Contrato.

## **8.2. CONSUMIBLES Y FUNGIBLES**

El mantenedor deberá contar con un stock adecuado de material consumible y fungible para los mantenimientos a ejecutarse conforme a la planificación que guardará relación con los planes de mantenimiento, se considerará incumplimiento del contrato, en el caso de que el contratista no disponga de los consumibles y fungibles de forma inmediata y esto ocasione una demora prolongada en la prestación del servicio, se aplicarán las multas de acuerdo con la normativa vigente y a lo establecido en el presente documento.

## **9. INGRESO, MANTENIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN TÉCNICA**

El Contratista será responsable de ingresar, mantener y actualizar en el Sistema de Gestión de Mantenimiento 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; asegurando la disponibilidad oportuna durante y después de la ejecución del contrato a través de una efectiva transferencia.

### **9.1. 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.

En caso de que se presente un incidente o accidente de trabajo, el Contratista dará las facilidades, así como entregará la información requerida para la debida investigación del hecho y realizará los respectivos correctivos, con el fin de determinar su causa raíz y establecer controles con la finalidad de disminuir la probabilidad de accidentes; toda esta información será reportada al Administrador de Contrato. Cabe mencionar que el Contratista es el responsable único de su personal y posibles accidentes que este pueda tener.

### **9.2. LIMPIEZA (ASEO), CONSERVACIÓN FUNCIONAL E IMAGEN DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES**

El Contratista tendrá la obligación de mantener la limpieza (aseo), funcionalidad y conservación de los cuartos técnicos y no técnicos que forman parte de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones, con la higiene y sanitización de estos espacios. Así también, como parte de las actividades de limpieza y mantenimiento en los cuartos técnicos y no técnicos se deberá considerar: puertas, 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 los mismos.

El mantenedor realizará la limpieza de túnel y bajo andén (escalerillas, bandejas, cables, cableado), 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, sistemas de drenaje y trenes. 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. Entendiéndose que alrededor de dos metros (2m) deben estar limpios y libres de escombros, maleza, basura y otros; las actividades descritas se limitarán a las fronteras establecidas en el contrato del Operador.

Así también, la limpieza, debe incluir el control de plagas y desratización para los sistemas objeto del contrato.

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.

Para el desarrollo de esta limpieza, el mantenedor, deberá entregar dentro de un término de 15 días de haber iniciado el contrato el “Procedimiento de Limpieza para Infraestructura” y el “Procedimiento de Limpieza de trenes”, el cual será revisado y aprobado por el Administrador del Contrato, dentro de los 10 días término subsiguientes. En caso de presentarse observaciones, el Contratista debe corregir en el término de 5 días las observaciones, luego de ser notificado por el Administrador del Contrato.

En los mencionados documentos se establecerán las frecuencias, niveles de calidad, condiciones, estándares y demás detalles de estos servicios requeridos. En caso de que se requiera actualización de los Procedimientos, el Contratista realizará las respectivas autorizaciones, cuya aprobación del Administrador del Contrato cumplirá lo establecido en el párrafo anterior, respecto de la presentación, revisión y aprobación.

Por otro lado, en las labores de mantenimiento de la infraestructura a cargo, se incluyen actividades como resane de fisuras y restauración de superficies (piso, paredes, gypsum, etc) por presencia de humedad.

Considerar la limpieza de túnel, el mantenedor debe realizar una limpieza completa acorde a los periodos establecidos en los Planes de Mantenimiento de esta infraestructura. Esta actividad incluye limpieza de pisos, hastiales y bóveda, para eliminar polvo, salitre de túnel de dovelas y túnel entre pantallas, así como también se debe realizar la verificación de canalizaciones, mantener las filtraciones encauzadas y con un funcionamiento adecuado. Es preciso señalar que, los periodos de limpieza podrán ser reducidos en base a la necesidad que se presente a lo largo del túnel.

### **9.3. GESTIÓN AMBIENTAL, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

El Contratista deberá cumplir con las obligaciones y responsabilidades conforme a la normativa ambiental vigente, normativa Seguridad Industrial y Salud ocupacional vigente, Licencia Ambiental del proyecto, así como el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el Plan de Gestión Ambiental, Social, Seguridad y Salud Ocupacional (PGASS-H), con sus respectivas actualizaciones, debidamente aprobados por las instancias correspondientes.

Con esta finalidad, el Contratista presentará dentro de los quince (15) días término posterior al inicio del contrato, el plan o procedimiento de Gestión Ambiental y Residuos, el plan o procedimiento de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, documentos que deben ser concordantes con la normativa Ambiental, Seguridad y Salud Ocupacional de la EPMMQ. Los que serán revisados con el apoyo técnico de los órganos administrativos institucionales correspondientes, para su validación y aprobación por parte del Administrador de Contrato, con el propósito de contar con la propuesta de un plan o planes de gestión, seguridad y salud, acorde a la necesidad de la EPMMQ.

### **9.4. GESTIÓN de RAM**

El Contratista deberá adherirse a la normativa correspondiente para lograr un sistema de mantenimiento lo más eficiente posible, garantizando el cumplimiento de la normativa RAM. Para ello, es fundamental caracterizar y planificar las tareas relacionadas con la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad en los sistemas objeto de contratación.

Al finalizar el primer año, los valores y/o porcentajes de los índices del plan RAM podrán ser ajustados de acuerdo con los valores obtenidos durante ese periodo de explotación. El no cumplimiento de los valores y/o porcentajes de estos índices con los valores ajustados será motivo de aplicación de las multas correspondientes.

En caso de no llegar a un acuerdo en el establecimiento de los nuevos valores y/o porcentajes, el Administrador del Contrato podrá mantener los valores establecidos inicialmente.

Las modificaciones y/o actualizaciones, los valores y/o porcentajes de los índices del plan RAM se formalizarán mediante un acta suscrita entre el Contratista y el Administrador del Contrato, y conforme a la normativa legal vigente.

El proceso se desarrollará de la siguiente manera:

- a) La vigencia de los nuevos valores y/o porcentajes de los índices del plan RAM quedará establecida en el acta de modificación.
- b) Los valores y/o porcentajes de los índices del plan RAM modificados y/o actualizados requerirá la aprobación de la máxima autoridad de la EPMMQ, previo a su implementación. Este requisito aplicará para cada modificación o actualización que se realice.

### **9.5. CONTROL E INSPECCIÓN**

El Contratista deberá dar a la EPMMQ las facilidades para el control e inspección sobre la prestación de estos servicios, suministrando 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 u otros medios de verificación, 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.

## 9.6. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

Esta transferencia de conocimiento permitirá reforzar las capacidades y experticia del personal de la EPMMQ, suministrando los recursos técnicos de todos los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones de la PLMQ, para asegurar la transferencia óptima del know-how.

El Contratista presentará el Plan de Transferencia de Conocimiento con el cronograma de ejecución dentro de un término máximo de quince (15) días, contados a partir del inicio del contrato, el cual deberá ser aprobado por el Administrador de Contrato; dentro de un término de quince (15) días subsiguientes a la entrega del plan por parte del contratista.

La transferencia de conocimiento se impartirá a un máximo de treinta (30) participantes en cada sesión, y se llevará un registro de asistencia con las firmas, el cual deberá estar adjunto a los informes mensuales correspondientes. Este Plan contemplará un total de doscientos cincuenta y seis (256) horas de duración. Para el inicio de la ejecución del Plan, el Administrador del Contrato coordinará y notificará al Contratista.

Respecto a los temas contemplados en el Plan de Transferencia de Conocimiento, podrán ser modificados de acuerdo con la necesidad institucional, con la debida autorización del Administrador del Contrato.

Respecto a la planificación y a la periodicidad para la ejecución de transferencia de conocimientos, estas podrán modificarse, siempre que no se altere el total de horas establecidas.

