



# **SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO**

## **Manifestación de Asuntos Relevantes**

Modernización del Sistema de Radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita la “Integración de la Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México”, e interoperabilidad con la tecnología LTE

Diciembre de 2017

---



# Contenido

<b>1.</b>	<b>Presentación</b>	<b>5</b>
1.1	Nombre del proyecto	6
1.2	Objetivo del proyecto	6
1.3	Periodo de vigencia que se documenta	7
1.4	Ubicación Geográfica	7
1.5	Principales características técnicas	8
1.6	Unidades administrativas participantes	31
1.7	Área responsable del proyecto	33
<b>2.</b>	<b>Fundamento Legal y Objetivo</b>	<b>35</b>
2.1	Fundamento Legal del Expediente Concentrador	36
2.2	Objetivo del Expediente Concentrador	37
<b>3.</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>38</b>
<b>4.</b>	<b>Marco Normativo aplicable a las acciones realizadas durante la vigencia del proyecto</b>	<b>40</b>
<b>5.</b>	<b>Vinculación del presente proyecto con el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018 y el Programa Institucional en esta materia</b>	<b>43</b>
<b>6.</b>	<b>Síntesis ejecutiva del presente proyecto</b>	<b>46</b>
<b>7.</b>	<b>Acciones Realizadas</b>	<b>49</b>
7.1	Planeación	50
7.2	Ejecución	53
7.3	Supervisión	59
<b>8.</b>	<b>Seguimiento y Control</b>	<b>61</b>
8.1	Informes de avances	62
8.2	Acciones correctivas o de mejora (Auditorías realizadas)	62

8.3	Aplicación de los recursos	64
9.	Resultados y beneficios alcanzados	65
9.1	Resultados	66
9.2	Beneficios alcanzados	68
9.3	Posibles riesgos detectados	69
10.	Informe final del área responsable del proyecto	71
11.	Relación de anexos	76
12.	Glosario de Términos	79





# 1. Presentación

El Sistema de Transporte Colectivo (STC) tiene 48 años de brindar un servicio de transporte público de pasajeros eficiente, seguro y de calidad para la Ciudad de México y parte del Estado de México.

Para proporcionar dicho servicio, el Sistema cuenta con 12 líneas (10 líneas neumáticas y 2 férreas), constando con un total de 195 estaciones distribuidas de la siguiente forma:

44 estaciones de correspondencia; 12 estaciones terminales con correspondencia; 24 estaciones terminales; 127 estaciones de paso; 115 estaciones subterráneas; 54 de superficie y 26 elevadas.

Lo anterior, permite al Sistema cubrir más de 226 kilómetros, con un gran número de trenes (390) distribuidos entre todas sus líneas.

La antigüedad del Sistema, aunado a una compleja red de líneas y parque vehicular en movimiento, han llevado a la Dirección del STC, a tomar la decisión de implantar un sistema de comunicación integral de la red del Sistema.

## 1.1 Nombre del proyecto

Modernización del Sistema de Radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita la “Integración de la Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México”, e interoperabilidad con la tecnología LTE.

## 1.2 Objetivo del proyecto

La modernización con una nueva red de comunicaciones y la ampliación del equipo utilizado en la infraestructura actual, elevando la calidad y la diversidad de los servicios con tecnología digital que permita realizar una operación con un óptimo nivel de confidencialidad y seguridad de nivel de mando en el Sistema de

Transporte Colectivo Metro (STC), a efecto de incrementar notablemente la respuesta a los ciudadanos cuando requieran servicios de emergencia.

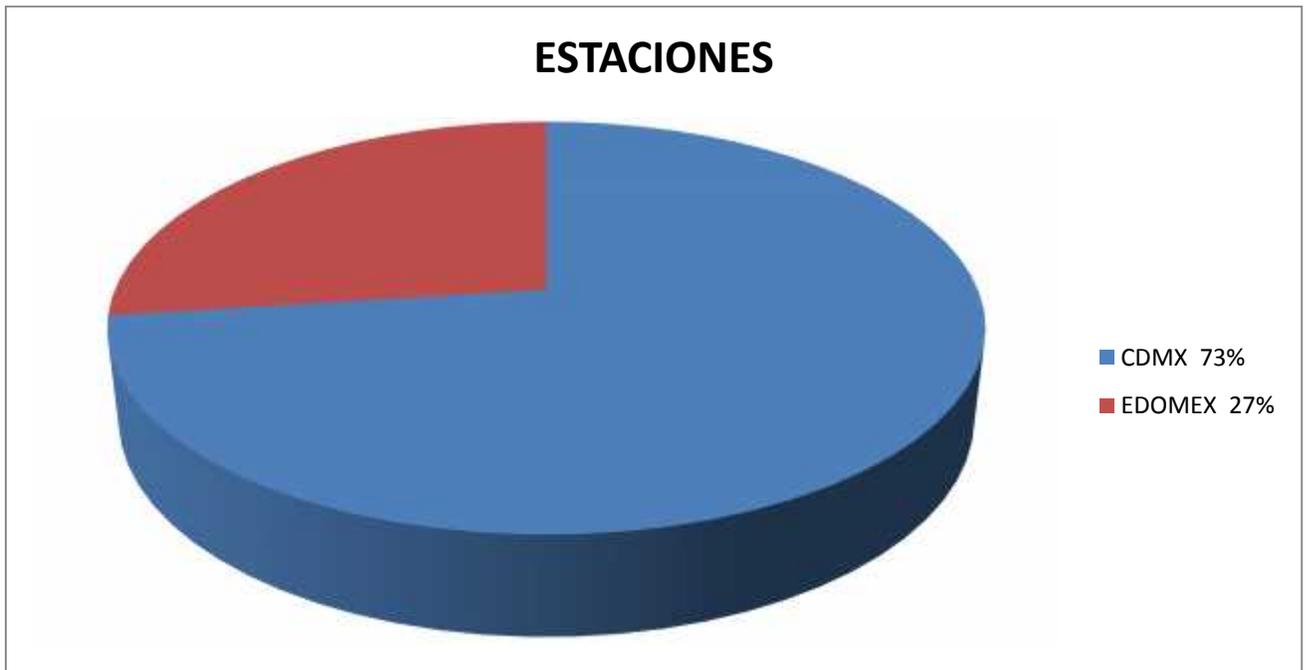
### 1.3 Periodo de vigencia que se documenta

El presente Expediente Concentrador tiene información y documentación de las acciones ejecutadas, su seguimiento y control, así como los resultados y beneficios alcanzados en el periodo del 8 de octubre de 2013 al 31 de diciembre de 2017.

### 1.4 Ubicación Geográfica

El proyecto materia de este Expediente Concentrador, se focaliza para las instalaciones del STC metro de la Ciudad de México y en 4 municipios conurbados del Estado de México, como se muestra en la siguiente tabla:

Delegación o Municipio	No. de Estaciones
Delegación Álvaro Obregón	3
Delegación Azcapotzalco	10
Delegación Benito Juárez	20
Delegación Coyoacán	6
Delegación Cuauhtémoc	42
Delegación Gustavo A. Madero	25
Delegación Iztacalco	10
Delegación Iztapalapa	19
Delegación Miguel Hidalgo	15
Delegación Venustiano Carranza	27
Delegación Tláhuac	7
Municipio de Ecatepec	5
Municipio de Los Reyes La Paz	2
Municipio de Naucalpan	1
Municipio de Nezahualcóyotl	3
<b>TOTAL</b>	<b>195</b>



## 1.5 Principales características técnicas

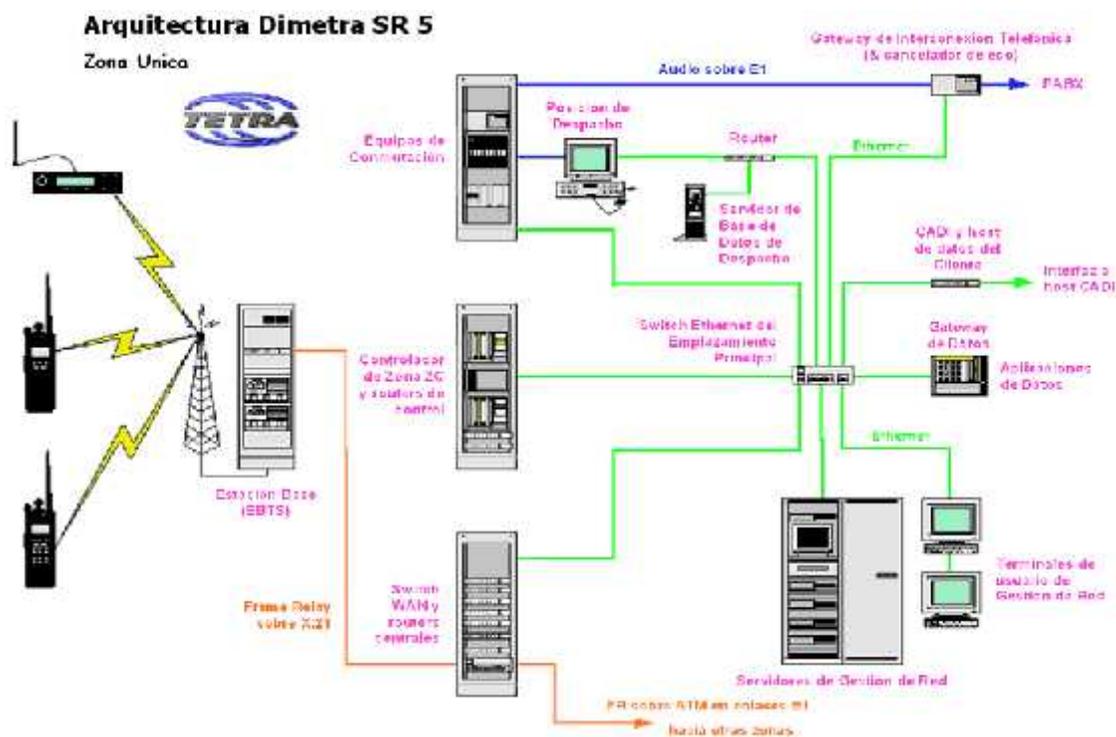
A continuación se presenta un breve esbozo de las peculiaridades técnicas del proyecto materia del presente expediente, denominado Modernización del Sistema de Radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita la “Integración de la Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México”, mismo que cuenta con las siguientes características:

El sistema está compuesto de 2 nodos de conmutación y control denominado (SwMi) uno principal y otro redundante, para el servicio a un máximo de 100 Estaciones Base de Servicio TETRA con la posibilidad de crecer en caso de ser necesario, basado en arquitectura de red IP (El protocolo de Internet (del inglés Internet Protocol), es un protocolo enrutable responsable del

direccionamiento IP y de la fragmentación y ensamblado de los paquetes de datos).

Las estaciones base están conectadas al SwMi a través de la red de fibra óptica del STC y una segunda conexión (la redundante) a otro Nodo al que conmutan automática o manualmente en caso de fallo de enlace con su Nodo principal. Todas las aplicaciones de gestión técnica y operativa de red están igualmente conectadas a los nodos mediante la red IP proporcionada por el STC.

A continuación se muestra la arquitectura de la red TETRA, lo que dará una idea más clara de lo señalado en líneas anteriores:



Los Switches propuestos se adicionan a la Red Multiservicios del STC.

Los Switches tienen las siguientes características: segmentación VLAN, descripción técnica de los equipos activos a usar, interfaces, parámetros de disponibilidad, confiabilidad, redundancia y escalabilidad, operación y gestión.

Respetan el diseño conceptual de tres capas (acceso, distribución y core) de la Red Multiservicios del STC.

#### **Características Técnicas mínimas de los Switches:**

- ) Incluyen todo lo necesario para la correcta instalación y operación del equipo.
- ) Todo el software reside y se ejecuta con recursos propios del equipo y tiene la última versión liberada y estable del fabricante.
- ) Soporte de un puerto 10/100 para administración fuera de banda.
- ) Cuenta con puerto serial de consola y puerto USB tipo A y B para respaldo de archivos.
- ) Soporte de fuente de poder redundante interna.
- ) Soporte de listas de control de acceso de QoS, de seguridad y de seguridad de IPv6.
- ) Posee un backplane de por lo menos 160 Gbps y una tasa de envío de paquetes de 65.5 Mpps.
- ) Incluye las tecnologías Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10G Ethernet.
- ) Cuenta dentro de su equipamiento con 24 puertos 10/100/1000 MDIX.
- ) Cuenta con módulo de expansión de puertos “uplink” con 4 puertos de 1 Gbps.
- ) Considera las interfaces ópticas necesarias para la correcta interconexión.
- ) Maneja un mínimo de 8 colas de egreso por puerto.

- ) Realiza el descubrimiento de dispositivos de transmisión half-duplex o full-duplex con selección automática de velocidad 10/100/1000 Base T por puerto.
- ) Realiza el control de broadcast, multicast y unicast con supresión de broadcast por puerto.
- ) Realiza Snooping para IPv4 y para IPv6.
- ) Cuenta con el soporte de Jumbo Frames de 9216 bytes.
- ) Permite hasta 1,000 VLANs y soporte del protocolo 802.1Q.
- ) Permite Rapid Spanning Tree por VLAN.
- ) Cuenta con un mecanismo centralizado para la adición, substracción y cambio de nombres de VLANS, divulgando los cambios a la base de datos para todos los demás equipos en la red.
- ) Tiene la capacidad de implantar NTP (Network Time Protocol) o SNTP v3 (Simple Network Time Protocol).
- ) Cuenta con mecanismos que permiten la configuración de políticas de uso de puertos para ahorro de energía que les permiten utilizar protocolos como LLDP o LLDP-MED.
- ) Incluye la característica de autoconfiguración de puertos en base al tipo de servicio (Teléfono, Access Point o PC) que se conecta al Switch con el objeto de aplicar políticas de seguridad y de calidad de servicio por medio de plantillas ó similar; cabe señalar que el descubrimiento de dispositivos se puede realizar en base a dirección MAC o por medio de Protocolo LLDP o LLDP-MED.
- ) Permite la administración centralizada para la creación, modificación y eliminación de VLANs a través de interfaz gráfica o línea de comandos, estas funcionalidades están protegidas para evitar que equipos terceros no administrados por el Administrador de la Red puedan modificar de manera no autorizada la base de datos de VLANs en cada uno de los Switches de la infraestructura.

