



**SISTEMA  
DE TRANSPORTE  
COLECTIVO**

CONTRATO DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE LARGO PLAZO (PPS) PARA PONER A DISPOSICIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO UN LOTE DE 30 TRENES NUEVOS DE RODADURA FÉRREA QUE CIRCULARÁN EN LA LÍNEA 12 DEL METRO DE LA CIUDAD DE MÉXICO

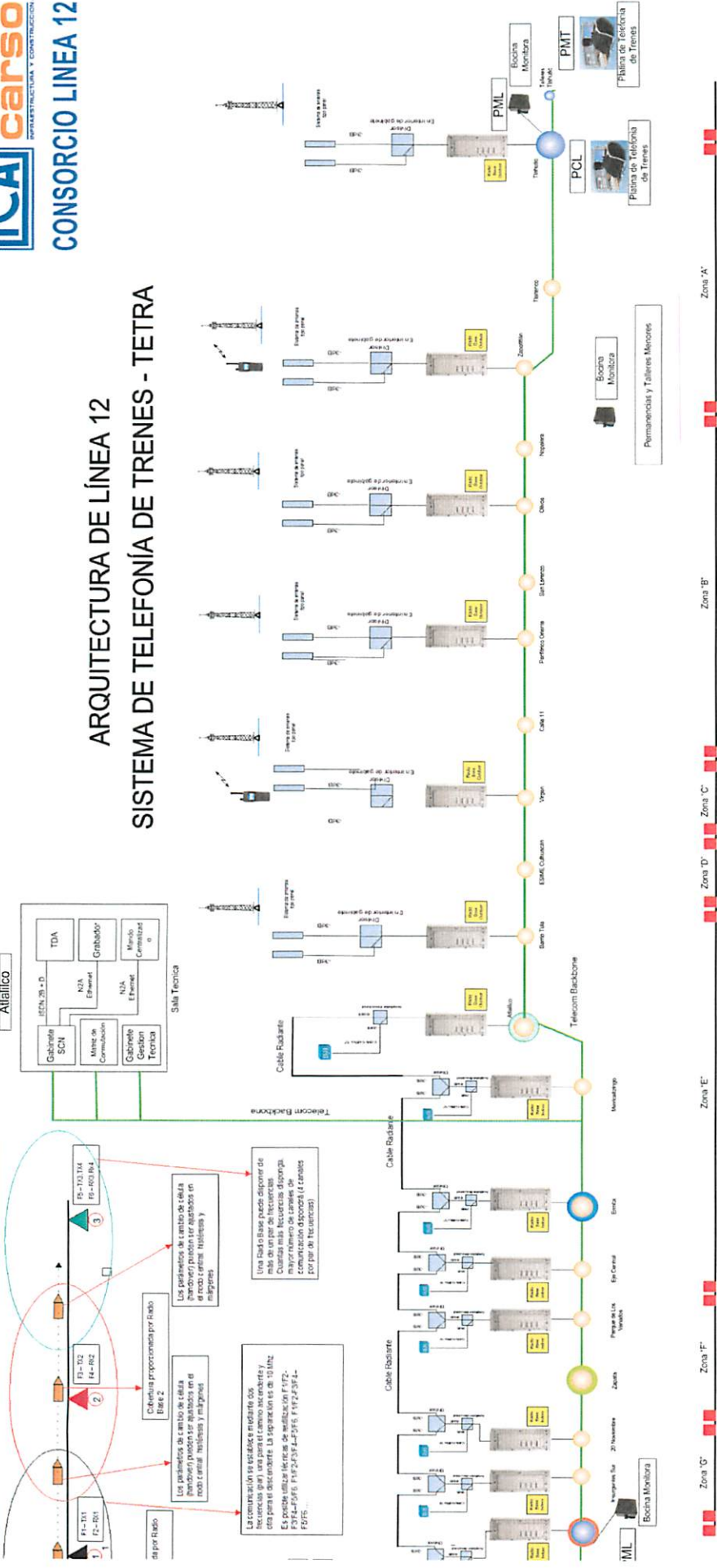
**ANEXO 1  
APÉNDICE "D"**

**TELEFONÍA DE TRENES**

Handwritten signatures in blue and black ink, including a large signature in the top right and several smaller ones below.

**ARQUITECTURA DE LÍNEA 12**  
**SISTEMA DE TELEFONÍA DE TRENES - TETRA**

**Zonas de Cobertura del sistema TETRA**



**Grupos de Comunicaciones y balizas**



Si el factor de balizas se cae, el tren no corre la zona en la que está.

El tren está dentro del grupo de comunicación 2.

El tren está dentro del grupo de comunicación 1.

El tren está dentro del grupo de comunicación 3.

El tren está dentro del grupo de comunicación 4.

El tren está dentro del grupo de comunicación 5.

El tren está dentro del grupo de comunicación 6.

El tren está dentro del grupo de comunicación 7.

El tren está dentro del grupo de comunicación 8.

El tren está dentro del grupo de comunicación 9.

El tren está dentro del grupo de comunicación 10.

*Handwritten signature and initials 'ace'.*



# DIRECCIÓN GENERAL DEL PROYECTO METRO

## DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS

**CONTRATO NO: 8.07.C0 01.T.2.022**

PROYECTO INTEGRAL A PRECIO ALZADO Y TIEMPO DETERMINADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA 12 TLÁHUAC – MIXCOAC DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO COMPRENDIENDO LOS ESTUDIOS Y ANÁLISIS NECESARIOS, ANTEPROYECTOS, PROYECTOS EJECUTIVOS, CONSTRUCCIÓN, INSTALACIONES FIJAS; PRUEBAS; MARCHA EN VACÍO Y PUESTA EN SERVICIO; CAPACITACIÓN Y REQUERIMIENTOS DEL ORGANISMO OPERADOR, TENIENDO COMO TERMINACIÓN FINAL EN LAS ZONAS DE INTERTRAMOS Y ESTACIONES SUBTERRÁNEAS HASTA EL NIVEL DE CAJÓN IMPERMEABILIZADO.