El Contratista realizará la transferencia de conocimiento en un 100% de las horas planificadas, de las cuales al menos el 50% será ejecutado con personal que tenga experiencia en mantenimiento mínima de cinco (5) años en otras explotaciones ferroviarias internacionales, para lo cual adjuntará sus hojas de vida y certificados de experiencia, previo a ejecutar la transferencia mencionada. Los profesionales con experiencia en otras explotaciones internacionales impartirán la transferencia de conocimiento como máximo dos (2) temáticas por cada uno.

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 con su debida certificación, en el cuadro descrito a continuación:

Tabla 10 Plan

No.	Actividad			Subactividad
1	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Planes de mantenimiento: Sistema de Infraestructura
2	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Planes de mantenimiento: Sistema de Superestructura
3	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Planes de mantenimiento: Sistema de Electromecánica
4	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Planes de mantenimiento: Sistema de Telecomunicaciones
5	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema de Infraestructura: Vía, Túnel, Talleres y Cocheras, Bombeo Pluvial, Bombeo Fecal, Pozos de Ventilación y Salidas de Emergencia.
6	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del sistema de Superestructura: vía, vía sobre balasto, vía sobre placa, carril, aparatos de vía, fijaciones, monitoreo.
7	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	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.
8	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Gestión del mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes del Sistema de Telecomunicaciones: PCC, SCE y Comunicaciones
9	Mantenimiento preventivo y correctivo.			Mantenimiento preventivo: incidencias, asistencia técnica, intervenciones inmediatas no programadas
10	Mantenimiento preventivo y correctivo.			Mantenimiento correctivo: modificaciones, mejoras o actualizaciones, gestión de obsolescencia, vandalismo, causales de fuerza mayor o caso fortuito
11	Mantenimiento correctivo.	preventivo	y	Gestión y almacenamiento de repuestos y consumibles para mantenimiento
12	Gestión del mantenimiento			Gestión de mantenimiento y medidas de seguridad.
13	Gestión del mantenimiento			Gestión Ambiental y de Residuos
14	Gestión del mantenimiento			Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO
15	Gestión del mantenimiento			Seguridad ferroviaria
16	Gestión del mantenimiento			Plan de obsolescencia

Las horas planificadas por cada subactividad serán planteadas por el Contratista y aprobadas por el Administrador de Contrato, al menos cada una deberá tener una duración de 16 horas, las mismas pueden ser horas de teoría y/o práctica, dicha programación el Contratista lo deberá presentar en los primeros 60 días de iniciado el contrato.

### **9.7. PROCEDIMIENTO DE COORDINACIÓN DE LA PLMQ**

Se realizarán reuniones de seguimiento de incidencias periódicas o cuando sean necesarias, 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, 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.

### **9.8. EQUIPOS DE COMUNICACIÓN**

El Contratista deberá disponer a su costo de equipos de comunicación y su configuración para el personal operativo encargado de mantenimiento de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, 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).

### **9.9. SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO GMAO**

El Contratista dispondrá a su costo un Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO, el cual se integrará con el Sistema ERP del Operador, contemplando la debida seguridad informática de la información que corresponda; esta integración deberá ser coordinada con el Administrador del Contrato de la EPMMQ y el Operador.

El Administrador del Contrato tendrán acceso al sistema de Gestión de Mantenimiento 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 doce (12) meses posteriores al inicio del contrato, sus actividades que deriven de esta integración, así como su costo serán asumidos por la contratista.

La integración entre el Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO del Contratista con el Sistema ERP del Operador, se realizará a nivel de intercambio de información de ordenes de trabajo (OTs), desde su solicitud, planificación, ejecución y cierre, las cuales estarán relacionadas con las actividades de los planes de mantenimiento y con las incidencias reportadas por el Operador.

El acceso al GMAO permitirá al Administrador del Contrato verificar y dar seguimiento a la información relacionada con el avance de las actividades, la planificación, los recursos asignados y la gestión de repuestos, de conformidad con el alcance y objeto contractual.

En relación con el detalle de la información registrada en el GMAO deberá estructurarse jerárquicamente, aplicando normativa internacional como referencia la norma ISO14224, desde estructura, área, sistema hasta el nivel de equipos principales y los elementos sujetos a cambio o reemplazo, todos ellos considerados como activos en el sistema.

El sistema GMAO deberá integrar como mínimo módulos funcionales para la planificación del mantenimiento preventivo y correctivo, la gestión de órdenes de trabajo, el control de costos y la administración del inventario de repuestos

El sistema GMAO deberá incluir, como mínimo, los siguientes módulos funcionales:

- Planificación del mantenimiento preventivo y correctivo.
- Control y Ejecución de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Indicadores de desempeño.
- Gestión de órdenes de trabajo.
- Control de costos.
- Administración de inventario de repuestos.

Adicionalmente, el GMAO del Contratista deberá ser capaz de registrar, ingresar y actualizar todas las órdenes de trabajo (preventivas y correctivas), garantizando los parámetros de integración y trazabilidad, bajo lineamientos mínimos definidos con el ERP del Operador.

El GMAO del Mantenedor deberá ser capaz de registrar, ingresar y actualizar toda la información de sus órdenes de trabajo (OT) tanto preventivas como correctivas de tal manera que se garantice los siguientes parámetros: integración y trazabilidad de los bienes (objetos seriales) de la PLMQ con la información de los mantenimientos ejecutados en cada uno de ellos, bajo un mismo formato y lineamientos técnicos mínimos definidos por el ERP del Operador.

Integración: Manejar un mismo formato/esquema/idioma dentro las OTs, es decir, registrar al menos la información mínima requerida dentro de la OT: objeto a mantener, planta (ubicación), tipo de mantenimiento, actividades ejecutadas, horas de inicio y fin (real/programada), empresa, recursos utilizados: humanos / herramientas / equipos / repuestos / consumibles. Esta información de las OTs del Mantenedor deberá estar cargada en la misma estructura, compatible e integrada con la base de datos del GMAO del Operador para lo cual se deberá realizar el desarrollo a costo del mantenedor en



coordinación con la empresa operadora. Las actividades ejecutadas deben ser valoradas de forma independiente con el detalle descrito.

Trazabilidad: Cada objeto deberá tener un historial de todas las intervenciones de mantenimiento ejecutadas a lo largo de su contrato. Se deberá garantizar la trazabilidad de las OTs atada a cada uno de los objetos (equipos/bienes) asignados al mantenedor bajo una misma taxonomía coordinada con el Operador.

#### 9.10. PLAN DE TRANSICIÓN DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

El Contratista deberá implementar el Plan de Transición según el cronograma presentado en su oferta, el mismo que iniciará desde el día siguiente de la protocolización del contrato a cargo del Contratista, lo que será notificado por el Administrador del Contrato. Dicho plan deberá contemplar, como mínimo, los siguientes aspectos:

- El plazo no deberá ser superior a treinta (30) días calendario para su ejecución.
- El detalle de actividades a realizar durante dicho periodo, tales como: definición del punto de operación, logística y almacenamiento de piezas, partes y repuestos necesarios para la ejecución del contrato, reuniones de trabajo, inspecciones y demás acciones relacionadas.
- El detalle sobre cómo se llevará a cabo la implementación del nuevo servicio, el cual deberá estar articulado con los planes de mantenimiento.

El Plan de Transición no formará parte de la facturación de los productos y servicios contratados ni del plazo contractual.

#### 9.11. LUGAR DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

Las actividades de mantenimiento se realizarán en la Primera Línea de Metro de Quito ubicada en la ciudad de Quito Distrito Metropolitano, desde las instalaciones de Talleres y Cocheras, a lo largo de toda la línea y sus 15 estaciones, incluido el denominado Fondo de Saco.