- )] El sistema operativo incluye scripts que permiten la automatización de tareas en base a eventos ocurridos en el equipo; tales como la detección de cambios en una interfaz o puerto; generación de eventos en base a autenticaciones fallidas (802.1 x), eventos relacionados a la memoria del Switch (umbrales de utilización), eventos en base al descubrimiento de otros dispositivos conectados a la red (utilizando LLDP) y eventos basados en el flujo de tráfico de datos (basado en Netflow o equivalente).
- )] Soporte IPv6.
- )] Incluye la tornillería necesaria para su montaje en un rack de 19 pulgadas estándar.
- )] Provee control para la reducción de emisión de gases (GhG) de acuerdo a la Norma ISO14064-1:2006.

## **ALTA DISPONIBILIDAD**

- )] Cuenta con un sistema de control automático de temperatura, que regula la velocidad de por lo menos dos ventiladores.
- )] Cuenta con fuentes de energía modulares y en modo redundante, que poseen la capacidad de poder distribuir energía (load-shering) entre ambas fuentes del mismo Switch o de otros que conformen la pila o stack
- )] Tiene la capacidad de hacer “stacking” cuando se apilen dos o más Switches entre sí, por medio de interconexiones dedicadas entre dos Switches o más, de tal manera que para el resto de la red, parezca un solo Switch; estas interconexiones tienen un rendimiento (throughput) de al menos 64 Gbps para poder soportar al menos 9 Switches en stack.
- )] Soporta e incluir VRRP o similar.
- )] Soporta agrupación de interfaces Ethernet en un solo enlace lógico.
- )] Soporta Spanning Tree Protocol (STP) por VLAN de forma independiente.

- ) Soporta Spanning Tree Protocol bajo los estándares: 802.1d, 802.1w, y 802.1s.

## SEGURIDAD

- ) Cuentan con la capacidad de proteger el protocolo DHCP para evitar que en la infraestructura de red puedan operar servidores DHCP no administrados. La funcionalidad identifica intentos de consumir el (los) scope(s) de direcciones administradas por el o los servidores DHCP de CONAMP. Este mecanismo utiliza el campo CHADDR del protocolo DHCP y no solamente la dirección mac address origen de la solicitud DHCP.
- ) Protección de Protocolo ARP (Address Resolution Protocol) para ataques de ARP Poisoning.
- ) Cuenta con la capacidad de evitar que dos dispositivos conectados en la misma VLAN traten de utilizar una dirección IP que está siendo utilizada por otro dispositivo en la misma VLAN, con el fin de evitar que equipos terceros intenten utilizar direcciones IPs de servicios críticos en la VLAN en donde el tercero no autorizado pueda encontrarse conectado (i.e. que intente utilizar la dirección IP del Gateway por defecto).
- ) Cuenta con la capacidad de limitar el número de direcciones MAC que puede tener asociadas a un mismo puerto físico y permitir el acceso al puerto físico del Switch dependiendo de la dirección MAC del dispositivo que busca el acceso.
- ) Permite el acceso a la red mediante previa autorización utilizando el protocolo 802.1x
- ) Cuenta con la capacidad de evitar que BPDUs del protocolo Spanning Tree puedan ingresar por un puerto que está identificado como puerto de acceso. Cuando el equipo detecta que existe un intento de introducir un BPDU por un puerto de acceso, el puerto de acceso lo inhabilitara.

- )] Cuenta con la capacidad de evitar que BPDUs del protocolo Spanning Tree puedan ingresar por un puerto que esté identificado como puerto de acceso. Cuando el equipo detecta que existe un intento de introducir un BPDU evita que este paquete ingrese a la red y dejara que el resto del tráfico siga transitando.
- )] Cuenta con la capacidad de evitar que ciertos puertos físicos del Switch puedan resultar electos como puertos root de Spanning Tree. Cuando el recalcule de la topología Spanning Tree dé como resultado que un puerto físico del Switch sea elegido como root de Spanning Tree y este sea un puerto que el Administrador de Red no quiere que sea designado como root de Spanning Tree, el dispositivo deshabilitara este puerto.
- )] Cuenta con la capacidad de asignar la VLAN mediante 802.1x, el puerto del Switch en donde se conecta el cliente, en base a las credenciales que el usuario presenta ante la infraestructura de red.
- )] Cuenta con la capacidad de poder configurar puertos de acceso para replicar el tráfico de otros puertos o de otras VLANs en el mismo switch físico o en switches que se encuentran físicamente separados del switch en donde se encuentra configurado este puerto espejo.
- )] Cuenta con la capacidad de segmentar dominios de capa dos (VLANs) sin necesidad de segmentar en capa tres.
- )] Posee la capacidad de hacer 500 entradas de control de acceso de QoS.
- )] Provee seguridad de puertos basado en direcciones MAC con 500 entradas generales.
- )] Desempeña 802.1x.
- )] Soporta la autenticación RADIUS o TACACS+ permitiendo un control centralizado del equipamiento y evitando que usuarios no autorizados alteren la configuración del dispositivo.
- )] Autenticación vía WEB para usuarios que no cuentan con 802.1x.
- )] Bypass de autenticación basada en dirección MAC para voz.
- )] MAC de al menos 12,000 direcciones.

- ) Soporta SSHv2 y SNMPv3.
- ) IEEE 802.1x suplicant.
- ) Bypass de autenticación basada en dirección MAC.
- ) DHCP Snooping.
- ) Listas de control de acceso para interfaces de L2.
- ) Protege puertos de acceso y troncal en base a direcciones MAC.
- ) Capacidad de usar puertos para análisis.
- ) Notificación de direcciones MAC.
- ) Guardia de IP fuente.
- ) Protección de puertos en los que se conecte el switch en base a direcciones MAC.
- ) Seguridad de Puerto con capacidad de reconocimiento de VLAN de voz.
- ) IGMP para IPv4 y para IPv6.



## CALIDAD DEL SERVICIO

- ) Implementa colas de prioridades por puerto permitiendo priorizar el tráfico y la interoperación de voz, video y datos mediante el protocolo IEEE 802.1P CoS (“Class of Service”).
- ) Maneja la detección automática de teléfonos IP sin requerir políticas de 802.1x.
- ) Detecta y clasifica paquetes con CoS y DSCP.
- ) Asegura priorización diferencial.



## RUTEO

Soporta los siguientes protocolos de ruteo dinámico:

- ) Open Shortest Path First (OSPF).
- ) Open Shortest Path First version 3 (OSPF).
- ) Protocol Independent Multicast en modo SD, DM y SDM.

- ) Multi Virtual Routing and Forwarding.
- ) Administración.
- ) Soporta la configuración vía línea de comando y conexión SSH v2.
- ) Permite su administración (“in-band”) por el protocolo SNMP v3, MIB-II con capacidad de administrar todos los puertos simultáneamente.
- ) Permite su administración vía puerto de consola (“out-of-band”), utilizando terminal de tipo VT-100.
- ) Soporta los siguientes grupos RMON: históricos, estadísticas, alarmas y eventos.
- ) Cuenta con la capacidad de configurar puertos de monitoreo para análisis de tráfico por puerto o por VLAN en el switch local o en cualquier otro switch dentro de la misma red.
- ) Tiene capacidad de implementar Syslog.
- ) Provee los beneficios de balanceo de carga de Layer 2.
- ) Soporta auto configuración y carga de sistema operativo por medio de la red con Boot Host DHCP.

#### **NORMAS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO**

IEEE 802.1D, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.1s, IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1x-Rev, IEEE 802.1ab, IEEE, 802.3ad, IEEE 802.3x, IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3z

#### **PROTOCOLOS**

Ethernet

IEEE 802.3, 10BASE-T

Fast Ethernet

IEEE 802.3u, 100BASE-TX

100BASE-FX (SFP)

Gigabit Ethernet



1000BASE-SX (SFP)

1000BASE-LX/LH (SFP)

## **PUERTOS**

24 PUERTOS 10/100/1000 RJ45.

Cuenta con las interfaces ópticas de tipo 1Gbps necesarias para conectarse al switch de distribución de la Red Multiservicios del STC y al switch de acceso de la siguiente estación:

1000BaseX para los equipos que se conectan directamente al switch de distribución.

## **ACCESORIOS**

Equipado con software y licencias correspondientes para su operación.

Manuales en idioma español e inglés.

A continuación, se explican brevemente las partes de la red:

Un backbone o red de transmisión proporcionada por el STC. Desde el punto de vista de la red TETRA, esta infraestructura es transparente y considerada “una nube IP”. Toda la transmisión de datos TETRA está basada en protocolos estándar IP conectado los elementos del sistema de conmutación y control, estaciones base y aplicaciones de grabación, gestión y despacho

Nodos de Conmutación, conocidos en terminología TETRA como “Switching and Management Infrastructure (SwMI)”.

El diseño está basado en una arquitectura distribuida compuesta por nodos interconectados entre sí mediante protocolo IP, ésta comunicación es utilizada para la sincronización de base de datos y las llamadas entre nodos.

Estaciones base TETRA (BSS) diseño basado en conexiones IP entre las estaciones base y los nodos de conmutación, incluyendo operación en modo fallback en todas ellas.

Terminales: existen 4 tipos de terminales; 1. Portátiles son aquellas que el personal a pie utiliza para comunicarse con las distintas áreas de uso; 2.- Móviles, que son aquellas que se utilizan en los vehículos operativos; 3.- Embarcadas, que se entiende por aquellas terminales que se localizan en las cabinas de los trenes y son utilizadas para establecer la comunicación entre las áreas de servicio y los trenes en movimiento; 4.- Estaciones Fijas, que son las que se encuentran ubicadas en los centros de despacho PCCI, PCCII, y en las estaciones de cada línea del sistema.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MÍNIMAS DE CADA TIPO DE EQUIPO**

### **Radios Portátiles**

Las unidades de radio portátiles permiten operar tanto en modo troncalizado como en modo directo y en modo degradado, en la banda de frecuencias de operación del sistema propuesto. Dicha unidad de radio portátil es de tamaño reducido y ergonómico, de acuerdo con las necesidades de servicios, además son altamente resistentes, livianos y con alto rendimiento de la carga de baterías.

Todos los radios portátiles proveen, a lo menos, las siguientes funcionalidades de control:

- Botón de Encendido/Apagado.
- Pantalla de colores.
- Teclado alfanumérico multifunción programable.
- Indicador de Transmisión.
- Control de Volumen
- Botón de Emergencia.
- Botón de PTT.
- Parlante frontal (no se aceptaran equipos con parlantes en la parte posterior de los radios) con Micrófono frontal.

### **Radios Móviles**

Las unidades de radio móviles operan tanto en modo troncalizado, como en modo directo, y en modo degradado, en la banda de frecuencia de operación del sistema. Todas las unidades de radio móviles proveen, a lo menos, las siguientes funcionalidades de control:

- Botón de Encendido/Apagado.
- Pantalla en colores 640x480 pixeles, 65,000 colores mínimo.
- Teclado alfanumérico multifuncional programable.
- Indicador de Transmisión.
- Control de Volumen.
- Botón de Emergencia.
- Botón de PTT.
- Parlante externo.
- Cabezal de control remoto (simple o doble).



#### Radio Embarcada

- El equipo Radio Embarcado permite desarrollar las comunicaciones de radio tanto de voz como de datos entre el Centro Regulador o PCC y el tren.
- El equipo embarcado cuenta con los estándares: EN 50155 “Railways Applications Electronic -Equipment Use don Rolling Stock” y EN 50261 “Railway Applications Mounting of Electronic Equipment”.
- Equipamiento

El equipo Radio embarcado está compuesto de los siguientes elementos:

- Rack de comunicaciones o equipo embarcado.
- Terminal de radio móvil TETRA.
- Consola o platina del conductor.
- Altavoz y Micrófono y/o en su caso micro-teléfono.



#### Radio Bases Fijas

Las radio bases o terminales fijos operan en la banda frecuencia de operación del sistema; tanto en modo de operación troncalizada como en modo directo y modo degradado.

Las funcionalidades de control de la radio bases fijas de radiofrecuencia incluyen:

- Botón de Encendido/Apagado.
- Pantalla en colores 640x480 pixeles, 65,000 colores mínimo.
- Teclado alfanumérico multifuncional programable.
- Indicador de Transmisión.
- Control de Volumen.
- Botón de Emergencia.
- Botón de PTT para escritorio.
- Parlante externo para escritorio.
- Micrófono externo para escritorio.

Para llevar a cabo este proyecto, fue importante considerar los siguientes aspectos:

- Los espacios en los cuartos técnicos de las estaciones: El Sistema de Transporte Colectivo proporciona el espacio necesario en los locales técnicos de las estaciones para la instalación de equipos en gabinetes con ventilación forzada o auto refrigerados.
- Suministro eléctrico: El Sistema de Transporte Colectivo proporciona el espacio necesario en los cuadros de baja tensión de la estación para la instalación de los circuitos de alimentación de los equipos.
- Red de Transmisión: El Sistema de Transporte Colectivo permite hacer uso de la Red Multiservicio (RMS), ya existente con anterioridad en el STC, para la interconexión de todos los equipos, dentro del alcance del sistema de radiocomunicación propuesto.
- Sistema de Alimentación Auxiliar: Los equipos instalados cuentan con todas sus estaciones base con un sistema de alimentación auxiliar (UPS), por un mínimo de cuatro horas, con accionamiento o activación automática, para evitar cortes en los equipos en los cuales dicha circunstancia pueda afectar a su correcto funcionamiento.

- Estructura para la instalación de antenas: se preste especial atención a las estructuras que se instalaron en el entorno urbano, de forma que se minimizo en la medida de lo posible, el impacto visual.
- Elementos auxiliares: El proyecto contemplo todo el equipamiento auxiliar necesario para el correcto funcionamiento del sistema según las especificaciones técnicas y funcionales definidas en este documento (Esto incluye lo siguiente: aire acondicionado, bandejas, soportes, tubos, cables, obras auxiliares, etc.).

Para las estaciones base, que ofrecen cobertura en el exterior, para los servicios de los sistemas RTP, TE, Tren Ligero y Metrobus, se incluyen los enlaces desde éstas hacia RMS del STC.

Transporte de información del Sistema de Comunicación Troncalizado TETRA, por medio de la Red Multiservicios del STC.

Instalaciones interconectadas.

Fue considerada la interconexión de los siguientes elementos:

- ❖ Estaciones Base en superficie.
- ❖ Estaciones Base en túneles.
- ❖ PCC I.
- ❖ PCC II.
- ❖ PCL de Línea “A” y 12.
- ❖ SEAT’s Estrella y Oceanía.
- ❖ Especificaciones Técnicas Mínimas.
- ❖ Todos los LAN switches:
  - ❖ Soportan IPv6 sin cambio de hardware.
  - ❖ Soportan VRF Lite sin cambio de hardware.
  - ❖ Soportan la funcionalidad de espejo de puertos con destino a un switch remoto.
- ❖ Manejan el protocolo RIPv2 y soportar OSPF para el caso de switches LAN standalone y modulares de IDF.
- ❖ Incluyen la capacidad para limitar el número de direcciones MAC aprendidas por puerto a máximo 3.