*Handwritten signature in blue ink.*

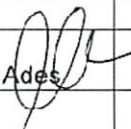
	TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes		
	No DGPM-08-IEE TC-612000-II-011-0056-D	MOD. 1	
DIRECTOR GENERAL DGPM <b>Ing. Enrique Horcasitas Manjarrez</b>			
DIRECCIÓN DE DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTROMECÁNICAS  ING. SOTERO DIAZ SILVA	SUBDIRECCIÓN DE INGENIERÍA, TELECOMUNICACIONES Y PEAJE  ING. FERMÍN SALAZAR HERNÁNDEZ	JEFE DE UNIDAD DEPARTAMENTAL DE TELECOMUNICACIONES Y PEAJE  ING. EDUARDO GALLEGOS IBARRA	FECHA  05/12/2008
DIRECTOR DE LA EMPRESA  LAURENT CHASTENET	APROBÓ ING REGIS MASSICOT REVISÓ LEONEL CARRASCO	ELABORÓ Ralph Ades  No STC10-4.2-D200-TIS-XXX-00002-B	HOJA  1/22

*Handwritten signature in green ink.*

*Handwritten signature in blue ink.*



Ficha de Seguimiento de las Modificaciones

N° Mod	Descripción de la Modificación	Fecha	Firma Empresa	Firma DGPM
1	Comentarios DGPM	03/12/2008	Ralph Ades 	
0	Creación de documento	14/11/2008	Ralph Ades	



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

No DGPM-08-IEE.TC-312000-II-011-0056-D

MOD 1



HOJA 2 de 22

*(Handwritten signatures and marks in blue ink)*

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCION .....	6
2	OBJETIVO .....	6
3	NOMENCLATURA .....	6
4	DESCRIPCION GENERAL .....	6
4.1	EQUIPOS TETRA: FORTALEZAS .....	6
4.2	INFRAESTRUCTURA TETRA NEBULA .....	7
4.3	TERMINALES TETRA .....	8
4.3.1	Terminal DT-410 / MDT-400 .....	8
4.3.2	Terminal portátil HTT-500 .....	8
5	PUNTO DE PARTIDA .....	9
6	PROPUESTA TÉCNICA .....	9
6.1	INFRAESTRUCTURA DE RED PROPUESTA .....	9
6.2	TERMINALES TETRA .....	13
6.2.1	TERMINALES MÓVILES para los TRENES .....	13
6.2.2	EQUIPO FIJO DT-410 .....	16
6.2.3	EQUIPO PORTÁTIL HTT-500 .....	17
6.3	SISTEMA DE GESTIÓN TÁCTICA Y OPERATIVA .....	18
7	SERVICIOS DE INGENIERÍA .....	20
7.1	REPLANTEO .....	20
7.2	DOCUMENTACIÓN ESTÁNDAR DE PROYECTO .....	21
7.3	ANEXOS DE ESTA MEMORIA TÉCNICA .....	22



TITULO:  
Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 3 de 22

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Red de Enlaces.....	11
Figura 2: Equipo Móvil.....	14
Figura 3: Equipo Fijo.....	16
Figura 4: Equipo Portátil.....	17
Figura 5: Arquitectura del sistema.....	18



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

No DGPM-08-IEE.TC-S12000-II-011-C056-D

MOD.1



HOJA 4 de 22

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Repuestos .....	12
Tabla 2: Cantidad de Terminales .....	13



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-312000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 5 de 22



# SISTEMA DE COMUNICACIONES TETRA PARA METRO MEXICO LINEA 12

## 1 INTRODUCCION

El alcance de la propuesta cubre las necesidades expresadas por METRO DE MÉXICO DF de cara a implantar un nuevo Sistema de Radiocomunicaciones TREN-TIERRA (SISTEMA DE TELEFONÍA DE TRENES), con tecnología TETRA, en la LÍNEA 12.

## 2 OBJETIVO

El presente documento describe el equipo a instalar en el Puesto de Control de Línea (en adelante PCL) de la Línea 12 para realizar la gestión de comunicaciones de voz y datos de los equipos embarcados en los trenes de la Línea 12 de Metro de México D.F. Por lo cual se realiza una descripción de detalle física y funcional del sistema.

## 3 NOMENCLATURA

- BSR: Repetidor de Estación de Base.
- BSYNC: Tarjeta de Sincronismo ubicada en el Rack BSR (No usada).
- CNC: Controlador de Nodo Central
- LSC: Conmutador Local y Control (Local Switching and Control).
- MAM: Módulo de Mantenimiento.
- MNI: Interfaz Multi Nodo. Tarjeta base para todas las placas de Networking de NEBULA.
- NMS: Sistema de Gerencia de Red (Network Management System).
- SBS: Estación base de lugar (Site Base Station).
- SCN: Nodo de Control de Sistema.
- SNI: Interfaz Nodo-Lugar (Site-Node Interface)

## 4 DESCRIPCION GENERAL

El sistema de comunicaciones Radio Digital TETRA (Terrestrial Trunked Radio) aporta mayor privacidad y confidencialidad, más calidad de audio, mejora la velocidad de transmisión de datos, además de la capacidad de acceso a otras redes como Internet, red telefónica fija o móvil.

El uso de las radiocomunicaciones basadas en el estándar TETRA se orienta sobre todo hacia usuarios profesionales y corporativos que necesitan un alto grado de especialización y fiabilidad en sus comunicaciones, además de un sistema con capacidades de transmisión de datos muy superiores a las ofrecidas por los sistemas de radio convencional.

### 4.1 EQUIPOS TETRA: FORTALEZAS

NEBULA es una infraestructura digital de comunicaciones para redes PMR ("Private Mobile Radio") y PAMR ("Public Access Mobile Radio") basada en el estándar abierto multifabricante TETRA, desarrollado bajo las especificaciones y recomendaciones del ETSI.

La Infraestructura TETRA NEBULA de el Proveedor es el único sistema TETRA desarrollado sobre tecnología Ethernet / IP.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 6 de 22



Las principales fortalezas de cada uno de los equipos incluidos en la oferta y en el portfolio TETRA se detallan a continuación.

#### 4.2 INFRAESTRUCTURA TETRA NEBULA

En este apartado se destacan aquellos elementos que son considerados como principales fortalezas del sistema NÉBULA.

La infraestructura TETRA NÉBULA es una infraestructura TETRA de 2º generación, debido a la numerosa serie de conceptos innovadores contemplados en su diseño

Los 3 principales conceptos introducidos desde el inicio son:

- 100% estructura interna sobre tecnología Ethernet/IP, con una matriz de conmutación software distribuida por paquetes.