#### 9.12. HORARIOS DE OPERACIÓN COMERCIAL PLMQ

El Contratista deberá planificar sus actividades de mantenimiento considerando los parámetros de disponibilidad establecidos en el contrato y garantizando la disponibilidad de recursos técnicos y humanos necesarios para su ejecución.

A continuación, se detallan los horarios de operación comercial de la PLMQ:

*Tabla 11 Horario día laboral*

Horario día laboral	
Descripción	Hora
Inicio servicio	05:30
Hora punta	6:30 a 10:00 y 17:00 a 20:00
Hora valle	5:30 a 6:30 - 10:00 a 17:00 - 20:00 a 23:00
Fin de servicio comercial	23:00

Tabla 12 Horario sábado

Horario sábado	
Descripción	Hora
Inicio servicio	07:00
Horario	07:00 a 23:00
Fin de servicio comercial	23:00

Tabla 13 Horario domingo y festivos

Horario domingo y festivos	
Descripción	Hora
Inicio servicio	07:00
Horario	07:00 a 22:00
Fin de servicio comercial	22:00

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.

## 10. INFORMACIÓN QUE DISPONE LA ENTIDAD CONTRATANTE

El Administrador del Contrato, una vez iniciado el mismo, entregará al Contratista la siguiente información:

### Documentación Pública

- PMA para la fase de operación y mantenimiento de la PLMQ.
- PGASS-H para la fase de operación y mantenimiento de la PLMQ.

### Documentación Confidencial

- Planes de Mantenimiento.
- Fichas Técnicas.
- Memorias Descriptivas.
- Manuales de Mantenimiento.
- Componentes del Sistema.
- Planes de Fiabilidad.
- Licencias
- Fronteras de Mantenimiento
- Relación de Equipos y Sistemas.
- Planos As Built de la infraestructura y sistemas
- Estudios Técnicos

## 11. SERVICIOS ESPERADOS

Los productos o 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 referidos 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.
- Disponer y administrar durante la ejecución del contrato un Sistema de Gestión de Mantenimiento GMAO.
- Asistencia técnica permanente en la PLMQ de acuerdo con lo establecido en la metodología.
- Asistencia técnica en situaciones de emergencia en la PLMQ de acuerdo con lo establecido en la metodología.
- Atención de incidencias de los sistemas de infraestructura, superestructura, electromecánicos y telecomunicaciones.
- Disponibilidad del stock adecuado de partes, repuestos, insumos y consumibles necesarios para el mantenimiento de los sistemas objeto del contrato.
- Actualizaciones y modificaciones (de requerirse) de todos los sistemas.
- 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.
- Dotar de equipos 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.
- Conservación de los bienes entregados por la EPMMQ para la ejecución del objeto contractual.

## 12. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución será de mil quinientos ochenta (1.825) días calendario, es decir sesenta (60) meses, contados a partir del día siguiente a la notificación de inicio de la ejecución contractual que emita el Administrador del Contrato de la EPMMQ al Contratista. Dicha notificación se realizará una vez concluido el “Plan de Transición”.

Nota: La protocolización del contrato se realizará ante Notario Público, de conformidad a lo establecido en el último inciso del artículo 80 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCP) 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 80 de la LOSNCP.

### 13. PERSONAL TÉCNICO/EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS

#### 13.1. 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:

Tabla 14 Personal técnico mínimo

No.	Cargo / Función	Cantidad	Formación académica	Experiencia	Funciones principales
1	Director de Mantenimiento	1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Título de cuarto nivel en cualquiera de las siguientes especialidades:</li> <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> <li>Y Título de tercer nivel en cualquier carrera técnica</li> </ul>	<p>Cuarto nivel en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <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> <li>Y Título de tercer nivel en cualquier carrera técnica</li> </ul> <p>Cinco (5) años de experiencia en dirección o gestión o gerenciamiento u operación de infraestructuras ferroviarias, o en gestión o dirección o gerenciamiento de mantenimiento o conservación ferroviario o en sistemas tipo Metro o Ferrocarril Urbano, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación.</p>	<p>Se encargará de la coordinación, seguimiento y supervisión del mantenimiento, a fin de asegurar el cumplimiento, calidad y seguridad de los trabajos requeridos.</p> <p>Entre sus obligaciones destacan las siguientes:</p> <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 Infraestructura	1	<p>Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <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>	<p>Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente o director de proyectos en mantenimiento o conservación ferroviario y/o de infraestructura y/o 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 hasta la presentación de la oferta, 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>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>
3	Jefe de Mantenimiento de Superestructura	1	<p>Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Civil</li> <li>De Caminos</li> <li>Minas</li> </ul>	<p>Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente o director de proyectos en</p>	<p>Entre sus obligaciones destacan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Responsable de la coordinación de las actividades de mantenimiento.</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrial</li> <li>Mecánico</li> <li>Otras similares</li> </ul>	<p>mantenimiento o conservación ferroviario y/o de superestructura y/o vía en placa y/o balasto, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de los indicadores de fiabilidad y disponibilidad de los distintos equipos y sistemas.</li> </ul>
4	Jefe de Mantenimiento Electromecánico	1	<p>Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades:</p> <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>	<p>Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente o director de proyectos en mantenimiento o conservación de sistemas electromecánicos y/o mecánicos y/o eléctricos tipo ventilación y/o sistemas de bombeo y/o protección contra incendios, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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>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	<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>	<p>Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente o director de proyectos en mantenimiento o conservación de sistemas de telecomunicaciones y/o Sistemas SCADA y/o Puesto de Control Central, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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>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>
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>O 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 o director 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 hasta la presentación de la oferta, 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> </ul>	<p>Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento de sistemas eléctricos o mecánicos o electrónicos y/o</p>	<p>Entre sus obligaciones destacan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecutar el mantenimiento de los componentes del</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Electrónica</li> <li>• Eléctrica</li> <li>• Otras similares</li> </ul>	electromecánicos o en actividades de mantenimiento o conservación en los referidos sistemas, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación.	sistema de acuerdo con el plan de mantenimiento y directrices del jefe de mantenimiento y de la EPMMQ.
8	Técnicos especialistas en administración y mantenimiento de Tecnologías de la Información (TI)	3	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <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>	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento o conservación de tecnología de información o redes o telecomunicaciones y/o sistemas, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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>
9	Técnicos especialistas en mantenimiento de Sistemas SCADA	3	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 o conservación de sistemas SCADA o automatización o monitoreo de sistemas y/o redes de comunicación, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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	3	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 o conservación de vía ferroviaria en placa o mantenimiento de vía en balasto dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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 infraestructura	3	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 o conservación de túneles y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de emergencia, dentro de los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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 español. 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.

De requerirse un cambio del personal técnico mínimo, el mismo deberá ser reemplazado por una persona de igual o mejor formación y experiencia solicitada para el cargo. El contratista deberá presentar una solicitud al Administrador de Contrato para su aprobación.

### 13.2. EQUIPO DE TRABAJO/RECURSOS

*Tabla 15 Equipo de Trabajo/Recurso*

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	Bivial: Tipo de vehículo que puede circular tanto por <b>vía férrea</b> (rieles) como por <b>vía terrestre</b> (carretera o caminos), es decir, puede desplazarse por dos tipos de vías.
3	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.
4	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.
5	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.
6	Multímetro Digital	3	Equipo de prueba usada para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios).
7	Andamios Certificados	2	Estructura certificada para trabajos en alturas que cumple con las normas técnicas establecidas INEN 1651 - 2600SEG141.
8	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.
9	Aspirador Portátil	3	Lápiz para limpieza de conectores de fibra óptica y adaptadores.
10	Calibrador digital de procesos	2	Para simulación, calibración y comprobación de señales

### 14. FORMA Y CONDICIONES DE PAGO

La forma y condiciones de pago será de la siguiente manera:

#### 14.1. ANTICIPO

La presente contratación **NO** contempla la entrega de anticipo.