- ❖ 4 colas de prioridad.
- ❖ Manejan los protocolos RIPv2, OSPF y soportan BGP exclusivamente para el caso de los switches LAN modulares para comunicación con redes externas de otras entidades o dependencias.
- ❖ Manejan la clasificación y reclasificación de tráfico (mediante DSCP) en base a dirección IP fuente/destino, dirección MAC fuente/destino y en base a puerto TCP/UDP.
- ❖ Soportan de Netflow, Sflow o protocolo estándar equivalente.
- ❖ Manejo de funciones para actualización completa del sistema operativo en operación para evitar las interrupciones de servicio de los equipos.
- ❖ Soporte de interfaces 10GE del tipo SR, LX4, LR y CX4 mediante una actualización de hardware y/o software a futuro.
- ❖ Incluye las interfaces ópticas necesarias para su conexión al anillo de transporte óptico.
- ❖ Soporte de interfaces 10/100/1000 Base T con PoE opcional.

El equipo soporta mecanismos de alta disponibilidad que permiten:

- ❖ No interrumpir el manejo de tráfico de capa 2 ante la falla del módulo de supervisión activo y la entrada de operación del módulo de supervisión.
- ❖ No interrumpir el manejo de tráfico de los protocolos de ruteo OSPF ante la falla del módulo de supervisión activo y la entrada en operación del módulo de supervisión secundario.
- ❖ Firewall para los sitios PCC I y PCC II

Se cuenta con una solución integrada en un dispositivo de propósito específico en alta disponibilidad, sin límites en el número de usuarios y basado en una arquitectura de inspección de estados (stateful inspection); con protección de al menos a 6 segmentos de red físicos. En dichos segmentos se incluye el segmento externo de salida a Internet, la DMZ externa, la DMZ interna, un segmento de granja de servidores, un segmento de usuarios y un segmento de entidades externas al Sistema de Transporte Colectivo.

El Firewall considera al menos las siguientes funcionalidades:

- El desempeño mínimo del firewall deberá ser de 4 Gbps y 1 Gbps en VPN.

- Soporte de 802.1q y la creación de al menos 80 VLANs.
- Soportar IPv4 e IPv6 con capacidad de generar instancias de enrutamiento independientes mediante VRFs para soportar la integración con VPN MPLS de acuerdo al estándar RFC 2547.
- Soporte de autenticación de usuarios mediante RADIUS y/o LDAP.
- Funcionar en modo ruteado o transparente. En modo transparente es posible definir de manera estática entradas en la tabla de direcciones físicas y contar con mecanismos para evitar que alguien personifique la IP o la MAC de otro dispositivo.
- Soportar la creación de instancias virtuales de firewall (FWs virtuales).
- La solución soporta la inspección de voz sobre IP de al menos los siguientes protocolos: SIP, H.323, SCCP, MGCP.
- Permitir diferenciar el tráfico en base al valor de DSCP (Diffserv) y valor de precedencia IP para aplicar diferentes políticas de calidad de servicio.
- Permitir la definición de una cola de alta prioridad o marcado DSCP para aplicaciones sensibles a retardo y definir límites de transmisión para los demás tipos de tráfico, de tal forma que una aplicación de baja prioridad no afecte el servicio de aplicaciones más sensibles o importantes.
- Soportar Protocol Independent Multicast (PIM) e Internet Group Management Protocol (IGMP) para aplicaciones tipo multicast.
- Consideraciones para interconectar las Estaciones Base, PCL y TCO a la Red de Multiservicios de STC.

La instalación de un switch con capacidades de capa 2 y capa 3 que conecte los siguientes elementos:

- Las Estaciones Base localizadas en superficie e interiores, con capacidad de 100Mbps.
- Conexión vía fibra óptica hacia el switch de distribución de la Red del STC con capacidad de 1Gbps.
- Conexión al switch de acceso de la siguiente estación de la Red Multiservicios del STC con capacidad de 1Gbps.

- La cantidad de switches dependió de la cantidad de Estaciones Base a conectar en la Red Multiservicios del STC.
- Los switches se adicionaron a la Red de Multiservicios. Del STC.
- La ingeniería se hizo con un análisis del tráfico estimado por edificio.
- Enrutamiento de paquetes IPv4 a velocidad de cable.
- Hasta 32 rutas estáticas y 32 interfaces IP.
- Enrutamiento entre dominios sin clase (CIDR).
- Retransmisor de UDP (Protocolo de datagramas de usuario).
- Retransmisor de información de difusión en dominios de capa 3 para la detección de aplicaciones o la retransmisión de paquetes BootP/DHCP.
- Capacidad de enrutar protocolo IP, a través de protocolos de ruteo RIP y OSPF.

Incluyo las siguientes características de seguridad:

- Protocolo Secure Shell (SSH).
- Compatibilidad con SSL: cifra todo el tráfico HTTPS, lo que permite un acceso muy seguro a la GUI de administración basada en navegador en el switch.
- 802.1X: autenticación y administración de RADIUS, algoritmo hash MD5; VLAN para usuarios temporales; VLAN no autenticada, modo host único/múltiple y sesiones únicas/múltiples.
- Admite 802.1X basada en la hora Asignación de VLAN dinámica
- Permite/prohíbe el enrutamiento entre subredes IP o redes IP conectadas de modo directo.
- Perímetro de VLAN privada (PVE) con aislamiento de capa 2 y comunidad VLAN.
- Bloqueo de direcciones MAC a los puertos y limitar la cantidad de direcciones MAC detectadas.
- Admite la autenticación de RADIUS y TACACS. Funciones de switch como cliente.
- Control de tormentas.
- Prevención de denegación de servicios (DoS).

- Prevención de congestión.
- Manejo de ACLs.

Deberá incluir las siguientes características de calidad de servicio (QoS):

- 4 colas de hardware.
- Prioridad estricta y operación por turnos ponderada (WRR).
- Asignación de cola sobre la base de DSCP y clase de servicio (802.1p/CoS).
- Clase de Servicio (CoS) basada en el puerto; basada en prioridad de VLAN 802.1p; basada en precedencia IP IPv4/v6/tipo de servicio (ToS)/DSCP; Servicios diferenciados (Diffserv); ACL de clasificación y remarcación, QoS de confianza.
- Limitación de tráfico.

## **INTEROPERABILIDAD LTE**

### **EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA**

- Las arquitecturas basadas en estándares abiertos, pretenden garantizar la evolución de la tecnología especificada hacia las nuevas soluciones que surjan en el campo de la radiotelefonía de emergencia y sus funciones asociadas.
- Es importante tener prevista esta posible migración a futuro puesto que la combinación LTE-TETRA ofrece ventajas importantes en aplicaciones de ferrocarril que otras evoluciones de TETRA no han podido resolver.
- Así mismo, LTE permite transportar señales de video en vivo tanto con fines operativos, como de seguridad, mejorando los actuales estándares de CCTV y que espera mejorar con el uso de estándares High Efficiency y Video Codec (HEVC).
- LTE soporta el ancho de banda, fiabilidad y baja latencia que se requiere en la señalización y puede usarse para transportar como vía principal o de redundancia de la señalización de seguridad desde y hacia los trenes. Esta señalización incluye datos de posicionamiento (GPS, sensores o ambos) o comandos críticos entre el puesto de control y los trenes.

- Los SDS de TETRA complementan los servicios de datos de LTE como una alternativa de baja velocidad para señalización crítica, utilizando los nuevos métodos de compresión y aprovechando la inherente eficiencia del servicio SDS.
- TETRA complementa también el LTE ofreciendo un inmejorable rendimiento y escalabilidad para las comunicaciones de voz orientada a grupos que LTE aún no soportaba por su falta de implementación de Multicast IP.
- El exceso de capacidad de las redes LTE puede emplearse para enviar información actualizada (horarios, tiempos de llegada), entretenimiento (señal de TV), publicidad o acceso a Internet.
- Dadas las ventajas que ofrece esta convivencia TETRA-LTE ya hay un consenso en la industria en torno a que será adoptada por muchos proyectos en el ámbito ferroviario.
- Como parte de la evaluación de la tecnología, se dispone de una estación base LTE asociada con un núcleo distribuido LTE (Distributed CORE), compacto e integrado con la red TETRA. Esta configuración se considera durante las pruebas para aceptación en fábrica y en el sitio de la interoperabilidad de TETRA con LTE.

La estación base LTE, está compuesta con los siguientes elementos:

- Una red compacta para el núcleo distribuido incluyendo:
- Un envolvente ligero de paquete de CORE (ePC).
- Una unidad de control para gestión de los servicios de voz PMR.
- Un servidor del suscriptor de Hone (TCU+HSS).

La radio Red de Acceso (RAN):

- Estación base LTE de 3 sectores con diversidad MIMO.
- 10 terminales Android LTE con aplicación de servicios de voz PMR.
- 1 línea despachador para comunicación por voz PMR.
- Los siguientes servicios se pueden operar y verificar:



- ✓ La comunicación en grupo, individuales y de llamada de emergencia.
- ✓ Llamada de grupo de comunicación, con comunicación half-dúplex de uno o varios.
- ✓ Llamada individual, con comunicación half-dúplex de uno a uno.
- ✓ Llamada de difusión (broadcast), con comunicación half-dúplex de uno a varios.
- ✓ Llamada de emergencia.
- ✓ Ingreso tardío.
- ✓ Entrada inmediata.
- ✓ Gestión de duración de llamadas.
- ✓ Contador de tiempo de duración.
- ✓ Temporizador de transmisión máxima.
- ✓ Temporizador de transmisión inactiva.
- ✓ Gestión de prioridades.
- ✓ Pulsar para hablar de tanteo.
- ✓ Llamada prioritaria.
- ✓ Identificación de Llamada.
- ✓ Propietario de la llamada.
- ✓ Identificador del hablante incorporado.
- ✓ Identificación de la línea llamante.
- ✓ Restricción de identificación de línea que llama.
- ✓ Gestión de reenvío de llamadas.
- ✓ Desvío incondicional de llamadas.
- ✓ Desvío de llamadas en caso de ocupado.
- ✓ Desvío de llamadas si no hay respuesta.
- ✓ Desvío de llamadas con destinatario sin cobertura.
- ✓ Gestión de restricción de llamadas.
- ✓ Restricción de llamadas salientes.
- ✓ Restricción de llamadas entrantes.
- ✓ Mensajería instantánea.
- ✓ Mensaje de texto de uno a uno.



- ✓ Mensaje de texto de uno a varios.
- ✓ Mensajería instantánea avanzada.
- ✓ Mensaje de texto con objeto anexo (imagen/foto) de uno a uno.
- ✓ Mensaje de texto con objeto anexo (imagen) de uno a varios.
- ✓ Servicios multimedia.
- ✓ Transferencia de imágenes de uno a uno.
- ✓ Transferencia de imágenes de uno a varios.
- ✓ Transferencia de imagen de uno a uno durante una llamada individual.
- ✓ Transferencia de imágenes de uno a muchos durante una llamada de grupo.

Mientras el despachador opera el PPT y el altavoz, los siguientes tipos de llamada están disponibles:

- ✓ Comunicaciones en grupo, individuales y llamadas de emergencia.
- ✓ Llamada de grupo de comunicación, con comunicación half-dúplex de uno a varios.
- ✓ Llamada individual, con comunicación half-dúplex de uno a uno.
- ✓ Llamada de difusión, con comunicación half-dúplex de uno a varios.
- ✓ Llamada individual, con comunicación half-dúplex de uno a uno.
- ✓ Gestión del grupo.
- ✓ Ingreso tardío.
- ✓ Escucha ambiental.
- ✓ Escucha discreta.
- ✓ Asignación de número de grupo dinámico.
- ✓ Retención de llamada.
- ✓ Gestión de duración de llamadas.
- ✓ Contador de tiempo de duración.
- ✓ Temporizador de transmisión máxima.
- ✓ Temporizador de inactividad de transmisión.
- ✓ Gestión de las prioridades.



- ✓ Pulsar para hablar de tanteo.
- ✓ Llamada prioritaria.
- ✓ Identificación de llamada.
- ✓ Propietario de la llamada.
- ✓ Identificador del hablante incorporado.
- ✓ Identificación de la línea llamante.
- ✓ Restricción de identificación de línea que llama.
- ✓ Gestión de reenvío de llamadas.
- ✓ Desvío incondicional de llamadas.
- ✓ Desvío de llamadas en caso de ocupado.
- ✓ Desvío de llamadas si no hay respuesta.
- ✓ Desvío de llamadas con destinatario sin cobertura.
- ✓ Gestión de restricción de llamadas.
- ✓ Restricción de llamadas salientes.
- ✓ Restricción de llamadas entrantes.
- ✓ Mensajería instantánea.
- ✓ Mensaje de texto de uno a uno.
- ✓ Mensaje de texto de uno a varios.
- ✓ Mensajería instantánea avanzada.
- ✓ Mensaje de texto con objeto anexo (imagen/foto) de uno a uno.
- ✓ Mensaje de texto con objeto anexo (imagen) de uno a varios.
- ✓ Interoperabilidad TETRA

Los siguientes tipos de llamada están disponibles desde una terminal TETRA dentro del grupo compuesto por teléfonos inteligentes LTE y de la misma terminal TETRA, realizando las siguientes funciones:

- ✓ La comunicación en grupo, individuales y de llamada de emergencia.
- ✓ Llamada de grupo de comunicación, comunicación half-dúplex de uno a varios con terminal TETRA en el grupo.
- ✓ Llamada individual, con comunicación half-dúplex de uno a uno con una terminal TETRA.