Las principales ventajas que se obtienen con este tipo de diseño son:

- Matriz de conmutación software distribuida por paquetes. En NÉBULA no se requiere de un hardware centralizado de conmutación como en otros sistemas. La conmutación se realiza de una forma distribuida entre los elementos del sistema, lo que permite una fácil escalabilidad, y un alto nivel de redundancia. No se tiene limitación en cuanto al nº de elementos a conmutar simultáneamente por lo que existe total flexibilidad para realizar las interconexiones en el SBSs o el SCN, al solo depender de una dirección IP. Cualquier actualización futura de la matriz de conmutaciones se realiza solamente mediante software, de forma remota.
- Disponibilidad de los servicios estándar sobre IP para mantenimiento. Se dispone de herramientas FTP, TELNET y HTTP para mantenimiento (facilidad de teledescarga, actualización y monitorización remotas).
- **Múltiples alternativas para enlaces** síncronos y asíncronos entre SBS y SCN (Radioenlace, E1, ethernet, RDSI).
- **Mayor capacidad del sistema.** Hasta 1000 portadoras por nodo (hasta 4 llamadas simultáneas por portadora), y hasta 32 portadoras por estación base.

Adicionalmente se han introducido otras 4 principales fortalezas:

- **No necesita** ninguna señal de sincronismo externo, ni GPS para sincronizarse, bastando una tarjeta de sincronismo interno en cada zona para permitir el handover de las llamadas. La eliminación de la necesidad del GPS proporciona instalación y mantenimiento más sencillo así como una mejora de la fiabilidad, al reducir el número de elementos críticos susceptibles de fallo.
- **Ofrece tanto datos modo paquete como datos modo circuito**, permitiendo que las aplicaciones seleccionen uno u otro, y por tanto obteniendo una mayor eficiencia.
- **LSC (Controlador de zona local) muy potente**, que permite tanto llamadas de voz, como de datos, en caso de corte de las comunicaciones de la zona con el nodo central.
- **Conectividad del sistema con aplicaciones externas** mediante el protocolo N2A (NEBULA IP Interface Access). Aplicadores externos pueden desarrollar sobre dicho protocolo aplicaciones que gestionen la red.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

Nº DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 7 de 22

Handwritten signatures and stamps, including ICA, ALSTOM, and CICSA logos.

### 4.3 TERMINALES TETRA

Los terminales TETRA son terminales de última generación que cuentan con las más avanzadas características funcionales del mercado, siendo algunas de sus fortalezas principales las siguientes:

#### 4.3.1 Terminal DT-410 / MDT-400

Las principales ventajas son las siguientes:

- Es un terminal potente que cuenta con 10 w de potencia RF programable desde 15 dBm hasta 10W (40 dBm) en pasos de 5 dB.
- Proporciona una mayor cobertura, punto clave en situaciones de emergencia y seguridad.
- Esta disponible en todas las bandas frecuenciales del mercado , 380-400 Mhz, 410-430 MHz, 450-470 MHz, 806-870 MHz y 350-370 MHz
- Calidad de audio mejorada de acuerdo a la recomendación PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality, ITU-T recommendation P.862).
- Es un terminal versátil con amplia variedad de opciones:
  - Opción E/S programables
  - Opción GSM interno
  - Opción GPS interno
  - Cifrado interfaz aire (SCK, DCK, TEA1, TEA2, TEA3)
  - E2EE (Cifrado extremo a extremo)
  - Un interfaz PEI mejorado permite desarrollar toda clase de aplicaciones como información GPS, consulta de bases de datos, transmisión de ficheros o telemetría.
  - Soluciones especiales para trenes, metros, autobuses (SAEs),... Tipos diferentes de racks mecánicos, configuraciones de audio, perfiles PEI,... hacen que requerimientos complejos estén disponibles de manera estándar.
- Es un terminal amigable con MMI (interface hombre – máquina) fácil de usar disponible en una gran variedad de idiomas. Dispone de un display de alta calidad y de modo automático positivo/negativo, adecuado para toda clase de condiciones de iluminación.
- Admite configuraciones diferentes para cada situación adaptándose a las necesidades:
  - Unidad de sobremesa DT-410.
  - Unidad de control remoto para motos.
  - Configuraciones especiales para metro, trenes, autobuses,...
  - Un MDT-400 estándar puede operar sin frente de control como Módem de datos.

#### 4.3.2 Terminal portátil HTT-500

- Es un terminal potente que cuenta con 3 w puede ajustarse desde 15mW hasta 3W. Su alta potencia de 3W le permite operar como un móvil mediante un kit de coche.
- Se consigue un grado de cobertura es significativamente mayor que el que se consigue con los terminales que típicamente ofrecen 1W de potencia.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

No DGPM-08-IEE TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 8 de 22





- Aun usando una configuración de baja potencia, las llamadas de emergencia pueden funcionar a 3W.
- Dispone de 1W de potencia de audio de salida lo que le confiere mayor volumen y mejor calidad de audio, lo que hace apto a este terminal para su uso en ambientes ruidosos, como en regiones de Talleres.
- Batería de alta capacidad de serie, 1800 mAh (Tecnología Litio Polímero). Confiere al equipo una autonomía de 18 horas (1W).
- Dispone de gran diversidad de opciones y funcionalidades:
  - GPS interno como opción de última generación, tecnología avanzada y muy sensible. Envío de información de posición bien periódicamente, bien bajo petición.
  - Opción encriptación E2EE interna.
  - Opción de conexión Bluetooth® interna.
  - Funcionalidad "Hombre Muerto"
- El HTT-500 es un terminal amigable con MMI fácil de usar disponible en una gran variedad de idiomas
- Pantalla de color de alta calidad (TFT a color 1,8" (128 x 160 pixels & 65.000 colores)).

A todas estas fortalezas de los productos del Proveedor hay que unir la gran capacidad con que cuenta el Proveedor para adaptarse a requisitos puntuales con el fin de satisfacer las expectativas de nuestros clientes.

## 5 PUNTO DE PARTIDA

El alcance de la propuesta cubre las necesidades expresadas por METRO DE MÉXICO DF de cara a implantar un nuevo Sistema de Radiocomunicaciones TREN-TIERRA (SISTEMA DE TELEFONÍA DE TRENES), con tecnología TETRA, en la LÍNEA 12.