El pago por la prestación del servicio se realizará de la siguiente manera:

#### 14.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El monto del mantenimiento preventivo se pagará por el servicio de mantenimiento efectivamente realizado, de acuerdo con la frecuencia establecida en la tabla de cantidades y precios en concordancia con lo establecido en la documentación técnica relacionada a los mantenimientos. 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.



Las frecuencias de ejecución de los mantenimientos deberán seguir la misma secuencia que se ha venido ejecutando por la EPMMQ, lo que implica que durante el tiempo de ejecución del presente contrato deberá cumplir con mantenimiento de frecuencia quinquenal.

Cabe indicar que en el caso de que se presenten frecuencias diarias y/o semanales estas serán consideradas en los pagos mensuales correspondientes.

### **14.3. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El pago por el mantenimiento correctivo se realizará una vez aprobado el “Informe de Mantenimiento Correctivo” por parte del Administrador de Contrato de la EPMMQ, conforme a lo establecido en el “Procedimiento para el trámite de pago y documentación habilitante”.

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.

### **15. PROCEDIMIENTO PARA EL TRÁMITE DE PAGO 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.

Una vez efectuada la recepción del servicio a entera satisfacción, el Administrador del Contrato procederá a gestionar el pago correspondiente.

La documentación mínima que deberá presentar el Administrador del Contrato y el Contratista, es la siguiente:

- Expediente preparatorio precontractual (Primer pago)
- Copia de las Garantías entregado a Tesorería (Primer pago y cuando exista una renovación)
- Memorando de designación del Administrador del contrato (Primer pago y en los casos de cambios)
- Compromiso Presupuestario (Todos los pagos)
- Formulario SPI - para el primer pago cuando sea proveedor nuevo o cuando exista cambio de cuenta bancaria de ser el caso.
- Certificado de cumplimiento tributario (actualizado, todos los pagos), de ser el caso.
- Certificado de cumplimiento de obligaciones patronales (actualizado, todos los pagos) de ser el caso.
- Informe técnico favorable del Administrador del contrato.
- Informe de actividades del contratista (Original)

- Acta entrega recepción parcial y/o definitiva a entera satisfacción. Factura original vigente, que cumpla con los requisitos establecidos en la Ley de Régimen Tributario Interno y Reglamento de comprobantes de venta de ser el caso.
- Demás documentos establecidos en el contrato, términos de referencia y/o metodología de trabajo.

Cabe mencionar que la documentación antes referida puede ser actualizada o modificada con base a la normativa legal vigente e instrucciones que emita la Dirección Financiera de la EPMMQ o quien haga sus veces, respecto a los requisitos para los pagos, o de acuerdo con el procedimiento de contratación ejecutado.

## 16. MULTAS

En cada caso de incumplimiento de las obligaciones establecidas en los términos de referencia, en el pliego y demás documentos que son parte integrante del contrato, la EPMMQ, por intermedio del Administrador del Contrato de conformidad a lo establecido en el numeral 4 del artículo 82 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y el artículo 375 del RGLOSNC, impondrá las multas correspondientes de acuerdo con el siguiente detalle:

*Tabla 16 Multas*

N.	Descripción de la multa	Porcentaje de la multa	Monto sobre el que se aplica la multa	Frecuencia de multa	Medio de verificación
1	Por el no cumplimiento del objeto contractual, entendiéndose como la no disponibilidad del servicio, es decir ningún personal y/o equipos requeridos para ejecutar el servicio de mantenimiento.	1 x 1.000	Se calculará sobre el porcentaje de las obligaciones que se encuentran pendientes por ejecutarse.	Multa diaria	Informe de notificación del Administrador del Contrato
2	Incumplimiento del porcentaje de disponibilidad.	20 x 1.000	Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el incumplimiento.	Multa mensual	Informe de Notificación del Administrador del Contrato
3	En caso de incumplimiento de cualquiera de las frecuencias y/o ejecución del mantenimiento según la documentación técnica.	2 x 1.000	Se calculará sobre el monto de las frecuencias de mantenimientos no ejecutadas del mes donde haya ocurrido el incumplimiento	Multa por cada uno de los eventos	Informe de notificación del Administrador del Contrato
4	Por la no prestación del servicio de mantenimiento correctivo planificado, en las condiciones establecida en los Términos de Referencia.	1 x 1.000	Se calculará sobre el valor de las actividades pendientes del monto del correctivo específico aprobado	Multa diaria por cada día de retraso del cronograma de mantenimiento correctivo	Informe de notificación del Administrador del Contrato
5	En caso de incumplimiento de cualquiera de las obligaciones establecidas en el contrato y los documentos que lo integran.	2 x 1.000	Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento.	Multa por evento	Informe de notificación del Administrador del Contrato.

6	<p>Incumplimiento de la normativa ambiental vigente, normativa de Seguridad y Salud Ocupacional vigente, la Licencia Ambiental del proyecto y el Plan de Manejo Ambiental y PGASS-H aprobados y de la EPMMQ.</p> <p>El / los incumplimientos (s) descritos serán derivados del incumplimiento a los plazos acordados en los planes de acción que se levantan ante un hallazgo.</p>	1 x 1000	<p>Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento.</p>	Multa diaria	Informe de notificación del Administrador del Contrato.
7	<p>Incumplimiento en el registro en el SENESCYT, incumplimiento en la notificación de cambios de personal clave al Administrador del Contrato. Esta multa hace relación al personal descrito en el numeral "Personal Técnico Mínimo" de los Términos de Referencia y el acápite correspondiente al Pliego. Cuando el Contratista no haya cumplido con el plazo acordado para el registro en el SENESCYT del título académico del personal propuesto; cuando no haya notificado cualquier cambio del personal mínimo; o cuando no haya cumplido con el plazo acordado para el reemplazo de cualquiera de los miembros del "Personal Técnico Mínimo".</p>	1x1000	<p>Se calculará sobre el monto mensual de la facturación del mes donde haya ocurrido el evento y/o incumplimiento</p>	Multa diaria	Registro de SENESCYT o notificaciones del Administrador del contrato.

Las multas antes descritas se establecieron con base a lo dispuesto en el Art 82, numeral 4 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública y en el artículo 375 del RGLOSNCP.

El procedimiento para la imposición de multas al contratista se ejecutará de acuerdo con lo establecido en el artículo 376 del Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública de Ecuador.

La impugnación de las multas se ejecutará de conformidad a lo establecido en el artículo 377 del Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública de Ecuador.

Será causal de multa hacia el Contratista, el incumplimiento de las intervenciones programadas en los planes de mantenimiento preventivo, salvo los casos que no sean imputables a este.

## 17. OBLIGACIONES DE LAS PARTES

### 17.1. 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 acápite “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 GMAO.
- g) Generar una interfaz de integración entre el Gestor de Mantenimiento y Operación GMAO y el ERP del Operador.
- h) Garantizar la disponibilidad del stock adecuado de repuestos, insumos y consumibles, para asegurar la disponibilidad de los componentes del sistema según corresponda, para el cumplimiento del objeto contractual.
- i) Todos los equipos que sean utilizados en el mantenimiento (inspección, medición o calibración), deberán contar con los respectivos certificados de calibración vigentes.
- j) Reportar a la EPMMQ aquellas averías que, de acuerdo con su análisis, deban ser atendidas mediante los procedimientos de reclamo de garantías técnicas de los componentes objeto del contrato, ya sea para su corrección, reparación o sustitución en caso de defectos o mal funcionamiento. El Contratista deberá notificar de manera oportuna al Administrador del Contrato de la EPMMQ cuando un equipo con garantía vigente requiera intervención, a fin de que éste coordine con el fabricante o con el responsable designado, conforme al procedimiento establecido, y se evite la pérdida de la garantía.
- k) Realizar la transferencia de conocimiento a la EPMMQ, de acuerdo con lo señalado en estos Términos de Referencia.
- l) Cubrir todos los gastos que puedan derivarse de las importaciones, permisos, licencias, transporte o cualquier otro, para el cumplimiento del objeto contractual.
- m) 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.
- n) Cumplir con la normativa técnica, laboral, de horarios establecidos por la legislación ecuatoriana e internacional, medioambiental, y en general con toda la normativa aplicable.
- o) 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.
- p) El personal de la Contratista debe 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.