- ✓ Llamada de difusión (broadcast), comunicación half-dúplex incondicional de uno a varios.
- ✓ Llamada individual, con comunicación full-dúplex de uno a uno.
- ✓ Llamada de emergencia desde una terminal TETRA.
- ✓ Gestión del grupo.
- ✓ Ingreso tardío.
- ✓ Introducción inmediata.
- ✓ Gestión de duración de llamadas.
- ✓ Contador de tiempo de duración.
- ✓ Temporizador de transmisión máxima.
- ✓ Temporizador de inactividad de transmisión.
- ✓ Gestión de prioridades.
- ✓ Pulsar para hablar de tanteo.
- ✓ Llamada prioritaria.
- ✓ Identificación de Llamada.
- ✓ Propietario de la llamada.
- ✓ Identificador del hablante incorporado.
- ✓ Identificación de la línea llamante.
- ✓ Restricción de identificación de línea que llama.
- ✓ Gestión de restricción de llamadas.
- ✓ Restricción de llamadas salientes.
- ✓ Restricción de llamadas entrantes.
- ✓ Mensajería instantánea.
- ✓ Mensaje de texto de uno a uno.
- ✓ Mensaje de texto de uno a varios.
- ✓ Comunicación a la RED TETRA de la Secretaría de Seguridad Pública. -



El sistema TETRA con interoperabilidad a LTE que contará con la interconexión a redes externas de otros sistemas TETRA de la Ciudad de México, con la finalidad de atender eventos de emergencia en la ciudad. Para tener la posibilidad de contar con un sistema integrado de radiocomunicaciones, se deberá disponer de la funcionalidad que permita el registro de terminales en tiempo real, para ello

es indispensable disponer de información de la afiliación o registro de las terminales activas en la red en tiempo real, esto permitirá interconectar grupos de ambas redes.

Características técnicas del Gateway.-

Estándar EN 300 392-3-2: “Llamadas individuales”, enlaza a dos terminales que se encuentran en distintas redes entre sí.

EN 300 392-3-3: “Llamadas de Grupo”: Enlaza a dos grupos de las distintas redes entre sí.

EN 300 392-3-4: “Servicio de Envío de Datos Cortos”. Permite que los datos sean enviados y recibidos respectivamente entre dos terminales de distintas redes.

## 1.6 Unidades administrativas participantes

Se enuncia la estructura del STC, que ha participado en el presente proyecto, así como el tipo y número de aparatos de comunicación por Unidad:

UNIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETIVO
Dirección de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico	Requisición
Coordinación de Almacenes	Asignación de Código
Gerencia de Organización y Sistemas	Dictamen Técnico
Dirección General de Gobernabilidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones	Dictamen Técnico
Subdirección General de Administración y Finanzas	Viabilidad Técnica del Proyecto
Gerencia de Presupuesto	Autorización de Suficiencia Presupuestaria
Dirección de Recursos Materiales y Servicios	Omisión del Grado de Integración Nacional

Generales	
Gerencia de Adquisiciones y Contratación de Servicios	Trámite de Adquisición y Contratación
Gerencia de Ingeniería y Nuevos Proyectos	Recepción de Entregables y Diversos
Contraloría Interna	Auditoría al Proyecto

DETALLE POR EQUIPO	ESTADO QUE GUARDA LO CONTRATADO	ASIGNACION DE RADIOS
Radio bases fijas	281 en operación	210 Transportación 29 Gerencia de Seg. Institucional 28 Instalaciones Fijas. 12 Material Rodante 2 Ingeniería y Desarrollo Tec.
Radio Móvil	630 Radios embarcados para 315 trenes que se encuentran en operación y 80 radios en vehículos de emergencia.	315 Material Rodante. 80 vehículos a cargo de: 33 Instalaciones Fijas 18 Transportación 17 Seguridad Institucional 7 Material Rodante 4 Ingeniería y Desarrollo 1 INCADE
Radios Portátiles	4662 en operación 316 para contingencia 22 en reparación o garantía.	1899 Gerencia de Seg. Inst. 1225 G. de Instalaciones Fijas 722 Transportación. 572 Material Rodante 122 Ing. y Desarrollo Tec. 69 Obras y Mantenimiento 44 INCADE 12 Coordinación Inventarios. 12 G. de Organización y Sist. 7 Sindicato Nal. De Trabajadores. 316 para contingencias.
Despachadores	12 en operación	10 Transportación 2 Ingeniería y Desarrollo Tec.

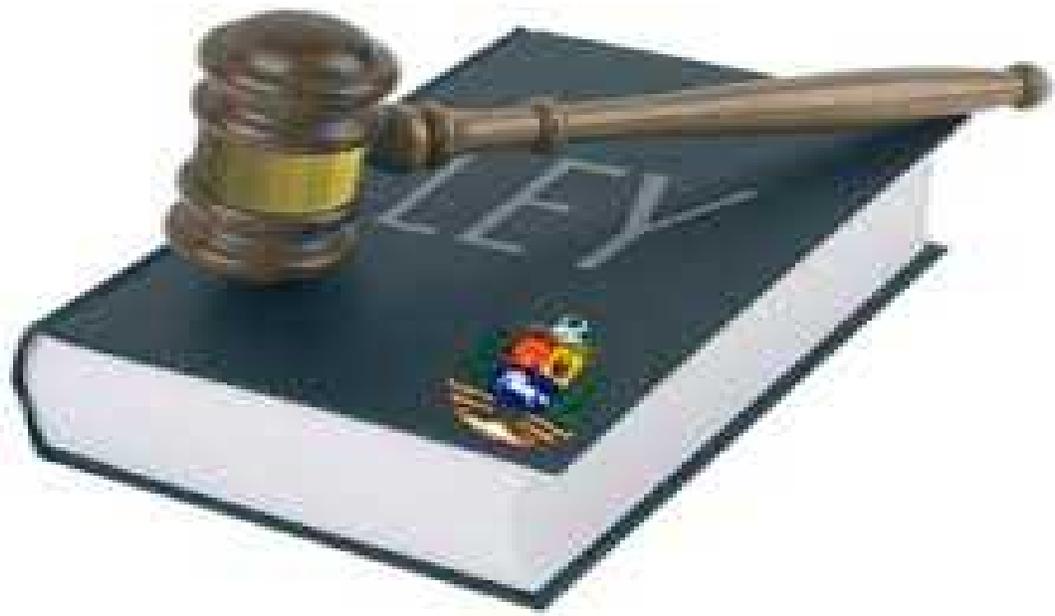
Por otra parte, las instancias externas que han participado en el proyecto, son las siguientes:

UNIDAD ADMINISTRATIVA	OBJETIVO
Oficialía Mayor del Gobierno del Distrito Federal	Viabilidad técnica del proyecto.
Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito Federal	Omisión del grado de integración nacional.
Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal	Estudio de factibilidad ambiental.
Secretaría de Finanzas del Distrito Federal	Suficiencia presupuestal.
Instituto Federal de Telecomunicaciones	Concesión única para aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso público.
Auditoría Superior de la Ciudad de México	Auditoría sobre bienes entregados, almacenados y distribuidos del Proyecto TETRA.

### **1.7 Área responsable del proyecto:**

Dirección de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico.





## 2. Fundamento Legal y objetivo

**2.1 Fundamento Legal.-** El fundamento legal del expediente concentrador se encuentra normado por:

- ) La Constitución Política de la Ciudad de México consagra en su Artículo 7, Apartado D, el Derecho a la Información, donde se garantiza el acceso a los datos públicos que posea, transforme o genere cualquier instancia gubernamental, o privada que reciba o ejerza recursos públicos o realice actos de autoridad o de interés público y que esta información deberá estar disponible en formatos de datos abiertos, de diseño universal y accesibles.
- ) El Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018, exige un gobierno efectivo que actúe de manera transparente y rinda cuentas de sus decisiones. En el Eje 5. Efectividad, Rendición de Cuentas y Combate a la Corrupción, se señala la necesidad de que el gobierno genere y ponga a disposición de la ciudadanía información sobre los procesos y resultados de las políticas de forma accesible, útil, clara y oportuna. Asimismo, entre las Líneas de Acción de la Meta 1, Objetivo 2, de la Área de Oportunidad 4. Transparencia y Rendición de Cuentas, se establece promover la generación, sistematización y publicidad de información relevante para la población, así como datos útiles para la rendición de cuentas.
- ) La Ley de Responsabilidades Administrativas de la Ciudad de México, en su Artículo 7 dispone que las personas servidoras públicas observarán en el desempeño de su empleo, cargo o comisión, los principios de transparencia como principio rector, disciplina, legalidad, objetividad, profesionalismo, honradez, lealtad, imparcialidad, integridad, rendición de cuentas, eficacia y eficiencia que rigen el servicio público.
- ) Por su parte, la Ley de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Rendición de Cuentas de la Ciudad de México, en su Artículo 5, Fracción

IV, establece garantizar el principio democrático de publicidad de los actos del Gobierno de la Ciudad de México, transparentando el ejercicio de la función pública a través de un flujo de información oportuna, verificable, inteligible, relevante e integral. Asimismo, el Artículo 24 dicta que los sujetos obligados deberán documentar todo acto que derive del ejercicio de sus atribuciones, facultades, competencias, funciones, procesos deliberativos y decisiones definitivas, conforme lo señale la ley.

## **2.2 Objetivo del Expediente Concentrador.-**

- ) El presente Expediente Concentrador se articula con la información proporcionada por las diversas Unidades Administrativas del Sistema de Transporte Colectivo Metro, responsables de la administración de los recursos financieros, así como de la ejecución y seguimiento de los proyectos materia del proyecto. Para cumplir los principios de máxima transparencia y rendición de cuentas de la gestión gubernamental, su objetivo se desarrolla en dos vertientes:
  - ) Dejar constancia documental y narrativa sobre la situación que guarda la administración y aplicación de los recursos del proyecto TETRA
  - ) Describir y documentar las principales acciones operativas, de seguimiento y de resultados obtenidos en el proyecto materia del presente expediente, para el mejoramiento del Sistema de Transporte Colectivo Metro.





### 3. Antecedentes.-

La telefonía de alta frecuencia que emplean los trenes de las líneas 1,2,3,4,5,6,7,8,9 y “A” alcanza hasta 48 años de operación, ésta obsolescencia complica su refaccionamiento, genera una operación en un sistema muy degradado y provoca situaciones de riesgo para la correcta interacción entre el personal responsable del control del tránsito de los trenes en línea; así mismo, el sistema de comunicación permitía únicamente la comunicación de las cabinas de los trenes hacia el puesto central de control, para ello se contaba con un solo canal de comunicación, la información viajaba por la barra guía o la catenaria y operaba con una señal de alta frecuencia acoplada.



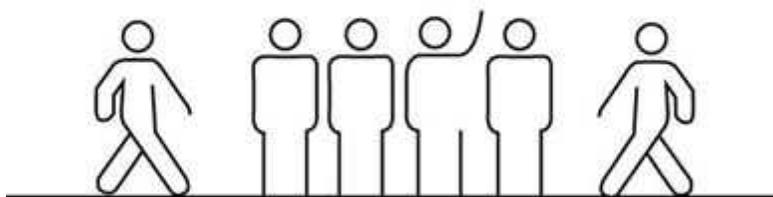


## **4.Marco Normativo aplicable a las acciones realizadas durante la ejecución del Proyecto.-**

- J Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 134.
- J Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal, en sus artículos 26, 27 incisos A) y C); 28, primer párrafo; 30 fracción II inciso B); 33, 38, 40, 41, 43, 49, 52, 55 fracción V; 62, 64, 73, 75 y 75 bis.
- J Ley de Desarrollo Metropolitano para el Distrito Federal, en su artículo 4.
- J Ley de Presupuesto y Gasto Eficiente del Distrito Federal, en sus artículos 51, 52, 53, 54, 55, 56 y 57.
- J Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, en su artículo 25.
- J Ley de Obras Públicas del Distrito Federal.
- J Ley de Responsabilidades Administrativas de la Ciudad de México.
- J Ley del Régimen Patrimonial y del Servicio Público.
- J Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, en su artículo 3, inciso IX.
- J Ley General de Contabilidad Gubernamental.
- J Ley de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Rendición de Cuentas de la Ciudad de México.
- J Ley de Transporte y Vialidad del Distrito Federal.
- J Ley de Gobierno Electrónico del Distrito Federal.
- J Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, en sus artículos 31 fracción VI y 32.
- J Ley Monetaria de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo 8.
- J Ley Federal de Instituciones de Fianzas, en sus artículos 93, 94, 118 y 119.
- J Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión.
- J Ley del Sistema Público de Radiodifusión del Estado Mexicano.
- J Código Fiscal de la Federación en su artículo 29-A
- J Código Fiscal del Distrito Federal, en su artículo 360.

- ) Reglamento de la Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal en sus artículos 55 y 56.
- ) Reglamento de la Ley de Presupuesto y Gasto Eficiente del Distrito Federal, en sus artículos 1, 63, 66, 67 y 68.
- ) Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, en sus artículos 27 fracciones XII y XIV; 99 fracciones VI y X y 111, fracción III.
- ) Estatuto Orgánico del Sistema de Transporte Colectivo.
- ) Lineamientos para determinar el grado de integración de los bienes o servicios de importación a que se sujetarán los convocantes y los criterios para la disminución u omisión del porcentaje de integración nacional, en su numeral catorce, fracción segunda.
- ) Circular para el control y evaluación de la gestión pública; el desarrollo, modernización, innovación y simplificación administrativa, y la atención ciudadana en la Administración Pública del Distrito Federal.
- ) Manual Administrativo del Sistema de Transporte Colectivo. Planeación, Programación y Presupuestación de Obra Pública. (P-194).
- ) Programa Integral de Movilidad 2013-2018.





La ciudad que queremos

## **5.Vinculación del presente proyecto con el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018.-**

El Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018 establece los objetivos, metas y líneas de acción que sirven de base para la definición e implantación de las políticas públicas de la Ciudad de México hasta el año 2018. A partir de él, se elaboraron los programas sectoriales, institucionales, parciales y especiales, y se desarrolló la programación, presupuestación y evaluación de los mismos que la Ley de Planeación de la entidad estableció.

El Programa se estructuró en 5 ejes, siendo el cuarto de éstos, referente a “Habitabilidad y Servicios, Espacio Público e Infraestructura”, el que vincula al proyecto materia del presente Expediente Concentrador, denominado Modernización del Sistema de Radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita la “Integración de la Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México”, e interoperabilidad con la tecnología LTE con los aspectos de la articulación del transporte público que traerá aparejados la implantación en el Servicio de Transporte Colectivo Metro con el dispositivo que Integrara los medios de Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México, con otros medios de transporte como el Metrobus, el Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal y la Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal (RTP), no dejando de mencionar a los cuerpos de emergencia y seguridad de la Ciudad y de algunos de los municipios conurbados de ésta ciudad capital.

Al respecto, busca eficientar los recursos económicos, sociales y ambientales; mejorar permanentemente la infraestructura pública para articular el empleo y los hogares a las redes de transporte público, considerándolo como un bien común que facilita el acceso a todas las actividades de la Ciudad; que padece de desarticulaciones entre los diferentes modos y sistemas que lo componen, pero que con el proyecto materia del presente Expediente Concentrador, será la base para lograr un sistema integrado y con ambientes seguros para beneficio de sus usuarios.