## 6 PROPUESTA TÉCNICA

### 6.1 INFRAESTRUCTURA DE RED PROPUESTA

El número de estaciones base presentadas en este documento es preliminar, y están basadas en un estimado basado en líneas de metro similares previamente instaladas. Para poder garantizar la cobertura requerida en el proyecto, se realizará un análisis de cobertura detallado que podría resultar en modificaciones menores en el número y/o posición de las estaciones de radio base

La alternativa presentada a seguir esta en línea con la oferta técnica de Alstom.

Esta opción resulta en la opción más idónea y la que se ha puesto en marcha en otros proyectos de Metro similares a éste. En esta alternativa, además de los Talleres TLAHUAC, todo el tramo superficial de la Línea 12 sería cubierto por medio de antenas. Esta propuesta esta en línea con la oferta técnica de Alstom.

Con esta arquitectura la Red contaría con 15 Estaciones Base TETRA para permitir la comunicación del operador de la línea con los conductores de los trenes en cualquier punto a lo largo de la Línea 12. Además, el sistema permitirá comunicar al Puesto de Maniobras Local, equipos portátiles, áreas de



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD 1



HOJA 9 de 22





apoyo a la operación como mantenimiento y supervisión de la operación, así como el Puesto de Maniobras de los Talleres con los trenes.

Además, el diseño realizado, en lo que se refiere al tramo subterráneo de la línea, ofrece redundancia de cobertura; es decir, cuando una estación base TETRA cae, las estaciones base adyacentes se encargan de proporcionar la cobertura que antes proporcionaba la estación base caída. La cobertura redundante a lo largo de la línea se garantiza por medio de cable radiante y antenas y por medio de un sistema de repetidores localizados en la sección Ermita-Mexicaltzingo. Dentro del Anexo 7 de esta Memoria Técnica, se presenta un esquema con la ubicación de las 15 SBS sobre el trazado de la Línea 12.

La Infraestructura TETRA NEBULA propuesta para el Proyecto de la LÍNEA 12 del METRO de MÉXICO DF consta de los siguientes elementos principales:

- Un (1) Nodo Central (SCN) en el que reside el controlador de la infraestructura de comunicaciones. En dicho controlador residen las bases de datos principales del sistema y se realiza el control del resto de los elementos del mismo. El controlador de este nodo central está redundado. Dentro del Anexo 7, se presenta un esquema denominado "Bastidor 42U SCN", en el que se muestra el equipamiento que compone el Nodo Central del Sistema TETRA. La ubicación del SCN será dentro de una sala técnica en el PCL. Es importante remarcar en este punto que el sistema de grabación duplicado que aparece dentro del bastidor del SCN es posible trasladarlo a una sala diferente, dedicada a mantener la seguridad de los sistemas de grabación. Dicho sistema de grabación deberá conectarse con el bastidor del SCN a través de Ethernet.
- Estaciones Base (SBS) que proporcionan la cobertura radioeléctrica necesaria, según lo expuesto en el primer párrafo de este apartado. Los equipos de radiofrecuencia, elementos y accesorios auxiliares, se ubicarán en las infraestructuras preparadas a tal efecto. Dentro del Anexo 7, se presentan dos esquemas denominados "Bastidor 42U SBS Tipo 1" y "Bastidor 42U SBS Tipo 2", en los que se muestra el equipamiento que compone las Estaciones Base del Sistema TETRA. Las SBS Tipo 1 son las que utilizan cable radiante como sistema radiante. Las SBS Tipo 2 son las que utilizan antenas como sistema radiante. También dentro del Anexo 7 de esta Memoria Técnica, se presentan los esquemas correspondientes a los Sistemas de RF y Sistemas Radiantes para los dos tipos de SBS mencionados anteriormente. En el caso de la opción 2 (tramo superficial cubierto con cable radiante), un caso particular sería la SBS de TLAHUAC, la cual tendría un sistema radiante mixto: por un lado cable radiante hacia la estación de TLALTENCO y por otro lado una antena directiva hacia la zona de Talleres y PCL.

Las Estaciones Base tienen la capacidad de ser interconectadas con el controlador central del sistema a través de redes Ethernet. Cada equipo que forma la Red Tetra (estaciones base o controlador central) se conecta al Ethernet de la red principal por medio de conexiones redundantes para garantizar la redundancia durante fallas en la misma red, como se muestra en la siguiente figura:

 <p><b>Ciudad de México</b> Capital en Movimiento</p>	TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes	
No DGPM-08-IEE. TC-612000-II-011-0056-D	MOD.1	HOJA 10 de 22