- q) Mantener actualizada la documentación del mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de Infraestructura, Superestructura, Electromecánica y Telecomunicaciones.
- r) Su personal técnico deberá residir y/o cumplir su jornada de trabajo en la ciudad de Quito, durante toda la ejecución del contrato.
- s) Realizar la inspección y evaluación (diagnóstico) de los carriles de todas las vías férreas de la PLMQ para identificar tramos con desgaste ondulatorio (medición del desgaste ondulatorio para determinar la prioridad de los tramos a ser amolados). De presentarse desgaste ondulatorio, deberá realizar el reperfilado en los tramos de vía que corresponda. Así como evaluará y validará y/o certificará los trabajos ejecutados de reperfilado de vía con “criterios de aceptación” de acuerdo con la normativa aplicable. Estas actividades previo a su ejecución serán coordinadas con el Administrador del Contrato.

## **17.2. 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.
- g) Poner a disposición de la Contratista los sistemas objeto de contrato de la PLMQ.

## **18. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE LA OFERTA**

### **18.1. METODOLOGÍA CUMPLE/NO CUMPLE**

Para la verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos se empleará la metodología “CUMPLE O NO CUMPLE”, de acuerdo con los siguientes parámetros:

#### **18.1.1. Integridad de la oferta**

La integridad de la oferta se evaluará considerando la presentación de todos los Formularios y requisitos mínimos previstos en el pliego.

Luego de esta verificación la entidad contratante determinará si ejecutará la etapa de convalidación de errores.

### 18.1.2. 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:

Tabla 17 Equipo Mínimo

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	Tipo de vehículo que puede circular tanto por <b>vía férrea</b> (rieles) como por <b>vía terrestre</b> (carretera o caminos), es decir, puede desplazarse por dos tipos de vías.
3	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.
4	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.
5	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.
6	Multímetro Digital	3	Equipo de prueba usada para medir dos o más valores eléctricos, principalmente tensión (voltios), corriente (amperios) y resistencia (ohmios).
7	Andamios Certificados	2	Estructura certificada para trabajos en alturas que cumple con las normas técnicas establecidas INEN 1651 - 2600SEG141.
8	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.
9	Aspirador Portátil	3	Lápiz para limpieza de conectores de fibra óptica y adaptadores.
10	Calibrador digital de procesos	2	Para simulación, calibración y comprobación de señales

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 copias respectivas de facturas, título de propiedad y/o compromisos de compra – venta o de arrendamiento o cualquier otra forma de demostrar disponibilidad.

### 18.1.3. 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.

Tabla 18 Personal Técnico Mínimo

No.	Cargo / Función	Cantidad	Formación académica
1	Director de Mantenimiento	1	Título de cuarto nivel 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> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mecánica</li> <li>• Mecatrónica</li> <li>• Sistemas</li> <li>• Otras similares</li> <li>• Y Título de tercer nivel en cualquier carrera técnica</li> </ul>
2	Jefe de Mantenimiento de Infraestructura	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	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> <li>• Otras similares</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>
6	Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente	1	Tercer nivel con Ingeniería o licenciatura en cualquiera de las siguientes especialidades: <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>O Tercer nivel en cualquier carrera técnica con maestría en seguridad, salud y ambiente o similares.</p>
7	Técnicos de mantenimiento de Sistemas Electromecánicos	3	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <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 Tecnologías de la Información (TI)	3	Tecnólogos o Técnicos en alguna de las siguientes especialidades: <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>



<b>9</b>	Técnicos especialistas en mantenimiento de Sistemas SCADA	3	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>
<b>10</b>	Técnicos especialistas en mantenimiento de superestructura	3	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>
<b>11</b>	Técnicos especialistas en mantenimiento de infraestructura	3	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 mínimo ofertado señalando claramente el cargo que ocupará y la formación 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 nacional (títulos otorgados en Ecuador) deben estar registrados en la SENESCYT, lo que será verificado por la EPMMQ.

En el caso de personal técnico mínimo 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 escaneada 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 técnico mínimo 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.

En caso de 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.

#### 18.1.4. 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 o Actas de Entrega Recepción o Contratos o Facturas.

Se evaluará el monto ejecutado dentro del periodo requerido sin incluir el IVA, siempre que cumpla el monto mínimo requerido.

Para contratos que se encuentren en ejecución se presentará un certificado emitido por la contratante que valide la experiencia y monto ejecutado a la fecha.

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 ejecución 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 esté en otra moneda que no sea del curso legal de la ecuatoriana, lo presentará con los valores que fueron descritos en los documentos que acreditan la experiencia ejecutada a la fecha de recepción del servicio, conforme a la conversión oficial del Banco Central del Ecuador.

- b) Las condiciones no estarán sujetas al número de contratos o instrumentos presentados por el oferente para acreditar la experiencia mínima general o específica requerida, sino, al cumplimiento de estas condiciones con relación a los montos mínimos requeridos para cada tipo de experiencia. La temporalidad de la experiencia general y específica será dentro de los últimos veinte (20) años contados hasta la fecha límite de presentación de las ofertas.
- c) La experiencia adquirida en calidad de subcontratista será reconocida y aceptada por la entidad contratante, siempre y cuando tenga directa relación al objeto contractual.
- d) 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.
- e) En razón a que, se trata de un servicio único en el país, 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.
- f) Los parámetros de calificación de experiencia general y específica mínima requerida se realizará de conformidad con el contenido de la siguiente tabla y en función del presupuesto referencial del procedimiento de contratación:

Tabla 17 Criterios de ponderación

Montos USD (a partir)	Hasta USD	Monto de experiencia general mínima requerida con relación al presupuesto referencial	Monto de experiencia específica mínima requerida con relación al presupuesto referencial	Monto mínimo requerido por cada contrato con relación al monto determinado en la experiencia mínima general o específica, según corresponda
10.000	250.000	No mayor a 20%	No mayor a 10%	No mayor a 10%
250.000	500.000	No mayor a 30%	No mayor a 15%	No mayor a 15%
500.000	1.000.000	No mayor a 40%	No mayor a 20%	No mayor a 20%
1.000.000	7.000.000	No mayor a 50%	No mayor a 25%	No mayor a 25%
7.000.000	14.000.000	No mayor a 60%	No mayor a 30%	No mayor a 30%
14.000.000	En adelante	No mayor a 70%	No mayor a 40%	No mayor a 30%

Registro Oficial -Séptimo suplemento 155 de 30-10-2025

#### 18.1.5. Experiencia General mínima del Oferente

El Oferente demostrará su experiencia en la ejecución de “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO DE INFRAESTRUCTURA EN GENERAL”, de conformidad con los montos y porcentajes detallados en la tabla precedente y en función del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.

#### 18.1.6. Experiencia Específica mínima del oferente

El Oferente demostrará su experiencia en la ejecución de “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y/O CORRECTIVO EN INFRAESTRUCTURA Y/O SUPERESTRUCTURA Y/O SISTEMA ELECTROMECÁNICOS Y/O SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES, EN SISTEMAS FERROVIARIOS O SISTEMAS METRO”, de conformidad con los montos y porcentajes detallados en la tabla precedente y en función del presupuesto referencial del procedimiento de contratación.