El mencionado Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018, en su Área de Oportunidad 3. Transporte Público señala que “Persisten desarticulaciones, inaccesibilidad e ineficiencia en el transporte público, lo que genera tiempos excesivos de traslado, una mala experiencia de viaje, contaminación ambiental y exclusión social, así como un impacto negativo en la economía familiar y la competitividad urbana.”

El Programa General, en el rubro del Diagnóstico señala que “actualmente, el servicio de transporte público no cuenta con herramientas tecnológicas y de comunicación que faciliten la unificación de los procesos de planeación, gestión de operación y control de la prestación del servicio de transporte...”

De igual forma, el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018, establece en el área de oportunidad como Objetivo 1 “avanzar hacia un Sistema integrado de Transporte Público que articule los diferentes modos de transporte física, operativa y tecnológicamente, así como desde el punto de vista de la información y comunicación hacia los usuarios, con un esquema tarifario que garantice la prestación de un servicio confiable, eficiente, cómodo, seguro, de bajas emisiones y con altos estándares de calidad, acceso y cobertura en toda la entidad”.

El Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018 también fijo en el 3 como Meta 1 por alcanzar el “Desarrollar la infraestructura y tecnología para la integración del transporte y los servicios de información y comunicación hacia los usuarios”, Con una Línea de Acción enfocada a “Implantar un sistema inteligente de información para la gestión eficiente y articulada del sistema de transporte público, que se apoye en tecnologías limpias”.



## 6. Síntesis Ejecutiva del Presente Proyecto

- ✓ Nombre.- Proyecto de Modernización del Sistema de Radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita una integración de la Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México e interoperabilidad con la tecnología LTE.
- ✓ Número de Licitación Pública.- 30102003-002/2013 del año 2013
- ✓ Número del Contrato Administrativo.- STC-GACS-CCE-IMP-4093/2013 de fecha 13 de diciembre de 2013.
- ✓ Convenios modificatorios del contrato.- 01/2014 de fecha 9 de mayo de 2014; y 02/2014 de fecha 14 de noviembre de 2014.
- ✓ Monto total del contrato.- 40'108,372.51 Euros.
- ✓ Empresas contratadas.- Thales Communications & Security, S.A.S., Thales México, S.A. de C.V. y Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A.
- ✓ Auditorias efectuadas al proyecto.-
  - ❖ La Auditoria Superior de la Ciudad de México practicó en el año 2015 la auditoria ASCM/114/15 determinando la recomendación ASCM-114-15-12-STC, que ya fue atendida a la fecha del presente documento.

- ❖ La Contraloría Interna efectuó en septiembre de 2015, la auditoría 08H, resultando 2 observaciones, mismas que se encuentran totalmente solventadas.
- ✓ Resultados obtenidos a la fecha.- El Sistema TETRA presenta al momento de la elaboración del presente expediente concentrador, una efectividad en su funcionamiento, en cuanto a llamadas y mensajes generados y recibidos, del 99.99%.





## 7. Acciones Realizadas.

### 7.1 Planeación

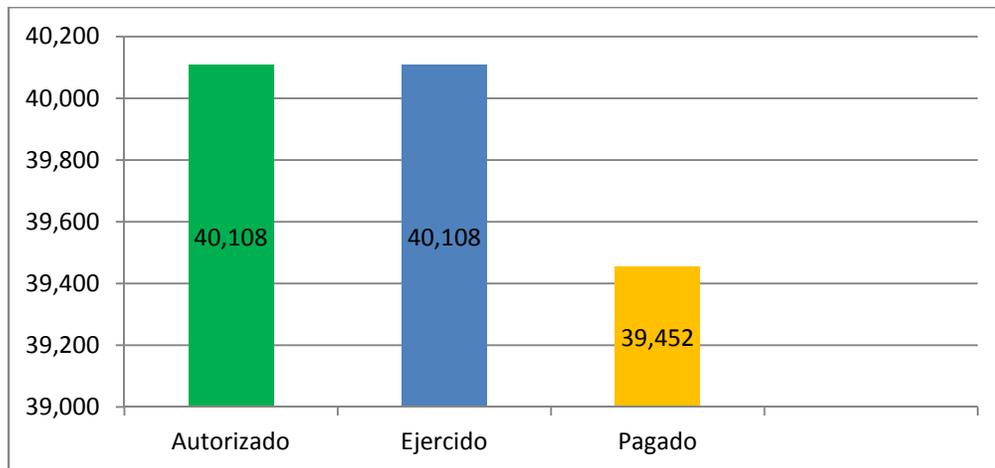
Esta primera etapa del proyecto se encuentra plasmada en los siguientes documentos:

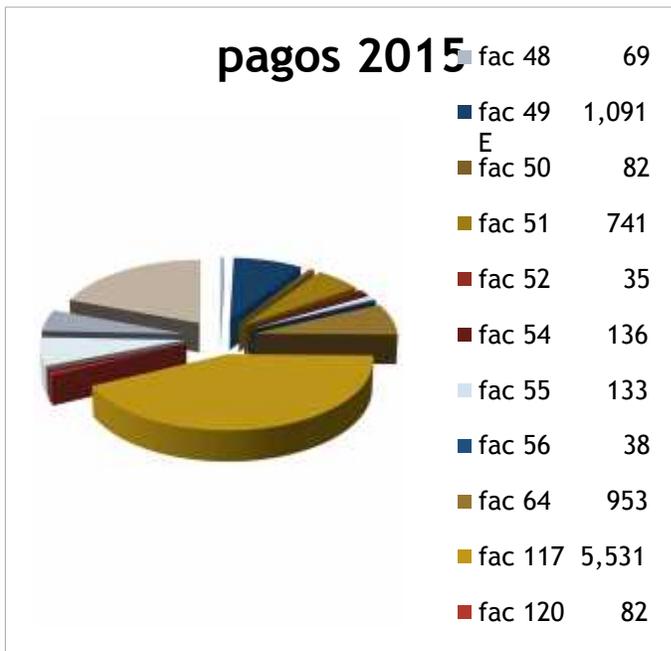
Programa de Trabajo.- El Programa o Plan de Trabajo, junto a Cronograma del mismo, se anexa en medio magnético. (Anexo 1)

Presupuesto y calendario de gasto autorizado.- Esto se muestra en el Registro Mayor de Pagos. (Se tienen registros del 28/01/2014 al 30/09/2015 con un monto total erogado aproximado de 39, 452,021.83 Euros). (Anexo 2)

#### PRESUPUESTO AUTORIZADO vs PAGADO

(MILLONES DE EUROS)





Cantidades en miles de Euros.

Queda pendiente por erogar la cantidad de 656,350.68 Euros.

Integración de expedientes y/o de proyectos ejecutivos

Requisición de compra y aspectos técnicos.-

Requisición STC.- Oficio de requisición DIDT/547/2013 de fecha 8 de octubre de 2013, girado por Dirección de Ingeniería y Desarrollo Tecnológico; y oficio de asignación de Código GAS-CA-54211-1746-2013 de fecha 24 de octubre de 2013, emitido por la Coordinación de Almacenes. (Anexo 3)

Dictamen Técnico.-Mediante oficio GOS/50100/1412/2013 se solicitó Dictamen Técnico por parte de la Gerencia de Organización y Sistemas; otorgándose el mismo mediante oficio CGDF/DGGTIC/439/2013 de fecha 22 de noviembre de 2013 por parte de la Dirección General de Gobernabilidad de Tecnologías de la Información y Comunicaciones. (Anexo 4)

Autorización de Oficialía Mayor.- Con fecha 4 de noviembre de 2013, mediante oficio SGAF/50000/0930/2013, la Subdirección General de Administración y Finanzas, solicito a la Oficialía Mayor del Gobierno del Distrito Federal, dictamen de Viabilidad Técnica del proyecto en cuestión; La Oficialía Mayor del Gobierno

del Distrito Federal lo otorga con oficio OM/DGRMSG/2508/2013 de fecha 15 de noviembre de 2013. (Anexo 5)

Omisión del Grado de Integración Nacional.- Se solicitó mediante oficio D.R.M.S.G./54000/1298 de fecha 14 de octubre de 2013 por parte de la Dirección de Recursos Materiales y Servicios Generales dirigido a la Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito Federal, misma que dio su anuencia, mediante similar de fecha 17 de octubre de 2013 número CGRPE/DERE/DICT/0213/2013. (Anexo 6)

Estudio de Factibilidad Ambiental.- Se solicitó opinión técnica sobre la obligación de realizar un estudio de Factibilidad Ambiental, mediante oficio SDGM/1200/2013 dirigido a la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, manifestando ésta última la negativa de realización del Estudio de Factibilidad con similar número SEDEM/DGRA/004108/2013 de fecha 1 de noviembre de 2013. (Anexo 7)

Suficiencia Presupuestal.-Mediante oficio número G.P./52100/1420BIS/13 de fecha 11 de noviembre de 2013, la Gerencia de Presupuesto, dependiente de la Dirección de Finanzas del Sistema de Transporte Colectivo (STC), informa a la Subgerencia de Adquisiciones de STC, que la Secretaría de Finanzas del Distrito Federal da su anuencia para comprometer recursos de manera multianual por los ejercicios 2013-2015, por un monto de hasta 48,108, 506.99 Euros (CUARENTA Y OCHO MILLONES CIENTO OCHO MIL QUINIENTOS SEIS 99/100 Euros), para llevar a cabo la realización del “Proyecto de Modernización del Sistema de Radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita una integración de la Radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México e interoperabilidad con la tecnología LTE”. (Anexo 8)

**Acciones llevadas a cabo para la adquisición de los bienes y servicios materia de este Expediente Concentrador.-**

Con fundamento en los artículos 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 26, 27 inciso A), 28 primer párrafo, 30 fracción II inciso B), 33, 38, 43, 49 y demás aplicables de la Ley de Adquisiciones para el Distrito Federal y de su Reglamento y previo cumplimiento de los requisitos señalados por los preceptos invocados, se realizó el procedimiento de Licitación Pública No.

30102003-002/2013 para la adquisición de “Suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de radiocomunicación con tecnología digital TETRA”, derivándose la adjudicación del presente contrato administrativo a las empresas denominadas THALES COMMUNICATIONS & SECURITY, S.A.S., THALES MÉXICO, S.A. DE C.V. y SOCIEDAD IBERICA DE CONSTRUCCIONES ELECTRICAS, S.A., la cual fue comunicada mediante el fallo emitido en el acta circunstanciada de fecha 23 de diciembre de 2013 por ser estos quienes ofrecen las mejores condiciones en cuanto a precio, calidad, financiamiento y oportunidad, que permiten evitar costos adicionales al Servicio de Transporte Colectivo. (Anexo 9)

Concesión única para aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso público.-Mediante el acuerdo P/IFT/280115/20, el Instituto Federal de Telecomunicaciones resuelve a favor del Sistema de Transporte Colectivo el Título de Concesión Única para usar y aprovechar las bandas de frecuencia del espectro radioeléctrico para uso público. (Anexo 10)

## 7.2 Ejecución

La documentación soporte de las acciones implantadas para la ejecución del proyecto se enlistan a continuación:

Autorización del Consejo de Administración del STC del Proyecto TETRA.- se dio a través del acuerdo no. III-EXT-2013-II-11, para ejercer los recursos autorizados en el mismo de acuerdo a la disponibilidad y recursos autorizados por la Secretaría de Finanzas del Distrito Federal, destinados al proyecto de modernización del sistema de radiocomunicación del STC y estructuración de la plataforma tecnológica que permita la “integración de la radiocomunicación del Transporte Metropolitano de la Ciudad de México”, e interoperabilidad con la tecnología LTE, a erogarse de manera multianual 2013-2015, por la cantidad de hasta €40'145,423.52 (cuarenta millones ciento cuarenta y cinco mil cuatrocientos veintitrés euros 52/100) IVA incluido, de los cuales se ejercerán en el 2013 €12'019,942.44 (Doce millones diecinueve mil novecientos cuarenta y dos euros 44/100) IVA incluido y para los años 2014 y 2015 la cantidad de €14'062,740.54

(catorce millones sesenta y dos mil setecientos cuarenta euros 54/100), respectivamente, IVA incluido, pagaderos en moneda nacional al tipo de cambio de la fecha en que se realice la operación. (archivo HCA-acuerdos CDT II-2017 - 20jul17 pág. 6).(Anexo 11).

Contrato.- Con fecha 13 de diciembre de 2013, se firmó el contrato administrativo número STC-GACS-CCE-IMP-4093/2013 para la adquisición de “Suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de radiocomunicación con tecnología digital TETRA”, que celebran, por una parte el Sistema de Transporte Colectivo y las empresas Thales México, S.A. de C.V. y la Sociedad Ibérica de Construcciones Eléctricas, S.A., siendo Thales Communications & Security, S.A.S. la representante común y líder en la ejecución del contrato que ahora se menciona. (Anexo 11)

Convenios Modificatorios.-

01/2014 modificadorio del contrato administrativo número STC-GACS-CCE-IMP-4093/2013 para la adquisición de “Suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de radiocomunicación con tecnología digital TETRA”, firmándose dicho convenio con fecha del 9 de mayo de 2014 (incluye anexo técnico). (Anexo 12)

02/2014 modificadorio del contrato administrativo número STC-GACS-CCE-IMP-4093/2013 para la adquisición de “Suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de radiocomunicación con tecnología digital TETRA”, firmándose dicho convenio con fecha del 14 de noviembre de 2014 (incluye anexo técnico). (Anexo 13)

Actas de entrega-recepción de bienes y Dictámenes de igual número y fechas; así como Actas de Retiro (en número de 54, que van del 23 de junio de 2014 al 1 de julio de 2015), al amparo del contrato administrativo número STC-GACS-CCE-IMP-4093/2013 para la adquisición de “Suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de radiocomunicación con tecnología digital TETRA”.- (Anexo 14)

Primera entrega y dictamen de fecha 6 de junio de 2014

Segunda entrega y dictamen de fecha 2 de septiembre de 2014.