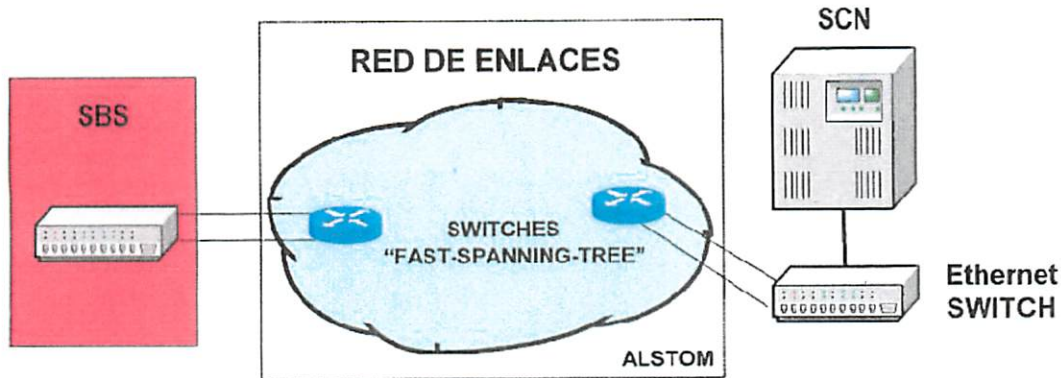


Figura 1: Red de Enlaces

- Un sistema de grabación digital duplicado, que incluye dos grabadores de 30 canales VoIP cada uno. Este sistema permite grabar todas las comunicaciones que pasan por la infraestructura TETRA. Cuando uno de los grabadores está totalmente ocupado o bien falla, el segundo grabador entra en funcionamiento. Es importante remarcar en este punto que el sistema de grabación duplicado que aparece dentro del bastidor del SCN es posible trasladarlo a una sala diferente, dedicada a mantener la seguridad de los sistemas de grabación. Dicho sistema de grabación deberá conectarse con el bastidor del SCN a través de Ethernet.
- La oferta incluye, para cada sitio, un sistema de alimentación que permita convertir los 110-220Vac existentes en la alimentación requerida por el equipamiento. NEBULA precisa para su puesta en marcha de una alimentación nominal de 27.6V que se obtiene a partir de un sistema de alimentación modular. El sistema propuesto PSI AC 3000 EM dispone de conectividad Ethernet para su configuración y monitorización remota y para el envío de alarmas al NMS. El dimensionamiento del sistema de alimentación depende de la potencia requerida por los elementos que se encuentren en el armario NEBULA. Tanto en el SCN como en todas las SBS, este sistema de alimentación se ha dimensionado con un módulo de alimentación redundante adicional a los necesarios (configuración N+1).
- Cada una de las estaciones base ofertadas tiene dos portadoras TETRA (un canal de control y siete canales de tráfico) en la banda de 450-470 MHz, o bien en la banda de 410-430 MHz, si finalmente fuera esta última la banda elegida para este proyecto. Dado que gran número de los usuarios de la red dispondrán de terminales portátiles y conociendo los beneficios del empleo de técnicas de diversidad, todas las portadoras TETRA del sistema cuentan con diversidad 2 en recepción, estando incorporada esta característica en las estaciones base que utilicen antenas como sistema radiante.
- Sistema radiante para el tramo de cable radiante (sólo suministro, sin instalación), consistente en:
  - Sistema radiante de cobertura indoor para el Depósito MIXCOAC y 9 estaciones de la Línea 12 (estaciones comprendidas entre MIXCOAC y ATLALILCO) y 10.657 metros de cable radiante de 1 y 1/4" retardante al fuego y libre de halógenos, con todos sus accesorios.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

No DGPM-08-IEE.TC-61200C-II-011-3056-D

MOD.1



HOJA 11 de 22



- Conexión con PABX. El sistema propuesto incorpora un (1) enlace ISDN BRI a PABX en el Nodo Central.
- La oferta incluye un Sistema de Gestión Técnica que permite la gestión de las comunicaciones de los diferentes colectivos de usuarios de la red. Este sistema es totalmente operativo y con capacidad de configurar cualquier parámetro de la red y sus terminales. Permite el acceso a elementos de la red mediante protocolos estándar (FTP, HTTP, SNMP). El sistema de gestión Técnica se conecta al sistema TETRA preferentemente mediante redes Ethernet con objeto de ofrecer la máxima flexibilidad. El sistema de Gestión Técnica ofertado incluye dos (2) puestos de gestión técnica, que corresponden con el equipo de administración local y el equipo de administración remota del esquema de la página 34/87 de la especificación del cliente.
- Todos los elementos están suficientemente dimensionados para atender las necesidades de METRO DE MÉXICO DF, pero son capaces de ser ampliados para cubrir las necesidades futuras. En concreto, la división de la Línea 12 en zonas de tracción, cuya operativa se describe ampliamente en el Anexo 1 de esta Memoria Técnica, admitirá en el futuro el incremento del número de zonas de tracción en tres zonas adicionales.
- La oferta incluye un sistema de gestión táctica y operativa en el Centro de Control. Este sistema contempla un puesto de operador en el Puesto de Control de Línea (PCL). Como equipamiento para este puesto de operador se presentan dos alternativas, cuya descripción se encuentra más adelante en esta Memoria Técnica.
- La oferta incluye el siguiente lote de repuestos básico para la infraestructura TETRA y el centro de control:

Tabla 1: Repuestos

<b>Repuestos</b>	1
<b>NEBULA. Repuestos</b>	1
<b>NEBULA. Repuestos</b>	
D484110 CNC-PRO Controlador Nodo Central	1
D484200 Servidor NMS-STD Sistema de Gestión	1
PE48501C Switch MNI 16	1
PE485004 SNI Ethernet	1
D481007 PSIM 1400. Módulo de Alimentación 1400W (110-220VAC)	1
PE485007 Gateway Telefónico RDSI BRI (2 líneas BRI)	1
D480201 MAMAFS Modulo de Alarmas y Mantenimiento	1
D138801 BSR 450-470 MHz Repetidor	1
PE485009 MSYNC Sincronismo interno (en Rack MNI)	1
<b>CeCoCo - Matriz de Conmutación y Servidor</b>	1
<b>CeCoCo - Matriz de Conmutación</b>	
PE730003 Módulo RAD, interfaz radio (2 accesos)	1

- Garantía de 12 meses.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD 1

HOJA 12 de 22



## 6.2 TERMINALES TETRA

La oferta incluye terminales móviles, fijos y portátiles, según el alcance de la siguiente tabla:

Tabla 2: Cantidad de Terminales

Tipo de Terminal	Cantidad	Repuesto Opcional (7%)
Equipos Portátiles HTT-500 con diversos accesorios, según la especificación que se encuentra más adelante en este documento.	141	10
Equipos Móviles MDT-400 para los trenes, según la especificación que se encuentra más adelante en este documento.	56	4
Equipos Fijos DT-410 para instalación en los PMLs, PMT y Taller de Mantenimiento, según la especificación que se encuentra más adelante en este documento. Como alternativa, existe la posibilidad de instalar, en vez del equipo DT-410, un altavoz empotrado en pupitre, junto con el correspondiente conmutador de volumen.	4	1

La oferta incluye también dos kits completos (software + cables) para la programación de los terminales de la tabla anterior.

### 6.2.1 TERMINALES MÓVILES para los TRENES

Se incluyen en esta categoría los terminales adaptados a trenes. Se ofertan dos equipos por tren, uno para la cabina de cabeza y otro para la cabina de cola. Por tanto, se ofertan en total 56 equipos móviles. La potencia de transmisión de los equipos móviles en la banda de frecuencia de 410-430 MHz y 450-470 MHz es de 10W.

El equipo embarcado en los trenes está compuesto por los siguientes elementos:

- Caja de código ISSI.
- Consola.
- Microteléfono.
- Altavoz de cabina.
- Rack de radio.
- Antena.
- Cableado entre elementos y conectores.