#### 18.1.7. Experiencia del Personal Técnico Mínimo

El personal técnico mínimo propuesto tendrá que cumplir con la formación y experiencia profesional señalados a continuación:

Tabla 18 Experiencia del Personal Técnico Mínimo

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 dirección o gerenciamiento de mantenimiento o conservación ferroviario o en 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 Infraestructura	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente o director de proyectos en mantenimiento o conservación ferroviario y/o de infraestructura y/o 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	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe de equipo o jefe de proyectos o gerente o director de proyectos en mantenimiento o conservación ferroviario y/o de superestructura y/o vía en placa y/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 o director de proyectos en mantenimiento o

5	Jefe de Mantenimiento de Sistemas de Telecomunicaciones	conservación de sistemas electromecánicos y/o mecánicos y/o eléctricos 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
6	Jefe de Seguridad, Calidad y Ambiente	Cinco (5) años de experiencia como supervisor o fiscalizador o especialista o jefe o director 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 o en actividades de mantenimiento o conservación en los referidos sistemas, dentro de los últimos 15 años, previos a la publicación del presente procedimiento de contratación.
8	Técnicos especialistas en administración y mantenimiento de Tecnologías de la Información (TI)	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento o conservación 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 o conservación 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	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento o conservación 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 infraestructura	Tres (3) años de experiencia como técnicos de mantenimiento o conservación 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 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 de 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.

#### 18.1.8. Términos de Referencia

El Oferente presentará en su propuesta, el detalle de los servicios ofertados, a fin de que la Comisión Técnica verifique el cumplimiento expreso y puntual a los términos de referencia para los servicios que se pretende contratar.

#### 18.1.9. 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 declarado 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.

En el caso de personas jurídicas nacionales, la Comisión Técnica verificará ante la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros la existencia legal del oferente, para el caso de personas jurídicas extranjeras debe presentar copia simple o escaneada del estatuto de la persona jurídica o documentos equivalentes de constitución o asociación que acredite que está facultado para prestar los servicios requeridos.

#### 18.1.10. Oferta Económica

El Oferente presentará su oferta económica para la prestación del “SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”, conforme al formato requerido por la EPMMQ en los pliegos de la presente contratación.

#### 18.1.11. Verificación de cumplimiento de integridad y requisitos mínimos de la oferta

Tabla 19 Parámetros cumple no cumple

PARÁMETRO	CUMPLE	NO CUMPLE	OBSERVACIONES
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			
Términos de Referencia			
Patrimonio y Existencia Legal (Personas Jurídicas)			

Aquellas ofertas que cumplan integralmente con los parámetros mínimos pasarán a la etapa de evaluación de ofertas con puntaje, caso contrario serán descalificadas.

### 18.2. INFORMACIÓN FINANCIERA DE REFERENCIA

Los índices financieros constituirán información de referencia respecto del participante en el proceso de contratación y en tal medida, su análisis se registrará conforme el detalle a continuación.

Tabla 20 Índices financieros

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 declarado 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, que deberá ser traducido al idioma español.

### 18.3. EVALUACIÓN POR PUNTAJE

Solo las ofertas que cumplan con los requisitos mínimos serán objeto de evaluación por puntaje.

- a. No se otorgará puntaje a la experiencia mínima requerida, por ser de cumplimiento obligatorio (Experiencia general, experiencia específica y experiencia del personal técnico).
- b. Para que la experiencia presentada sea susceptible de calificación por puntaje, esta 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:

*Tabla 21 Valoración.*

Parámetro	Valoración
Experiencia general	10 puntos
Experiencia específica	30 puntos
Experiencia del personal técnico	30 puntos
Oferta económica	30 puntos
<b>TOTAL</b>	<b>100 puntos</b>

- a. **Experiencia General:** Se calificará con **10 puntos**.

Se otorgará el valor máximo del puntaje a las ofertas cuyo monto acumulado de experiencia general adicional sea igual o superior al presupuesto referencial multiplicado por el factor 1,25, a las ofertas que no alcancen este valor se les otorgará el puntaje proporcional.

No se otorgará puntaje a la experiencia mínima requerida, por ser de cumplimiento obligatorio.

- b. **Experiencia específica:** Se calificará con **30 puntos**.

Se otorgará el valor máximo del puntaje a las ofertas cuyo monto acumulado de experiencia específica adicional sea igual o superior al presupuesto referencial multiplicado por el factor 1,25, a las ofertas que no alcancen este valor se les otorgará el puntaje proporcional.

No se otorgará puntaje a la experiencia mínima requerida, por ser de cumplimiento obligatorio.

- c. **Experiencia del Personal técnico:** Se calificará con **30 puntos**.

Para la evaluación por puntaje se ha considerado únicamente al personal mínimo con cargo directivo, de acuerdo con el siguiente detalle:

*Tabla 22 Evaluación y puntaje personal Técnico*

Cargo/Función	Cantidad	Experiencia requerida	Puntuación
Director de mantenimiento	1	El Director de Mantenimiento deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples escaneadas, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la 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 15 años hasta la presentación de la oferta, 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.	5
Jefe de Mantenimiento de Infraestructura	1	El Jefe de Mantenimiento de infraestructura deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples escaneadas, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la 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 infraestructura de túneles y/o pozos de ventilación y/o bombeo y/o salidas de emergencia, en los últimos 15 años, hasta la presentación de la oferta 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.	5
Jefe de Mantenimiento de Superestructura	1	El Jefe de Mantenimiento de Superestructura deberá presentar hasta tres (3) certificados originales o copias simples, emitidas donde prestó sus servicios para acreditar su experiencia en la 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 15 años hasta la presentación de la oferta, 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.	5
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 prestación de	5



		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 15 años hasta la presentación de la oferta, 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 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 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 de telecomunicaciones y/o Sistemas SCADA y/o Puesto de Control Central, en los últimos 15 años hasta la presentación de la oferta, 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.	5
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 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 15 años hasta la presentación de la oferta, 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.	5

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 de 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.

e. **Oferta económica:** Se calificará con **30 puntos**.

La oferta económica se evaluará aplicando un criterio inversamente proporcional; a menor precio, mayor puntaje, de acuerdo con la siguiente fórmula:

Fórmula:

$$PO = (OE \times 30) / OP$$

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.

## 19. INDICADORES

Los indicadores deberán ser reportados mensualmente y un análisis en el informe anual.

Previo a la definición de los indicadores es necesario tener claro los siguientes conceptos:

- Incidencias:** Evento o circunstancia que interrumpe el funcionamiento normal pero no necesariamente implica una falla o daño.
- Falla:** Se refiere a la incapacidad de un componente, equipo o sistema para realizar su función requerida.
- 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.
- 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.
- MTBF:** Tiempo Medio Entre Fallos.
- MTTR:** Tiempo Medio de Reparación.

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.

## 19.1. 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, es decir cuando interrumpe total o parcialmente la operación o compromete directamente la seguridad de la circulación de trenes o del personal.
- **Avería mayor:** Se considerarán así todas aquellas averías que no impacten gravemente a los sistemas implicados y sólo se pierdan funcionalidades secundarias.
- **Avería menor:** Cuando se produzca una avería o fallo con poco impacto en el sistema y que no afecta al servicio público ofrecido y no es perceptible por usuarios ni personal de conducción ni de estaciones. Pudiendo ser neutralizada mediante procedimientos alternativos.

## 19.2. 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.

Si luego de la atención primaria "*in situ*", amerita otras acciones que requieren de intervenciones sin circulación ferroviaria esta se planificará para su ejecución fuera del horario comercial sin atribuir algún incumplimiento al contratista por esta situación en particular.

La clasificación de averías (críticas, mayores y menores) en sistemas ferroviarios se define con base en su impacto sobre la seguridad, la disponibilidad y la operación de los sistemas conforme a normas internacionales como EN 50126, EN 50129, IEC 60300-3-11 y estándares RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, Safety).