Tercera entrega y dictamen de fecha 19 de septiembre de 2014.  
 Cuarta entrega y dictamen de fecha 22 de septiembre de 2014.  
 Quinta entrega y dictamen de fecha 24 de septiembre de 2014.  
 Sexta entrega y dictamen de fecha 30 de septiembre de 2014.  
 Séptima entrega y dictamen de fecha 9 de octubre de 2014.  
 Octava entrega y dictamen de fecha 24 de octubre de 2014.  
 Novena entrega y dictamen de fecha 31 de octubre de 2014.  
 Décima entrega y dictamen de fecha 18 de noviembre de 2014.  
 Onceava entrega y dictamen de fecha 10 de diciembre de 2014.  
 Doceava entrega y dictamen de fecha 22 de enero de 2015.  
 Treceava entrega y dictamen de fecha 23 de enero de 2015.  
 Catorceava entrega y dictamen de fecha 27 de enero de 2015.  
 Quinceava entrega y dictamen de fecha 23 de febrero de 2015.  
 Decimosexta entrega y dictamen de fecha 27 de abril de 2015.  
 Décimo séptima entrega y dictamen de fecha 29 de mayo de 2015.  
 Actas de Levantamiento de Campo.- se redactaron 2883 minutas para evidenciar todas las acciones llevadas a cabo para la implantación del presente proyecto en cada una de las instalaciones de las Líneas del STC y otras áreas, mencionándose a continuación el número de éstas (Anexo 15):



Línea 1:  
 Antena torres externa.- 34 minutas





Línea 4:

Levantamiento de Infraestructura.- 16 minutas



Línea 5:

Levantamiento de Infraestructura.- 55 minutas



Línea 6:

Levantamiento de Infraestructura.-30 minutas



Línea 7:

Levantamiento en trenes para equipo embarcado.-4 minutas

Levantamiento TETRA.- 24 minutas

Levantamiento de Infraestructura.- 229 minutas



Línea 8:

Instalación de equipo TETRA en estaciones y locales técnicos.- 318 minutos

Pruebas en trenes PCCII.- 23 minutos



Línea 9:

Levantamiento de Infraestructura.- 26 minutos



Línea A:

Levantamiento en trenes para equipo embarcado.- 17 minutos

Levantamiento TETRA.- 5 minutos

Levantamiento de Infraestructura.- 41 minutos

Levantamiento en Estaciones:

Estudio de frecuencias con analizador de espectro.- 33 minutas.

Levantamiento para cubículos de Inspector Jefe de estación.- 179 minutas

Levantamiento en sitios con radio base fija.- 116 minutas

Levantamiento en estaciones y locales técnicos y validación de espacios para instalación de equipo TETRA.- 424 minutas

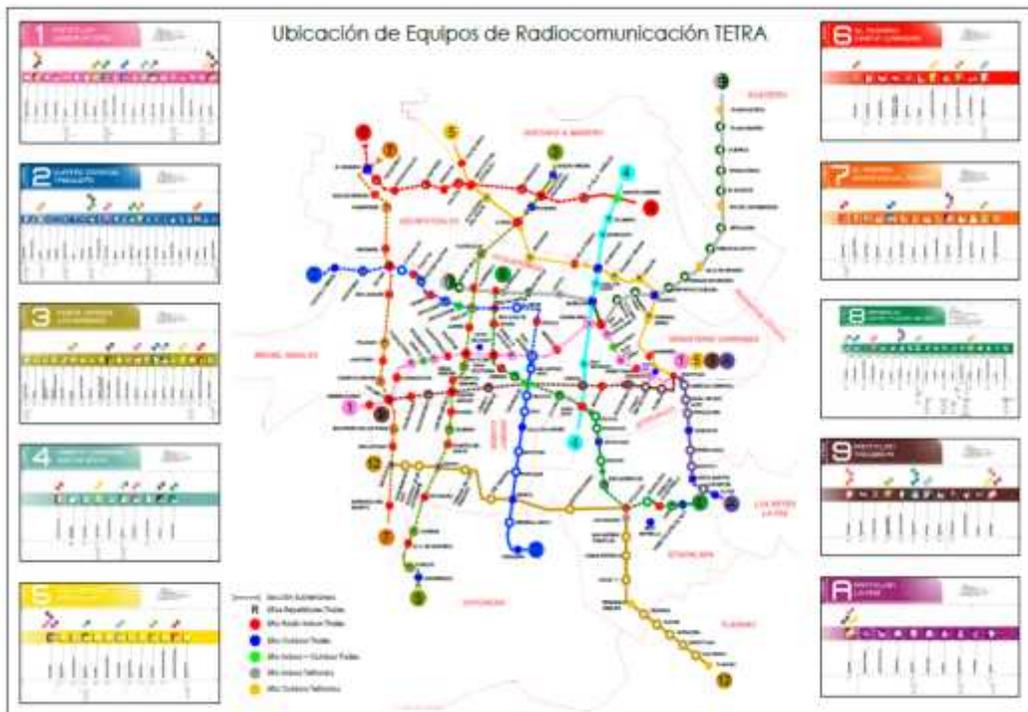
### 7.3 Supervisión

Avances detallados a diferentes fechas.\*

Auditorias y revisiones de diferentes órganos de control.\*

Aplicación de los Recursos.\*

\*Estos aspectos del proyecto se desarrollaran en el punto 8. Seguimiento y Control.





## **8. Seguimiento y Control.-**

### **8.1 Informes de avances**

Se llevó a cabo una labor continua de supervisión de obra, acorde al programa de trabajo elaborado por las diferentes áreas ejecutoras y el cronograma resultante de lo anterior. (Anexo 16).

### **8.2 Acciones correctivas o de mejora (Auditorías realizadas)**

Con el fin de evitar desviaciones en la aplicación de los recursos materiales, financieros y humanos, se llevaron a cabo revisiones y auditorías, proporcionando certeza en la realización del proyecto, siendo éstas las que a continuación se mencionan:

- J Auditoría ASCM/114/15.- La Auditoría Superior de la Ciudad de México practico esta revisión, determinando una recomendación, la ASCM-114-15-12-STC relativa al proyecto TETRA y notificada mediante oficio número ASCM/17/0810 de fecha 12 de junio de 2017, misma que fue atendida, según consta dicha situación mediante similar de referencia DIDT/597/2017 de fecha 16 de agosto de 2017.
- J Auditoría 08 H .- La Contraloría Interna en el STC, misma que es parte de la SCG, llevo a cabo la presente auditoría, notificada mediante oficio CG/CISTC/0875/2015 de fecha 1 de julio de 2015, de la que se determinaron dos observaciones, mismas que fueron totalmente solventadas por las áreas observadas, no reservándose por parte de la Contraloría Interna, ninguna acción posterior. (Anexo 17).

### 8.3 Aplicación de los Recursos

Respecto a este aspecto, se anexan copias de los registros contables especificados como “Registro mayor de los pagos”; así como copia del documento incluido en el anexo del 2º. Convenio modificadorio, denominado “Programa, hitos entregables y/o facturables”; cabe hacer mención que quedaron pendientes de pago nueve facturas a la empresas contratadas, por un total de 656.3 Euros, situación que persiste hasta la fecha del presente informe, por lo que la Gerencia de Ingeniería y Nuevos Proyectos, emitió el oficio número GINP/2017/2963 de fecha 29 de noviembre de 2017, dirigido a la Gerencia de Almacenes y Suministros a fin de solicitar opinión sobre la viabilidad de recepción de los entregables pendientes ; y los diversos número GINP/2017/3047 y GINP/2017/3048 de fecha 7 de diciembre de 2017, dirigidos a la Gerencia de Adquisiciones y Contratación de Servicios, solicitando su intervención, por una parte, para la aplicación de garantías al consorcio Thales-SICE; y por la otra, verificar si existe un procedimiento jurídico instaurado en contra del mencionado consorcio.(Anexo 18)



## 9. Resultados y beneficios alcanzados

### 9.1 Resultados

Al respecto, se presentan los siguientes cuadros, donde se ven los resultados obtenidos con la implantación del denominado sistema TETRA, en las diferentes áreas del STC Metro en el año 2016 y hasta el mes de abril del año 2017:

Cuadro de Radios (fijos, móviles y portátiles), Estaciones base y Conmutadores instalados por Línea y Despachadores encargados de su uso:

Área	Radio Base Fija	Radio Móvil	Radio Portátil	Estaciones Base (SBT)	Conmutador Central	Despachadores
Línea 1	20	35	3	10		1
Línea 2	24	35	3	6		1
Línea 3	21	35	3	6		1
Línea 4	10	35	3	8		1
Línea 5	13	20	3	8		1
Línea 6	11	35	3	8		1
Línea 7	14	20	3	4		1
Línea 8	19	35	3	8		1
Línea 9	12	30	3	6		1
Línea "A"	10	35	3	8		1
Línea "B"	21	0	3			1
PCC I y PCC II	25		14		2	1
Personal de Seguridad Institucional	25	10	3,436			
Personal Instalaciones Fijas	37	55	730			
Personal						

Material Rodante	10	4	132			
Personal de Transportación	5	4	625			
Personal Gerencia Jurídica	2	3	11			
Personal Dirección General	2	4	19			
<b>Subtotales</b>	<b>281</b>	<b>395</b>	<b>5000</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>12</b>

Cuadro de Radios embarcados por Línea y número de trenes:

ASIGNACIÓN *	No. DE TRENES	ÁREA OPERATIVA
98	49	LÍNEA 1
80	40	LÍNEA 2
96	48	LÍNEA 3
24	12	LÍNEA 4
50	25	LÍNEA 5
42	21	LÍNEA 6
56	28	LÍNEA 7
60	30	LÍNEA 8
58	29	LÍNEA 9
78	39	LÍNEA "A"

\*Dos aparatos por tren

El detalle que da cuenta de la instalación, por línea, de los siguientes bienes y materiales, se anexa en medio magnético (Anexo 19):

- **INFRAESTRUCTURA TETRA:** BTS, GPS, UPS, Torre con antena Omnidireccional, Tubería conduit de 2” de pared delgada, tubería PVC de 2”, licuatite de 2” de pared delgada, tubería conduit de 2” de pared gruesa, licuatite de 2” pared gruesa, tubería conduit de 1” pared delgada, un centro de carga QOD2 y dos pastillas de 10<sup>a</sup> y 15<sup>a</sup>, Fibra óptica mono modo dúplex, cable coaxial flexible de ½”, cable coaxial rígido de 7/8”, cable UTP, cable de alimentación, cable desnudo.
  
- **EQUIPO EMBARCADO TETRA:** Soportes de para los equipos ZSE, COCO, micrófono perilla, altavoz, antena, cable de alimentación, cableado del ZSE, COCO, micrófono, altavoz y antena. Instalación de equipo ZSE, COCO, antena, micrófono perilla, interruptor termomagnético y tablilla de conexiones, Soportes para los equipos ZSE, COCO, micrófono perilla, altavoz, antena, cable de alimentación, cableado del ZSE, COCO, micrófono, altavoz y antena. Instalación de equipo ZSE, COCO, antena, micrófono perilla, interruptor termomagnético y tablilla de conexiones.
  
- **EQUIPO RADIO FIJO TETRA:** Radio Base Fija, Micrófono, Fuente de Alimentación, UPS, Antena de montaje magnético, protector de sobre tensiones, charola de montaje, soporte para antena, cajas TMK, contacto sencillo y canaleta y Cable de alimentación. (Anexo 19)

## 9.2 Beneficios alcanzados (Anexo 20)

La modernización con una nueva red de comunicaciones, así como la ampliación del equipo utilizado en la infraestructura actual ha generado los siguientes beneficios al Organismo:

- ✓ Una elevada calidad de comunicación efectiva.

- ✓ Diversidad de los servicios con tecnología digital para una operación confidencial y segura.
- ✓ Provee mayor nivel de seguridad que los existentes sistemas de telefonía móvil, que en situaciones críticas se colapsan.
- ✓ Se incrementa notablemente la respuesta en la intervención de las diversas áreas operativas lo que coadyuva a brindar un mejor servicio.
- ✓ Dispone de capacidades extra para mantener las comunicaciones en excepcionales circunstancias (de tráfico de red y cobertura).
- ✓ Se asegura un nivel máximo de seguridad, a través de:
  - Autenticación, al prevenir accesos no autorizados al servicio.
  - Encriptación, al usar códigos de encriptación dinámicos para prevenir el intrusismo.
  - Llamadas Individuales, dando privacidad.
  - Llamadas de Emergencia con el mayor nivel de prioridad para todos los miembros del grupo de comunicación.
- ✓ Comunicación rápida y fácil entre los miembros del grupo.
- ✓ Configuración amplia de grupos de usuarios.
- ✓ Establecimiento de privilegios de llamadas y capacidades para los usuarios, administrado a través la consola de gestión.
- ✓ Interoperabilidad con otras redes de radiocomunicación TETRA a través de un grupo de comunicación.

### 9.3 Posibles riesgos detectados

El nuevo sistema de radio digital debe cumplir al cien por ciento con el protocolo de comunicación conocido como TETRA, del Instituto Europeo de Normalización de Telecomunicaciones (European Telecommunications Standards Institute - ETSI). Lo anterior se previó en la Propuesta Técnica de las empresas.

A la fecha se ha concluido con lo estipulado en el Contrato STC-GACS/CCE-IMP-4093/2013 relativo a la adquisición de “SUMINISTRO, INSTALACIÓN, Y PUESTA EN OPERACIÓN DE UN SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN CON TECNOLOGÍA DIGITAL TETRA”, de fecha 23 de diciembre de 2013 y sus convenios administrativos modificatorios 01/2014 y 02/2017, celebrados entre las empresas THALES COMMUNICATIONS & SECURITY, S.A.S., THALES MÉXICO, S.A DE C.V. Y SOCIEDAD IBÉRICA DE CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.A. y el Servicio de Transporte Colectivo; Sin embargo no se ha concluido con el registro de números de inventario de cada uno de los elementos que conforman el sistema en cuestión, situación que imposibilita el presupuestar el mantenimiento o crecimiento del sistema. (Anexo 21)





## 10. Informe final del área responsable del presente proyecto

Ante la antigüedad y obsolescencia de la Telefonía de Alta Frecuencia (THF), y posterior al seguimiento de diversas instancias normativas (Programa y cronograma de trabajo, requisición de compra, dictamen técnico, autorización de Oficialía Mayor, estudio de factibilidad ambiental y suficiencia presupuestal); se llevó a cabo la **Licitación Pública No. 30102003-002/2013** para la adquisición de **“Suministro, instalación y puesta en operación de un sistema de radiocomunicación con tecnología digital TETRA”**, derivándose la adjudicación del contrato administrativo a la empresa denominada THALES MÉXICO, S.A. DE C.V. por ser esta quien ofrece las mejores condiciones en cuanto a precio, calidad financiamiento y oportunidad, que permiten evitar costos adicionales al STC.

Con posterioridad, se firmó entre ambas partes, STC Metro y empresa Thales México, S. A. de C.V. y subsidiarias, el contrato respectivo, haciendo notar que se cumplieron por parte del STC Metro todas las implicaciones económicas, administrativas y legales que se pactaron en dicho contrato.