El equipo TETRA a bordo se conecta al SMC obteniendo así la posición del tren a lo largo de la línea del Metro en tiempo actual. De este modo el sistema TETRA puede asignar dinámicamente una zona predeterminada a cada tren para garantizar que los trenes adecuados, que se encuentran en la zona, reciban las llamadas de grupo que son relevantes para cada llamada de grupo. No existe una relación



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-EE.TC-512000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 13 de 22

fija entre zonas y estaciones de base TETRA; cada zona puede incluir una ó más estaciones de base TETRA, inclusive solo parte del área cubierta por una estación de base. Una sola estación de base puede incluir una ó más zonas por lo que se garantiza flexibilidad completa para la definición de zonas. La división de la Línea 12 en zonas de tracción, cuya operativa se describe ampliamente en el Anexo 1 de esta Memoria Técnica, admitirá en el futuro el incremento del número de zonas de tracción en tres zonas adicionales.

El equipo de radio embarcado permite realizar las siguientes funciones:

- Configuración automática de código ISSI TETRA en terminal de radio de rack.
- Llamada individual de voz tren a PCL de línea ó depósito.
- Llamada de voz en grupo de carril alimentación.
- Llamada de voz en grupo general de línea.
- Envío de mensajes de texto predefinidos. Tren a PCL.
- Visualización de mensajes de texto recibidos de PCL.
- Interconexión de PCL a pasajeros vía radio.
- Asignación (y visualización) de número de circulación.
- Visualización de grupo de fonía seleccionado en el tren.
- Cambio automático de grupo de fonía por zonas de carril de alimentación.
- Envío de alarma de solicitud de corte de carril de alimentación.
- Modo degradado por fallo o desconexión de lector de balizas (opcional, sólo en el caso que se utilicen balizas para delimitar las zonas de tracción).

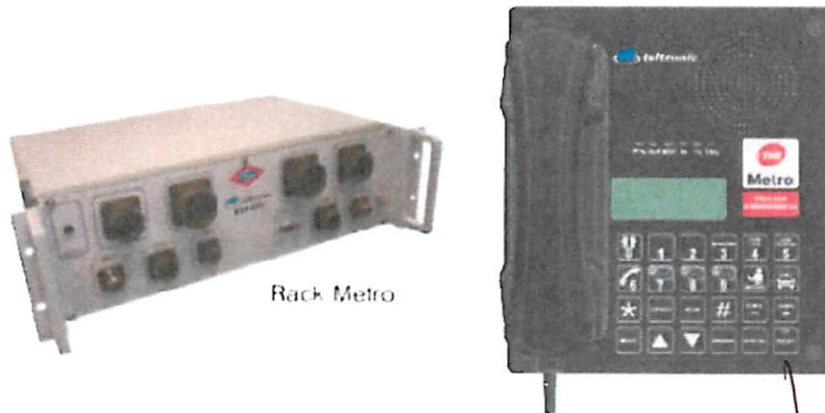


Figura 2: Equipo Móvil

La consola de control del terminal móvil está orientada hacia un uso en trenes y cuenta con los siguientes elementos y características:

- Micro-teléfono con pulsador PTT.
- Altavoz en panel frontal.
- Pantalla LCD alfanumérica y retroiluminada de 4 líneas de 20 caracteres cada una.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 14 de 22



- Teclado de 24 teclas para controlar las funciones del sistema.
- 1 Tecla de llamada de emergencia separada del resto del teclado y de mayor tamaño que las demás.
- 6 LEDs situados sobre la pantalla LCD que permitan señalar los estados/funciones del sistema.
- Un LED de encendido/apagado situado sobre la tecla ON-OFF.
- 1 conector para la caja de códigos ISSI.
- 1 conector para interconexión consola-rack VG-95234 y adecuado al uso ferroviario.
- Conectores diferentes entre sí con objeto de evitar conexiones erróneas.
- Conexión a tierra en el chasis de la consola.
- El Proveedor propondrá la serigrafía de las teclas, la cual estará acorde a la funcionalidad y operación del sistema y será validada por METRO DE MÉXICO DF. Las teclas no tienen desplazamiento físico y su duración estimada es de 10 millones de ciclos.
- Alimentación de consola a +12v DC procedentes de fuente de alimentación instalada en el rack de radiotelefonía.
- Entrada-salida de audio balanceado a 600 ohmios / 0 dBm.
- Bus de comunicación de datos consola a rack RS-485.
- La placa de control de la consola está separada de las placas de teclado y visualización LCD, con el fin de abaratar la sustitución independiente de cada una de ellas en caso de avería.

Por su parte, el rack de radiotelefonía cuenta con los siguientes elementos y características:

- Dimensiones estándar 19"/3u.
- Conectores situados en el panel frontal VG-95234 adecuados al uso ferroviario.
- Los conectores son diferentes uno a uno de forma que se evitan posibles errores de conexión.
- Conexión entre rack y consola.
- Conector para enlace con el sistema de megafonía del tren (entrada - salida a 600 ohmios / 0 dBm y líneas discretas de control).
- Conector de entradas y salidas lógicas, entradas optoacopladas y salidas por contacto libre de potencial.
- La oferta incluye, de forma opcional (fuera de la oferta base), una conexión con el sistema informático del tren a través de bus MVB estándar.
- Conector N para la antena TETRA de bajo perfil.
- Un puerto de mantenimiento RS-232 en conector DB-9 que permite la conexión directa de un ordenador portátil de programación, configuración, simulación de errores y mantenimiento del sistema.
- Conector de entrada de alimentación de tensión de batería del tren (72v) y masa 0v.
- Conexión a tierra en el panel frontal del rack.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes

No DGPM-08-IEE TC-612000-II-011-0056-D

MOD 1

HOJA 15 de 22





- Un conversor DC/DC 72v/12v interno y con aislamiento galvánico para proporcionar la alimentación interna del sistema a 12v a partir de la tensión de batería del tren (72v).
- Un equipo de radio digital TETRA modelo MDT-400.
- El enlace de audio con la consola es de 600 ohmios/0 dBm.
- La programación de los parámetros de red de los equipos de radio instalado dentro del rack, se realizará a través del conector de mantenimiento situado en el panel frontal del rack mediante el software indicado en el alcance en este mismo documento.
- Todos los micro-controladores incluidos en el sistema (consolas, racks y equipos de radio) son de tecnología flash al objeto de permitir una actualización del software de control de los mismos en caso de necesidad o nuevas funcionalidades. La actualización de dicho software se realizará conectando un PC portátil al puerto de mantenimiento del rack y volcando dicho software al sistema utilizando la aplicación correspondiente.

Una descripción más detallada de este equipo embarcado se encuentra en el documento Anexo 1 "Especificación de diseño PCL y equipo embarcado Línea 12 del Metro de México DF".