Los tiempos de respuesta acorde a la clasificación de averías será:

- **Avería Crítica**

**Tiempo de atención requerido:** Atención inmediata ( $\leq 30$  min) y resolución  $\leq 4$  horas o restablecimiento de operación segura en modo degradado, desde la disponibilidad de ingreso a la atención.

- **Avería Mayor**

**Tiempo de atención requerido:** Atención  $\leq 2$  horas y resolución  $\leq 12$  horas, desde la disponibilidad de ingreso a la atención.

- **Avería Menor**

**Tiempo de atención requerido:** Atención  $\leq 24$  horas y resolución  $\leq 72$  horas, , desde la disponibilidad de ingreso a la atención.

Atención inmediata: se considerará desde la gestión y/o actividad que ejecute el contratista para solventar la avería, incluyendo el tiempo para iniciar la actividad o desplazamiento al punto que requiere la atención.

Los indicadores establecidos permitirán evaluar los niveles de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad, y seguridad de los sistemas objeto del contrato, así como el cumplimiento del PMA y PGASS-H.

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 para garantizar la disponibilidad y continuidad de la operación comercial de la PLMQ.

Con base en la experiencia a adquirir durante el primer año de mantenimiento, en caso de ser necesario, se revisará los valores y/o porcentajes respecto del nivel de servicio asociado a cada uno de los indicadores para una adecuada modificación y mejora del servicio de mantenimiento la PLMQ, para lo cual existirán reuniones entre el Administrador del Contrato de la EPMMQ, el Contratista y el Supervisor de ser el caso, para el procedimiento de 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 podrá mantener los valores definidos inicialmente. En caso de que se haya realizado un ajuste a los indicadores, los nuevos valores y/o porcentajes de indicadores regirán hasta un nuevo ajuste, en caso de requerirse.

Las modificaciones y/o actualizaciones de los valores y/o porcentajes de los índices del plan RAM se formalizarán mediante un acta suscrita entre el Contratista y el Administrador del Contrato, y conforme la normativa legal vigente.

Los indicadores se dividen en dos categorías: Informativos y Evaluación.

- **Indicadores Informativos:** Permiten al Contratista y a la EPMMQ informar el nivel de funcionamiento de los sistemas y subsistemas, sobre 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 mensual al finalizar el ejercicio anual (cada año). 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:

### 19.3. INDICADORES INFORMATIVOS

#### 19.3.1. Tiempo medio de resolución de una Orden de Trabajo

Este indicador es el cociente de dividir el número (Nº) de horas que se han dedicado al mantenimiento entre el número (Nº) de órdenes de trabajo resueltas:

$$\text{Tiempo medio} = \frac{\text{Nº de horas dedicadas al mantenimiento}}{\text{Nº de O. T. resueltas}}$$

#### 19.3.2. Fiabilidad

El Contratista asegurará ciertos niveles de MTBF de los equipos en función de las características de los sistemas.

El mantenedor deberá monitorizar mediante los registros respectivos, el MTBF 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

### 19.3.3. Mantenibilidad

Se consideran 43.8 horas de reparación durante los 365 días del año, para obtener una disponibilidad del sistema del 99,5%, es decir un valor aceptable para la operación. El indicador de mantenibilidad por cada sistema será calculado de la siguiente forma:

$$\text{MTTR: Mantenibilidad (sistema X)} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Tiempo de reparación}}{\text{Nº total de reparaciones}}$$

Es preciso señalar que, si la entidad Contratante considera necesario la presentación de indicadores informativos adicionales, el Administrador del Contrato deberá solicitarlo al Contratista.

## 19.4. INDICADORES DE EVALUACIÓN

Los indicadores de evaluación para los sistemas de infraestructura, superestructura, electromecánicos y telecomunicaciones son:

- Disponibilidad
- Tiempo de respuesta
- Cumplimiento del Mantenimiento preventivo
- Cumplimiento del PGASS-H

### 19.4.1. Disponibilidad

Se entiende por disponibilidad de un equipo a la relación existente entre el tiempo real de funcionamiento y el tiempo teórico de funcionamiento, conforme los estándares de referencia: EN 50126/EN 50129/EN 50128, IEC 60300, ISO 14224, expresado en tanto por ciento.

El Contratista deberá cumplir los ratios de disponibilidad de sus equipos, sujetos a la siguiente metodología:

La disponibilidad se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Disponibilidad sistema } x = \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\text{interrupciones}_i \times \text{Duración}_i)}{\text{Nº total equipos por sistema} \times \text{TPS}} \right) \times 100$$

**Donde:**

Duración: horas/mes

TPS: Tiempo Programado de Servicio - horas/mes

Este indicador se determina de la relación de las Órdenes de Trabajo finalizadas en la fecha o periodo programados sobre el total de órdenes (todas las órdenes deben corresponder a un mismo periodo).

La disponibilidad deberá considerar los equipos de cada Sistema de Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones, para garantizar una adecuada evaluación y monitoreo de este parámetro. El Contratista deberá presentar el desarrollo de la metodología detallada en los primeros 15 días de haber iniciado el contrato y será aprobado por el Administrador de Contrato considerando que se debe contar con su definición antes de culminar el primer mes de ejecución.

El porcentaje de disponibilidad no deberá ser menor a 99,5.

#### **19.4.2. Tiempo de Respuesta**

Se entiende como el tiempo máximo que transcurre desde que, el Puesto de Control Central (PCC) comunica una incidencia, daño, fallo o avería hasta que el personal de mantenimiento inicia la actuación “in situ”, es decir que se encuentra físicamente en el lugar donde se ha producido la incidencia, daño, fallo o avería.

Si luego de la atención primaria “in situ”, amerita otras acciones que requieren de intervenciones sin circulación ferroviaria esta se planificará para su ejecución fuera del horario comercial sin atribuir algún incumplimiento al contratista por esta situación en particular.

El tiempo de respuesta para cada subsistema se determinará de la siguiente forma:

$$TR = \frac{\sum(TS - TN)}{\text{Nº intervenciones en el periodo}}$$

**Donde:**

TR = Tiempo de respuesta (hora)

TS = Tiempo de llegada a sitio (hora)

TN = Tiempo de notificación por parte del Operador (hora)

### 19.4.3. 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.

$$CMp = \frac{\text{N° órdenes mantenimiento preventivo ejecutadas en el periodo}}{\text{N° órdenes mantenimiento preventivo totales planificadas en el periodo}} \times 100\%$$

### 19.4.4. 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 en apego a la normativa nacional. El Contratista tiene la obligación de tener disponibilidad del 100% de los medios de verificación de cumplimiento del PMA y PGASS, cuando la EPMMQ o la Autoridad Ambiental y de seguridad lo requieran. En caso de existir actualizaciones respecto a este documento se deberá considerar las mismas.

## 20. FRECUENCIAS DE MANTENIMIENTO

El Contratista ejecutará el mantenimiento preventivo, conforme a lo establecido descrito en este documento, a los manuales y planes de mantenimiento adjuntos el presente TDR, siendo preciso aclarar que, dentro de los planes y manuales se presenta a detalle las actividades a desarrollar:

Tabla 23 Planes de Mantenimiento

SISTEMA	DOCUMENTO
Telecomunicaciones	PLAN DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES, SISTEMA DE CONTROL DE ESTACIONES Y PUESTO DE CONTROL CENTRAL DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Climatización	PLAN DE MANTENIMIENTO INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Pozos de Bombeo Pluvial	PLAN DE MANTENIMIENTO DE POZOS DE BOMBEO DE PLUVIALES DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Cubetos	PLAN DE MANTENIMIENTO DE CUBETOS DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Portones Salidas de Emergencia	PLAN DE MANTENIMIENTO DE SALIDAS DE EMERGENCIA DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Portones Anti-Tormenta	PLAN DE MANTENIMIENTO DE COMPUERTAS ANTI-TORMENTAS DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO



PCI	PLAN DE MANTENIMIENTO PCI
Ventilación	PLAN DE MANTENIMIENTO INSTALACIONES DE VENTILACIÓN DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Vía	PLAN DE MANTENIMIENTO DE VÍA DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Rejillas	PLAN DE MANTENIMIENTO DE REJILLAS DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO
Talleres y Cocheras	PLAN DE MANTENIMIENTO DE TALLERES Y COCHERAS DE LA LÍNEA 1 DEL METRO DE QUITO

Sin embargo, las frecuencias de mantenimiento pueden ser modificadas por el Administrador de Contrato según necesidad institucional.