Al tiempo, se hizo necesaria la firma de dos convenios modificatorios a fin de hacer más operativa la funcionalidad legal del contrato original.

El desarrollo de lo estipulado en el contrato y convenios modificatorios, se llevó a cabo sin grandes contratiempos ni situaciones fuera de norma, en lo referente a los pagos por parte del STC Metro a la empresa contratada; ni en lo relativo a los entregables por parte de ésta última, es decir, Thales México, S.A. de C.V.

Lo anterior estuvo desarrollándose con normalidad desde la fecha de la firma del contrato, es decir, desde el 23 de diciembre de 2013, hasta el 30 de marzo de 2015.

Por otra parte, cabe mencionarse que durante el desarrollo del contrato, y ante la entrega extemporánea de algunos entregables, se aplicaron las penas

convencionales pactadas en el contrato y convenios modificatorios al proveedor Thales de México, S.A. de C.V. en cinco entregables.

Cabe hacer mención, que al presente proyecto se le practicaron 2 auditorías, una de la Contraloría Interna, y otra de la Auditoría Superior de la Ciudad de México, de las que se desprende lo siguiente:

De la auditoria de la Contraloría Interna, se hicieron dos observaciones, mismas que fueron totalmente atendidas y solventadas.

De la auditoría de la ASCM, se hizo una observación, misma que al momento del presente informa, se considera atendida.

Hoy en día el sistema de radio comunicación TETRA opera en las Líneas de la 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y “A” (*Línea B y 12 ya contaban con la Radiocomunicación TETRA de forma independiente*) facilitando la interacción entre las áreas operativas, mejorando la calidad en el servicio, sustentado en la infraestructura tecnológica del STC. Esta infraestructura está distribuida a lo largo de la red en estaciones, interestaciones, edificios y talleres (*instalaciones del Metro*) y la conforman **75** Radio Base, de los cuales 52 dan Cobertura en Interior y 23 Torres para Cobertura Exterior, Mientras que el equipamiento de radios está compuesto por **630** Radios Embarcadas para 315 trenes (una radio para cada cabina), **5 mil** Radios portátiles, **80** Radios Móviles en vehículos de emergencia y **12** Despachadores.

Lo cual permite tener una mayor cobertura e implementar bajo esa infraestructura un sistema de comunicaciones escalable, por lo cual la llegada de la Radiocomunicación TETRA al metro de la CDMX se proyectó como una solución para dar un servicio integral a diversas áreas operativas:

- ) Transportación.
- ) Material Rodante.
- ) Instalaciones Fijas.
- ) Seguridad Institucional.

Asimismo, es importante mencionar que, durante **2017**, se han efectuado **3,247,821 llamadas** que han permitido operar de manera eficiente las comunicaciones en las Líneas donde opera el sistema TETRA.

Al paso del tiempo las necesidades se han incrementado en las diversas áreas del metro y necesariamente, las comunicaciones tendrán que ser escalables conforme al crecimiento y criterios de modernización del transporte.

En cuanto al servicio de la red TETRA del STC, esta cubre las instalaciones del STC tanto en subterráneo como en superficie. La solución tiene una interconexión con la red TETRA de las Líneas 12 y B del STC del fabricante TELTRONIC.

El sistema TETRA es un sistema de misión crítica y está diseñado para funcionar todos los días del año, 24 horas al día.

En la parte subterránea, la red TETRA utilizara los cables radiantes presentes en los túneles gracias a una caja acopladora existente. Un sistema de antenas en cada estación está distribuido para la cobertura radio en el vestíbulo y pasillos de las estaciones.

En la parte exterior, las antenas TETRA de los sitios radio están instaladas sobre torres nuevas.

Todos los elementos de la red TETRA de STC están interconectados gracias a la Red de Comunicaciones Servicios (RCS), con protocolo IP de STC.

La red de STC está basada sobre el estándar TETRA definido por el Instituto Europeo de Estandarización de Telecomunicaciones (ETSI).

El sistema TETRA ofrece una solución probada distribuida totalmente basada en el estándar TETRA para interconectar usuarios PMR en una red.

Este sistema básicamente consiste en:

- ) Estaciones de base TETRA, controladores de estaciones bases y unidades de control BTS utilizados para garantizar la interfaz de radio entre estaciones móviles y equipos de redes centrales.
- ) Repetidores radio.
- ) Estaciones móviles que incluyen equipo para vehículos, terminales portátiles y terminales de escritorio de radio.

- ) Elementos de comando y sistemas de control utilizados para supervisar la red como:
- Servicio de despachador que permite a un solo operador controlar la actividad de parte o de toda una flotilla de radios móviles.
  - Servicio de geo-posicionamiento utilizado para localizar cada móvil (portátil o montado en vehículo) equipado con GPS.
  - Servicio de grabación de tráfico para grabar y reproducir las comunicaciones de voz que tienen lugar a través de la red TETRA por los usuarios individuales y de grupo.
  - Sistema de gestión de red TETRA cuyo objetivo es asegurar la operación, administración y las funciones de mantenimiento.
  - Gateway(s) remota(s) para telecomunicación externa y sistemas de cómputo: PABX, PSTN.



## 11. Relación de anexos:

No. de anexo	Contenido
Anexo 1	Programa de Trabajo.
Anexo 2	Presupuesto y calendario de gasto autorizado.
Anexo 3	Requisición de compra y aspectos técnicos.
Anexo 4	Dictamen Técnico.
Anexo 5	Autorización de Oficialía Mayor.
Anexo 6	Omisión del Grado de Integración Nacional.
Anexo 7	Estudio de Factibilidad Ambiental.
Anexo 8	Suficiencia Presupuestal.
Anexo 9	Acciones llevadas a cabo para la adquisición de los bienes y servicios materia de este Expediente Concentrador.
Anexo 10	Concesión única para aprovechar bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico para uso público.

Anexo 11	Contrato.
Anexo 12	Convenio modificadorio 01/2014.
Anexo 13	Convenio modificadorio 02/2014.
Anexo 14	Actas de entrega-recepción de bienes, Dictámenes y Actas de Retiro.
Anexo 15	Actas de Levantamiento de Campo.
Anexo 16	Avances detallados a diferentes fechas.
Anexo 17	Auditorias y revisiones de diferentes órganos de control.
Anexo 18	Documentación soporte de la aplicación de los recursos.
Anexo 19	Infraestructura, Equipo embarcado y equipo radio fijo TETRA.
Anexo 20	Beneficios alcanzados.
Anexo 21	Posibles riesgos detectados en TETRA.



## 12. Glosario de Términos

ACL	Una lista de control de acceso (del inglés, access control list) es un concepto de seguridad informática usado para fomentar la separación de privilegios. Es una forma de determinar los apropiados a un determinado objeto, dependiendo de ciertos aspectos del proceso que hace el pedido.
ARP	Protocolo de resolución de direcciones (del inglés Address Resolution Protocol) es un protocolo de comunicaciones de la capa de enlace, responsable de encontrar la dirección de hardware (Ethernet MAC) que corresponde a una determinada dirección IP.
BGP	Protocolo de puerta de enlace de frontera (del inglés Border Gateway Protocol). Este protocolo representa en el campo de las telecomunicaciones, una herramienta eficaz intersistemas; es un protocolo mediante el cual se intercambia información de encaminamiento entre sistemas autónomos.
Botón de PTT	Nombre técnico para denominar al botón de presión para hablar (del inglés Push to Talk Button) es el botón en ciertos aparatos de comunicación que debe presionarse para enviar la señal de voz.
BPDU	Configuración de llamada (del inglés Bridge Protocol Data Unit). Es un elemento que actúa contra los bucles, haciendo que cada switch que opera con este protocolo envíe un mensaje.
BSS	Estaciones Base (del inglés Base Standard System) TETRA. Son los lugares físicos donde se instala el sistema TETRA.
CCTV	Circuito Cerrado de Televisión (del inglés closed circuit television) es una tecnología de video vigilancia diseñada para supervisar una diversidad de ambientes y actividades.
CHADDR	Ruta de Datos Dinámica de la dirección del cliente (del inglés Client Hardware Address Dynamic Data Routing), es la lógica que se utiliza para determinar a qué servidor de base de datos (base de datos cliente/servidor) se enviará una recuperación de datos o una solicitud de modificación, cuando los datos se encuentran particionados entre diversos servidores.
CIDR	Enrutamiento entre Dominio sin Clase (del inglés Classless Inter-Domain Routing). Para evitar que los enrutadores de red se sobrecarguen

	<p>con rutas diversas, se utiliza una técnica llamada CIDR. Son prefijos de red con longitud variable. Con este método se consiguen unir varios prefijos grandes, que sean consecutivos, en uno más pequeño, reduciendo el número de entradas en las tablas de los routers.</p>
CORE	<p>Núcleo: Centro de la arquitectura por niveles que administra las operaciones más básicas del sistema operativo y el procesador de un equipo. El núcleo programa diferentes bloques de código de ejecución, llamados subprocesos, para el procesador de forma que se mantenga lo más ocupado posible y coordina varios procesadores para optimizar el rendimiento.</p> <p>Centro de la arquitectura por niveles que administra las operaciones más básicas del sistema operativo y el procesador de un equipo.</p>
CoS	Clase de Servicio (del inglés Class of Service).
CX	Extensión compatible (del inglés Compatible Extension).
DHCP	<p>Protocolo de Configuración Dinámica de Host (del inglés Dynamic Host Configuration Protocol). Protocolo de red, mediante el que un servidor provee a los equipos conectados en la misma red de los parámetros de configuración. Es un protocolo que se encarga de distribuir configuración de red a las computadoras conectadas a ella. Esta asignación se realiza de forma automática y dinámica, proporcionando valores como la IP, máscara de red, gateway (puerta de enlace) correspondiente y DNS a utilizar.</p>
DM	Mensaje Directo (del inglés Direct Message) es el que se envía de un usuario a otro, sin intermediario alguno.
DMZ	<p>Zona Acotada (del inglés Delimited Zone), También llamada red perimetral. Su único objetivo es hacer de intermediaria entre la LAN y la red de Internet, con el propósito de que no se acceda directamente desde la segunda a la primera. La DMZ está compuesta de servidores y equipamiento de red, nunca de estaciones de trabajo.</p>
DSCP	Servicios Diferenciados (del inglés Differentiated Services Code Point) por Código es un nuevo modelo en el cual el tráfico es procesado a través de sistemas intermedios con prioridades relativas en base al campo.
ETSI	Organismo Europeo Regulador de Estándares sobre Telecomunicaciones (del inglés European Telecommunications Std. Institute). El objetivo principal de ETSI es unificar los sistemas de comunicaciones móviles,

	utilizados por los profesionales de toda clase de ramos.
Fw	Corta fuegos. (en inglés firewall). Se trata de cualquier programa que protege a una red de otra red. El cortafuegos da acceso a una máquina de una red local a Internet, pero la red no ve más allá de éste. Controlan el tráfico de las redes al seleccionar la información que entra y sale de la red para garantizar que no ocurran accesos no autorizados. Asimismo, se ocupan de identificar convenientemente a los usuarios externos que se quieran conectar a la red.
Gbps	Gigabits por segundo (del inglés Gigabits per second).
GhG	Un gas de efecto invernadero (del inglés Greenhouse gas) es un gas que absorbe y emite radiación dentro del rango infrarrojo. Este proceso es la fundamental causa del efecto invernadero. Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno y el ozono.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (del inglés Global Positioning System). Permite determinar donde se encuentra situado un objeto determinado, ya sea persona, vehículo o nave, de manera muy precisa.
GSM	Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (del inglés Global System for Mobile Communications). Esta especificación de telefonía móvil digital buscaba consolidarse como el estándar europeo de telefonía celular, de forma que se pudiese utilizar un mismo teléfono en cualquier país del continente.
HEVC	Codificación de vídeo de alta eficiencia (del inglés High Efficiency Video Coding) es una norma que define un formato de compresión de video, sucesor de H.264/MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding, codificación avanzada de vídeo), desarrollado conjuntamente por la ISO/IEC Moving Picture Experts Group (MPEG) y ITU-TVideocoding Experts Group (VCEG) como ISO/IEC CD 23008-2 High Efficiency Video Coding. Asimismo puede ser utilizado para proporcionar mejor calidad de videos de bajo bitrate con la misma tasa de datos. Es compatible con la televisión en ultra alta definición y resoluciones hasta 8192x4320.
HTTPS	(Del inglés Hypertext Transfer Protocol) facilita la definición de la sintaxis y semántica que utilizan los distintos softwares web tanto clientes, como servidores y proxis - para interactuar entre sí.
IEEE	Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos de Estados Unidos