### 6.2.2 EQUIPO FIJO DT-410

Se incluyen en esta categoría los terminales para los Puestos de Maniobras Locales (PML), para el Taller de Mantenimiento y para el Local de la Permanencia de Telecomunicaciones. Su diseño ergonómico y funcional hace que sea un equipo ideal para su utilización como Base. Se ha configurado como un equipo de sobremesa de atractivo diseño en cuyo interior se han integrado, además del terminal MDT-400, un altavoz de gran potencia, una fuente de alimentación AC/DC, un ventilador, un conector AC con interruptor y fusible, un fusible DC y diversos conectores en sus partes delantera y trasera. El conjunto se completa con un micrófono de sobremesa de gran calidad. Este es el equipo que se propone para los puestos mencionados anteriormente, ya que consideramos que es el Terminal TETRA idóneo para dichas ubicaciones y ofrece, además de lo solicitado en las especificaciones, muchas más posibilidades, tal y como se puede ver en el Anexo 3 de esta Memoria Técnica. Algunas de las ventajas que ofrece son las siguientes:



Figura 3: Equipo Fijo

- Dispone de un display de alta calidad y de modo automático positivo/negativo, adecuado para toda clase de condiciones de iluminación.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-00356-D

MOD.1

HOJA 16 de 22

- Permite no sólo escuchar comunicaciones, sino también realizar llamadas tanto individuales como de grupo, telefónica, envío y recepción de mensajes de texto, mensajes de estado, etc; siempre y cuando se habiliten los permisos correspondientes desde el sistema de gestión técnica NMS.
- Diseño ergonómico especialmente adecuado para instalaciones fijas en pupitre.
- Accesorio micrófono de sobremesa con PTT.

Este Terminal Fijo DT-410 ha sido instalado y se encuentra funcionando en otros proyectos de Metro para las ubicaciones fijas.

No obstante, como alternativa, se ofrece la posibilidad de suministrar un Terminal móvil MDT-400, el cual se podría instalar de forma oculta, que tendría como accesorio un altavoz que se ubicaría en el espacio disponible en cada uno de los puestos objeto de este apartado. Los operadores escucharían las comunicaciones a través de dicho altavoz y podrían gestionar el volumen y el encendido/apagado de los equipos a través de conmutadores.

### 6.2.3 EQUIPO PORTÁTIL HTT-500

El equipo portátil modelo HTT-500 es un equipo de última generación que cuenta con una gran autonomía y robustez. Esto le convierte en un equipo ideal para trabajar en ambientes con las más duras condiciones de utilización. El portátil HTT-500 proporciona al usuario funcionalidades PMR, telefonía y servicios de datos en un mismo equipo. Ha sido diseñado para satisfacer las mayores exigencias de los usuarios PMR, incluido protección IP54, 3W de potencia RF, 1W de potencia de audio (especialmente indicado para ambientes ruidosos, como los trenes) y la posibilidad de funcionamiento en un amplio rango de temperaturas. La oferta incluye 141 terminales HTT-500. Cada terminal HTT-500 incluye: una batería de Li-Polímero de 1800 mAh de capacidad, antena helicoidal, un accesorio manos libres y una funda de nylon para la protección del equipo. Además, la oferta incluye 56 cargadores para las cabinas de los trenes, así como 10 cargadores múltiples 5+5, cada uno de ellos válido para cargar 5 equipos con su batería incorporada más 5 baterías sueltas.



Figura 4: Equipo Portátil



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE TC-S12000-II-011-0056-D

MOD 1

HOJA 17 de 22



### 6.3 SISTEMA DE GESTIÓN TÁCTICA Y OPERATIVA

La oferta incluye un sistema de gestión táctica y operativa en el PCL, basado en el Centro de Coordinación y Comunicaciones del Proveedor. Este sistema cuenta con dos puestos de operador: uno local en el PCL y el otro remoto en el Puesto de Maniobras de Talleres (PMT). En la figura siguiente se muestra un ejemplo de la arquitectura del Centro de Coordinación y Comunicaciones del Proveedor.

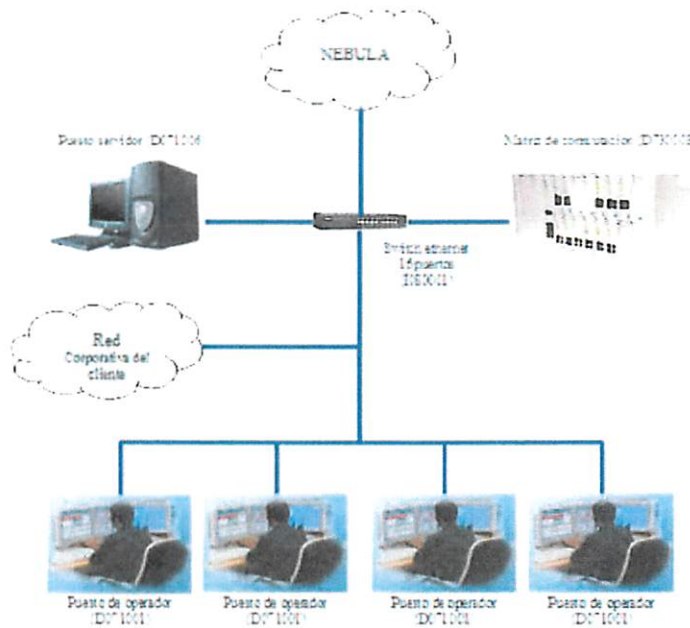


Figura 5: Arquitectura del sistema

El equipo del PCL está compuesto por (ver figura anterior):

- PC Servidor
- Matriz de conmutación digital, que permite integrar diversos sistemas y tecnologías de comunicaciones
- Puestos de operador (locales y remotos)

Todos estos elementos están unidos entre sí a través de Ethernet. A su vez, la conexión de este equipo con la infraestructura TETRA NEBULA también se realiza a través de Ethernet.

Una de las múltiples ventajas que ofrece este producto es la modularidad y escalabilidad, no sólo mediante la incorporación de nuevos operadores (tanto locales como remotos), sino también mediante la integración de nuevos medios y sistemas de comunicación al mismo. Esto permitiría, en el futuro, poder tener integradas en un mismo producto las diferentes líneas del Metro de México DF.