## 21. 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 81 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, y el artículo 361 del Reglamento General 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.

El Administrador de Contrato con la finalidad de velar por el cabal y oportuno cumplimiento de las obligaciones contractuales, está obligado por la complejidad del contrato a informar y coordinar sus actividades con el Gerente de Operaciones de la EPMMQ.

Se recomienda se designe como Administrador del Contrato a la Ingeniera Valeria Paola Ramos Bermeo, Coordinadora de Procesos 3, de la Gerencia de Operaciones de la EPMMQ.

## 22. LUGAR DONDE SE EJECUTARÁ LA CONTRATACIÓN

**Provincia:** Pichincha

**Cantón:** Quito

**Lugar:** Primera Línea del Metro de Quito (PLMQ), que incluye sus quince (15) estaciones, talleres y cocheras y fondo de saco.

## 23. VIGENCIA TECNOLÓGICA

Debido a que esta contratación se desarrolla en el marco de las normas que regulan la contratación pública, se considera el principio de vigencia tecnológica en lo aplicable, por lo que se debe garantizar las condiciones de calidad necesarias de acuerdo con los avances científicos y tecnológicos existentes, a fin de que determinados bienes que podrían ser incluidos en el servicio de mantenimiento cumplan de manera efectiva con su finalidad, en condiciones de perfecto funcionamiento durante su vida útil, conforme lo establecido en el artículo 69 del Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública de Ecuador

El mantenedor de los sistemas objeto de la esta contratación al contar con la capacidad técnica y tecnológica, y al ser el proveedor de servicios que podrían incluir equipos, partes, piezas, insumos y recursos para cumplir con el objeto de esta contratación, será responsable del abastecimiento y reposición de estos, conforme al alcance establecido en el presente Término de Referencia.

En lo concerniente a la reposición para la aplicación de la vigencia tecnológica, teniendo en cuenta que por tratarse de la contratación de un servicio que incluye bienes tecnológicos, la reposición se aplicará sobre todos los componentes tecnológicos empleados para la efectiva ejecución del objeto de la contratación.

Adicionalmente, el principio de vigencia tecnológica tiene como objetivo asegurar la utilización de bienes con tecnología de última generación, con la respectiva capacitación, los mismos que se ejecutarán dentro de la prestación del servicio, en lo aplicable.

## **24. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA**

El contratista respecto de la transferencia de tecnología para bienes importados que podrían incluirse en el servicio de mantenimiento objeto de este proceso deberá cumplir el nivel de transferencia de tecnología de acuerdo con la normativa vigente.

## **25. PRESUPUESTO REFERENCIAL**

El presupuesto referencial para el *“SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE LOS SISTEMAS DE INFRAESTRUCTURA, SUPERESTRUCTURA, ELECTROMECAÑICOS Y TELECOMUNICACIONES DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE QUITO”*, estará definido en el estudio de mercado.

## **26. REAJUSTE DE PRECIOS**

En concordancia con el artículo 96 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, 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.

## **27. GARANTÍAS**

El Contratista previo a la suscripción del contrato entregará las siguientes garantías:

### **27.1. GARANTÍA DE FIEL CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO**

Para seguridad del cumplimiento del contrato y para responder por las obligaciones que contrajeran a favor de terceros, relacionadas con el contrato, el adjudicatario, antes o al momento de la firma del contrato, rendirá una garantía por un monto equivalente al cinco (5%) por ciento del valor del contrato, sin incluir el IVA y deberá mantenerse vigente hasta la suscripción del acta de recepción única, y cumplirá lo dispuesto en el artículo 85 de La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, publicada mediante Registro Oficial Suplemento 140 de 7 de octubre del 2025.

Esta garantía será entregada en cualquiera de las formas establecidas en el artículo 84 de La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, publicada mediante Registro Oficial Suplemento 140 de 7 de octubre del 2025.

## 27.2. GARANTÍA TÉCNICA

El Contratista, previo a la suscripción del contrato entregará a modo declarativo una garantía técnica para las partes, piezas, repuestos y/o accesorios nuevos 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, en ningún caso la vigencia de esta garantía será inferior a dos (2) años desde su instalación y puesta en funcionamiento. La garantía cubrirá defectos de fabricación, mala calidad, mal funcionamiento de los repuestos o accesorios nuevos.

Esta garantía entrará en vigor luego de cada reparación y/o mantenimiento de los componentes de los sistemas de *Infraestructura, Superestructura, Electromecánicos y Telecomunicaciones* recibidos a satisfacción por la EPMMQ, de conformidad a lo dispuesto en el artículo 87 de La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, publicada mediante Registro Oficial Suplemento 140 de 7 de octubre del 2025, que señala: *“En los contratos de adquisición, provisión o instalación de equipos, maquinaria o vehículos, o de obras que contemplen aquella provisión o instalación, o en los contratos que la entidad contratante, de manera motivada, considere pertinente para precautelar el interés institucional y asegurar la calidad y buen funcionamiento de los mismos, exigirá al momento de la recepción una garantía del fabricante, representante, distribuidor o vendedor autorizado, la que se mantendrá vigente de acuerdo con las estipulaciones establecidas en el contrato.*

*Estas garantías son independientes y subsistirán luego de cumplida la obligación principal.*

*De no presentarse esta garantía, el contratista entregará una de las previstas en esta Ley, por igual valor del bien a suministrarse, de conformidad con lo establecido en los pliegos y en el contrato.*

*En todos los casos, las garantías entrarán en vigencia a partir de la entrega recepción del bien (...).”*

Cuando se incumpla las condiciones establecidas en esta garantía, se hará efectiva la misma, particular que será notificado al Contratista de forma inmediata. El plazo de respuesta máximo para cumplir con lo establecido en la garantía es de siete (7) días.

## 27.3. 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 DIEZ MILLONES DE DÓLARES CON 00/100 DE LOS ESTADIOS UNIDOS DE AMÉRICA (USD 10.000.000,00) 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 esta como terceros, por lo tanto, el Contratista deberá presentar la póliza de responsabilidad civil con las siguientes coberturas: extracontractual, contratista, sub-contratista y responsabilidad civil patronal.

Las garantías se devolverán conforme lo previsto en los artículos 89 de La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, publicada mediante Registro Oficial Suplemento 140 de 7 de octubre del 2025.

## 28. CPC

El CPC para la presente contratación es **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.

## 29. COSTO DEL PLIEGO

El pliego estará disponible en el Portal que determine la EPMMQ sin ningún costo.

## 30. 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.

## 31. ANEXOS

### Documentación Pública

- PMA para la fase de operación y mantenimiento de la PLMQ.
- PGASS-H para la fase de operación y mantenimiento de la PLMQ.

### Documentación Confidencial

- Planes de Mantenimiento
- Fichas Técnicas.
- Memorias Descriptivas.
- Manuales de Mantenimiento.
- Componentes del Sistema.
- Planes de Fiabilidad.
- Licencias
- Fronteras de Mantenimiento
- Estudios Técnicos

La documentación inherente a la presente contratación se encontrará disponible en el enlace que se será entregado previo a la suscripción del Acuerdo de Confidencialidad.