	(del inglés Institute of Electrical and Electronics Engineers). Asociación de profesionales norteamericanos que aportan criterios de estandarización de dispositivos eléctricos y electrónicos.
IGMP	Protocolo de Administración de Grupo de Internet (del inglés Internet Group Management Protocol). Es la responsable de la administración de los grupos IP multicast.
IP	El protocolo de Internet (del inglés Internet Protocol), es un protocolo enrutable responsable del direccionamiento IP y de la fragmentación y ensamblado de los paquetes de datos.
IS-IS	Sistema Intermedio a Sistema Intermedio (del inglés Intermediate System to Intermediate System), Si bien este es el protocolo para el encaminamiento en la red, se deben incorporar la capacidad de distribuir el estado de los enlaces, lo que es conocido como Dissemination of Links Status. Así mismo, este protocolo puede llegar a ser utilizado para la gestión de la tipología del estado del enlace (también conocida como Typology State Management).
LAN	Red de Área Local (del inglés Local Area Network) Es una red de comunicación de datos que está situada habitualmente en un mismo edificio (no tiene grandes dimensiones) y que posibilita que las máquinas conectadas transmitan información de unas a otras mediante alguno de los protocolos existentes. Una LAN puede definirse como un sistema de transporte de información, para transferir datos a gran velocidad entre un grupo de nodos que se compone de terminales de oficinas o sistemas industriales y periféricos, controladores de grupos o computadoras, a través de un medio común de interconexión dentro de los límites de un solo edificio de oficinas, un complejo de edificios o una universidad.
LR	Acceso Remoto (del inglés Local Remote) Un acceso remoto es poder acceder desde una computadora a un recurso ubicado físicamente en otra computadora que se encuentra geográficamente en otro lugar, a través de una red local o externa (como Internet).
LLDP	(del inglés Link Layer Discovery Protocol) LLDP es un Protocolo de Descubrimiento de Vecinos, alternativo a CDP que ha sido diseñado para dispositivos de redes como switches y routers.
LTE	Evolución a Largo Plazo (del inglés Long Term Evolution). Heredera natural de la tecnología UMTS, responden a un estándar de transmisión de cuarta generación (4G) que permite ofrecer servicios por encima de

	los 100 Mbps. LTE es un gran salto en cuanto a prestaciones, pasando de los teóricos 14 Mbps máximos a más de 100 Mbps. Además, da un salto cualitativo que es transparente para los usuarios, pero que permite que las redes móviles se integren más fácilmente con las redes de datos de Internet: utiliza conmutación de paquetes.
MAC	Control de Acceso al Medio (del inglés Media Access Control) Es un identificador numérico hexadecimal que identifica de forma única todas las tarjetas de red. MAC, supervisa las comunicaciones establecidas, los canales que utiliza cada una de ellas y resuelve conflictos entre peticiones de acceso al canal de retorno.
MDIX	(Del inglés Medium Dependent Interface crossover).Describe física y eléctricamente la interfaz de un puerto de switch o hub.
MGCP	Protocolo de Control de Pasarela de Medios (del inglés Media Gateway Control Protocol). Este estándar de la IETF (RFC 3435) fue concebido como un protocolo, para controlar el tráfico de VoIP mediante elementos externos. Intercambian señalización entre los denominados Agentes de Llamada o Call agents (MGC) y los MG.
MIB	La Base de Información para Gestión (del inglés Management Information Base). Es un tipo de base de datos que contiene información jerárquica, estructurada en forma de árbol, de todos los dispositivos gestionados en una red de comunicaciones.
MIMO	Entrada Múltiple Salida Múltiple (del inglés Multiple Input -Multiple Output). Los sistemas MIMO están conformados por múltiples entradas y múltiples salidas (como su nombre lo describe) y logran de este modo incrementar la tasa de transferencia y reducir el error en las transmisiones.
Mbps	Megabits por Segundo (del inglés Mega bits per second).
Mpps	Millon de Paquetes por Segundo (del inglés Million packets per second).
MPLS	Multiprotocolo de Conmutación de Etiquetas (del inglés MultiProtocol Label Switching) Es un mecanismo de transporte de datos. La tecnología MPLS ofrece una función de etiquetado para el tráfico IP que fluye en toda una red. Con éste, los administradores pueden controlar y dar forma al tráfico y permitir la QoS de extremo a extremo.
NTP	(del inglés Network Time Protocol) es un protocolo de Internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos a través del enrutamiento de paquetes en redes con latencia variable. NTP utiliza

	UDP como su capa de transporte, usando el puerto 123. Está diseñado para resistir los efectos de la latencia variable
OSPF	Primer Camino más Corto Abierto (del inglés Open Shortest Path First). Si bien este es el protocolo para el encaminamiento en la red, se deben incorporar la capacidad de distribuir el estado de los enlaces, lo que es conocido como Dissemination of Links Status. Así mismo este protocolo puede llegar a ser utilizado para la gestión de la tipología del estado del enlace (también conocida como Typology State Management).
PC	Computador, ordenador, computadora personal, equipo de cómputo (del inglés Personal Computer). Una PC es un artefacto electrónico cuya función principal se puede resumir en simplemente dos palabras: procesar información. La información se ingresa a la PC, ésta la procesa y nos presenta los resultados mediante los dispositivos.
PCCI PCCII	Puesto Central de Control I y II. Estos Puestos de Control son los cerebros del Sistema de Transporte Colectivo Metro, están dotados de instalaciones que centralizan los mandos y controles para el tráfico de los trenes y energización de las vías, así como las telecomunicaciones con todas sus instalaciones de respaldo.
PCL	Procesador de Comunicaciones (del inglés Programmable Logic Controller). Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómata programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.
PIM	(del inglés Protocol Independent Multicast) es un Protocolo de encaminamiento que crea una estructura de árbol de distribución entre los clientes multicast formando dominios.
POE	La alimentación a través de Ethernet (del inglés Power over Ethernet) es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar. Permite que la alimentación eléctrica se suministre a un dispositivo de red (switch, punto de acceso, router, teléfono o cámara IP, etc) usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red. Elimina la necesidad de utilizar tomas de corriente en las ubicaciones del dispositivo alimentado y permite una aplicación más sencilla de los sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) para

	garantizar un funcionamiento las 24 horas del día, 7 días a la semana.
PMR	(del inglés Personal Meeting Room) Es una sala de conferencias virtual que puede usar cuando necesite reunirse con personas en un lugar que sea fácil de recordar y encontrar. El enlace a su ubicación de reunión nunca cambia, por lo que sus colegas siempre saben dónde se llevan a cabo sus reuniones.
QoS	Calidad del Servicio (del inglés Quality of Service). Calidad de un servicio de transmisión en base a las tasas de transferencia y los errores durante la comunicación; Establece una referencia de cara a ofrecer una conexión fiable y rápida. Se define como esas herramientas y mecanismos que permiten controlar los recursos de la red, a fin de lograr un buen resultado en la entrega de paquetes de un punto al otro. Utilizando manejo de colas, manejo del tráfico y administración del ancho de banda se puede asegurar las necesidades de calidad para cada tipo de aplicación.
RADIUS y/o LDAP	Servicio de Usuario de Acceso Telefónico de Autenticación Remota (del inglés Remote Authentication Dial In User Service y/o Lightweight directory Access Protocol). Protocolo de autenticación de seguridad con clientes y servidores, muy utilizado por los ISP en servidores remotos de sistemas operativos que no son Windows.
RFC	(del inglés Request for Comments) son una serie de publicaciones del grupo de trabajo de ingeniería de internet que describen diversos aspectos del funcionamiento de Internet y otras redes de computadoras, como protocolos, procedimientos, etc. y comentarios e ideas sobre estos. Cada RFC constituye un monográfico o memorando que ingenieros o expertos en la materia han hecho llegar al IETF, el consorcio de colaboración técnica más importante en Internet, para que éste sea valorado por el resto de la comunidad. De hecho, la traducción literal de RFC al español es "Petición de comentarios.
RIP	Protocolo de Información de Enrutamiento (del inglés Routing Information Protocol). Es un protocolo de enrutamiento, que los enrutadores utilizan para intercambiar información de enrutamiento en una red IP.
RMON	Supervisión remota (del inglés Remote Monitoring). (RMON) es una especificación estándar que facilita el monitoreo de las actividades operativas de la red mediante el uso de dispositivos remotos conocidos

	como monitores o sondas. Asiste a los administradores de red (NA) con un control y gestión eficiente de la infraestructura de red.
RMS	Red de Multiservicios. Es un dispositivo que permite integrar los servicios de telefonía y de banda ancha en un solo aparato. A través de él pasan la voz y los datos en un solo flujo de paquetes IP. El hecho de tener una red de comunicaciones basada toda en IP, hace que esta sea más simple que una red tradicional.
RTP	Red de Transporte de Pasajeros
SCCP	Protocolo de Control de Llamadas (del inglés Skinny Call Control Protocol). Propiedad de Cisco Systems que comunica los dispositivos para telefonía IP con el Cisco CallManager.
SD	Seguridad Digital (del inglés Secure Digital). Es un tipo de tarjeta de almacenamiento. Una de sus presuntas virtudes es la que le da el nombre: o sea, su posibilidad de proteger contenidos con copyright para evitar que sean copiados. También existen las MiniSD, que suelen usarse en los teléfonos celulares.
SDM	(del inglés Security Device Manager). Es una herramienta de mantenimiento basada en una interfaz web desarrollada por Cisco. No es simplemente una interfaz web. Es una herramienta java accesible a través del navegador mediante la cual vamos a poder remplazar el CLI (línea de comandos) de cisco por una interfaz gráfica mediante HTTP más amigable y sencilla.
SDS	Servicio de Datos Cortos (del inglés Short Data Service). Servicio muy similar a los mensajes cortos que se utiliza en los móviles.
SFP	transceptor de factor pequeño conectable (del inglés Small Form-factor Pluggable transceiver). también en inglés, SFP transceptor y de forma abreviada conocido como SFP, es un transceptor compacto y conectable en caliente utilizado para las aplicaciones de comunicaciones de datos y telecomunicaciones. Están diseñados para soportar Sonet, canal de Fibra, Gigabit Ethernet y otros estándares de comunicaciones.
SIP	Protocolo de Inicio de Sesión (del inglés Session Initiation Protocol). Es un protocolo de señalización perteneciente a IETF. Basado en la arquitectura cliente/servidor, primero se accederá a un servidor que encontrará el destino, para posteriormente establecer la comunicación. Su función no es otra que codificar la voz transfiriéndola del dominio analógico al digital, para posteriormente generar paquetes IP estándar.

	Éstos se envían junto a los de datos ocupando el ancho de banda disponible. La característica principal de SIP es la gran cantidad de similitudes que tiene con protocolos de aplicación corriente en Internet, lo cual hace más fácil su integración.
SNMP	Protocolo Simple de Administración de Red (del inglés Simple Network Management Protocol). Es utilizado entre la consola de administración de red y los dispositivos de la red (enrutadores, puentes y concentradores inteligentes) para coleccionar e intercambiar información.
SNTP	Protocolo Simple de Tiempo de Red (del inglés Simple Network Time Protocol), este tipo de protocolo utilizado para sincronizar diversos relojes a través de Internet. SNTP permite a los equipos clientes sincronizar su reloj con un servidor de tiempo a través de Internet.
SR	Requerimientos Sencillos (del inglés Soft Requirments). Requisitos para la instalación de Unity de mensajería unificada en un servidor existente.
SSH	Intérprete de Órdenes Segura (del inglés Secure SHell). Protocolo destinado a acceder de forma segura, mediante técnicas de cifrado, a máquinas remotas a través de una red.
STP	(del inglés Spanning Tree Protocol) es un protocolo de capa 2 que se ejecuta en bridges y switches. La especificación para STP es IEEE 802.1D. El propósito principal de STP es garantizar que usted no cree loops cuando tenga trayectorias redundantes en su red. Los loops son fatales para una red.
SwMi	Infraestructura de conmutación y administración (del inglés Switching and Management Infrastructure). En un sistema TETRA , el SwMI incluye las estaciones base, los interruptores y los controladores. Un móvil TETRA se registra y se comunica con el SwMI.
TACACS	Sistema de Control de Acceso mediante control del acceso desde terminales (del inglés Terminal Access Controller Access Control System). Este representa un protocolo de autenticación remota, cuyo propietario es la empresa Cisco, mismo que se utiliza para comunicarse con un servidor de autenticación comúnmente usado en redes Unix. TACACS permite a un servidor de acceso remoto comunicarse con un servidor de autenticación para determinar si el usuario tiene acceso a la red.
TCP/UDP	(del inglés Transport Control Protocol/User Datagram Protocol). Los

	<p>protocolos TCP y UDP son un software desarrollado por Oracle que permite el acceso de datos remoto entre programas y la base de datos de Oracle. Enrutamiento y Acceso Remoto para VPN con L2TP. Enrutamiento y Acceso Remoto para VPN con PPTP.</p>
TE	Transportes Eléctricos.
TETRA	<p>Radio Troncal Terrestre (del inglés Terrestrial Trunked Radio). Esta tecnología, es un sistema digital de comunicaciones móviles para grupos de usuarios y empresas que ofrece ventajas como la interconexión entre sí de varios destinatarios con gran calidad de recepción en modo voz, tarifa plana, la ejecución instantánea de las llamadas y localizador o posibilidad de enviar mensajes a uno o varios usuarios en la red, entre otros.</p> <p>Además, es capaz de transmitir datos con gran calidad de transmisión tanto de voz como de datos e imágenes. El sistema utiliza terminales móviles, similares en tamaño a los teléfonos móviles o terminales para vehículo.</p>
TCO	<p>Coste Total de Propiedad (del inglés Total Cost of Ownership). TCO suele diferenciar al software libre del propietario</p>
TCU+HSS	<p>Unidad de Control de Transmisión y de Suscriptor de Servidor (del inglés Transmission Control Unit + Home Subscriber Server). Es la evolución del elemento HLR utilizando en las redes 4G o LTE. Al igual que el HLR almacena los datos estáticos de los usuarios así como los servicios que tienen activados. Actualmente los operadores tienen separados los HLR y los HSS por lo que es necesario dar de alta a un usuario en los dos sitios. La evolución de estos dos elementos será en el futuro una única base de datos con la información de todos los abonados con una capa sobre ella que ofrezca tanto un interfaz HLR como un interfaz.</p>
UPS	<p>Unidad de Alimentación Ininterrumpida (del inglés Uninterruptible Power Supply). También conocida como SAI, es un servicio que sirve para proteger nuestros datos en el caso de que se vaya la luz, así como para evitar que nos preocupemos cuando no habíamos salvado ese documento en el que llevábamos trabajando unas cuantas horas</p>
USB	<p>Bus Serie Universal (del inglés Universal Serial Bus). El USB es un bus externo compatible con instalaciones Plug and Play. Empresas de la talla de Compaq, Digital (propiedad de la anterior), IBM, Intel, Microsoft o NEC se unieron para crear una interfaz que permitiera conectar aparatos</p>

	a cualquier ordenador de la manera más sencilla posible.
VLAN	Red de Área Local Virtual (del inglés Virtual Local Area Network). Agrupación lógica de hosts en una o varias LAN que permite la comunicación entre hosts como si estuvieran en la misma LAN física
VRF	(del inglés Virtual Routing and Forwarding). El Enrutamiento Virtual y Reenvío es una tecnología incluida en routers de red IP (Internet Protocol) que permite a varias instancias de una tabla de enrutamiento existir en un router y trabajar al simultáneamente. Esto aumenta la funcionalidad al permitir que las rutas de red sean segmentadas sin usar varios dispositivos
VRRP	(Del inglés Virtual Router Redundancy Protocol). El Protocolo de redundancia de enrutador virtual elimina el único punto de falla inherente en el entorno enrutado predeterminado estático. VRRP especifica un protocolo de elección que asigna dinámicamente la responsabilidad de un enrutador virtual (un clúster de Concentrador de la Serie VPN 3000) a uno de los Concentradores de VPN en una LAN.
VT	Video Terminal. Dispositivo de representación visual formado por un tubo de rayos catódicos y un teclado asociado
WEB	Red. Dentro de Internet, es el espacio en el que una empresa, asociación, institución, colectivo o particular expone información multimedia con carácter comercial, divulgativo o cultural. También puede ser sinónimo de página electrónica o web site (sitio web). Cuando se cita en femenino nos referimos por extensión a la World Wide Web