TITULO:  
Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 18 de 22

El software instalado en el equipo de PCL permite realizar de las siguientes funciones:

- Llamada individual de voz PCL a tren.
- Llamada de grupo de carril alimentación.
- Llamada de grupo general de línea.
- Envío de mensajes de texto de PCL a tren.
- Visualización de mensajes de texto recibidos de tren.
- Interconexión de PCL a pasajeros vía radio.
- Asignación (y visualización) de número de circulación.
- Visualización de grupo de fonía seleccionado en el tren.
- Localización de trenes por zonas de carril de alimentación.
- Sincronización automática de los relojes de equipos embarcados.

Una descripción más detallada de este equipo embarcado se encuentra en el documento Anexo 1 "Especificación de diseño PCL y equipo embarcado Línea 12 del Metro de México DF".

Como alternativa, existe la posibilidad de suministrar, en vez del Centro de Coordinación y Comunicaciones, una consola fijada en el espacio disponible en el pupitre del operador, que incluya las partes y funciones indicadas en las especificaciones (base, microteléfono, bocina monitora, teclado y display de uso general).

No obstante, consideramos importante remarcar en este punto que el Centro de Coordinación y Comunicaciones (CeCoCo) es el producto que se propone y se sugiere como opción principal, ya que se considera que es el equipamiento idóneo para llevar a cabo la operativa solicitada por el cliente. No se trataría de un producto estándar, ya que la aplicación software que se desarrollaría en el mismo sería un desarrollo específico para cubrir las necesidades operativas del Metro de México DF (las indicadas en las especificaciones). El CeCoCo cumple con lo solicitado en el Pliego y, además, presentaría las siguientes ventajas técnicas, operativas y funcionales respecto a la solución alternativa de la consola en pupitre:

- Teniendo en cuenta que en la red TETRA operarán múltiples y diferentes grupos de trabajo (comunicaciones tren-tierra, mantenimiento, seguridad, etc.), se considera una importante ventaja disponer de un Centro de Control que concentre todas las comunicaciones y que a la vez pueda distribuir las hacia varios operadores. El CeCoCo es un producto modular y ampliable, de tal forma que en el futuro se podrían ir añadiendo diferentes puestos de operador en función de las necesidades del cliente. Un operador podría manejar la operación diaria de la línea, otro podría centralizar la seguridad, otro el mantenimiento, etc. Todo esto sólo es posible con la solución de CeCoCo. Además, CeCoCo permitiría integrar en el futuro diferentes Líneas dentro de la red de Metro (cada una con los grupos de trabajo mencionados antes).
- CeCoCo permite la ampliación futura del número de operadores.
- CeCoCo permite integrar comunicaciones de diferentes tecnologías. Por ejemplo, podría estudiarse en el futuro, en función de las necesidades del cliente, la integración en el mismo Centro de Control de diferentes líneas del Metro. Los diferentes operadores podrían gestionar cada uno cualquier línea en un momento dado. CeCoCo también permite integración de comunicaciones radio con GSM, conexión con PABX etc.



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612300-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 19 de 22



- CeCoCo permite al operador escuchar varios grupos a la vez.
- CeCoCo permite disponer de un interfaz gráfico y gran pantalla para visualizar sinópticos de la línea dividida en las zonas de carril de tracción-alimentación.
- CeCoCo tiene una mayor capacidad de procesamiento de datos (comandos SDS de telecontrol de funciones de trenes).
- Otras funcionalidades del producto, las cuales se describen ampliamente en el Anexo 5 de esta Memoria Técnica.

Dentro del Anexo 7, se presenta un esquema denominado "Bastidor CeCoCo", en el que se muestra el equipamiento que compone el Centro de Coordinación y Comunicaciones propuesto como opción principal. La ubicación de este bastidor se determinará con el cliente; no obstante, lo habitual es que se ubique dentro de una sala técnica en el PCL.

## 7 SERVICIOS DE INGENIERÍA

Los servicios ofertados componen un proyecto "llave en mano".

### 7.1 REPLANTEO

El objeto del Replanteo es la caracterización detallada de los emplazamientos objeto del mismo en cuanto a los elementos existentes con vistas a la instalación, puesta en marcha y operación de los sistemas a ubicar en cada uno de dichos emplazamientos.

El Replanteo debe incluir un número mayor de emplazamientos de los necesarios para facilitar la selección posterior de los más adecuados por parte del Proveedor. Los emplazamientos de posible instalación deben ser propuestos por el cliente, en función de las posibilidades de la obra en cuestión.

El Replanteo tendrá en cuenta todos los sistemas a instalar: Red Radio, Red de Transporte, otros.

El Replanteo consta de tres fases:

1. Obtención de Datos disponibles antes de la Revisión In-Situ.
2. Obtención de Datos In-Situ mediante Visita a los Emplazamientos.
3. Generación de Documentación: Memoria, Planos, etc.

Información de Replanteo para cada Emplazamiento:

1. Datos del Emplazamiento:
  - Situación Geográfica.
  - Coordenadas Geográficas (Longitud, Latitud, Cota).
  - Datos de Acceso (carreteras, referencias, permisos, personas de contacto, etc).
  - Situación de la Estación en el Emplazamiento.
  - Elementos del Emplazamiento (Caseta, Torre, Canalizaciones).
  - Otros
2. Obra Civil:
  - Características constructivas
  - Dimensiones



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D

MOD.1

HOJA 20 de 22

- Espacio disponible
  - Canaletas
  - Otros
3. Torre, Antenas, Bajadas de Cable.
  4. Sistema de Alimentación:
    - Cuadro de Distribución
    - Cuadro de Protección
    - Subsistema Alimentación DC
    - Subsistema Alimentación AC
    - Otros
  5. Sistema de Tierras.
  6. Sistema de Aire Acondicionado.
  7. Sistema de Iluminación.
  8. Sistemas Existentes. Datos de sistemas de telecomunicación, telecontrol, etc. ya existentes que puedan interferir, interactuar o influenciar a los sistemas a instalar.
  9. Aspectos de Seguridad.
  10. Otros.
  11. Documentación:
    - Memoria (comprende toda la información indicada en los puntos anteriores).
    - Dossier Fotográfico (emplazamiento, exterior caseta, torre, interior caseta, pasamuros, cuadros de distribución y protección, tierras, etc.).
    - Planos (situación emplazamiento, acceso, planta y alzado general, planta y alzado situación equipamientos existentes, torre con elementos existentes).

## 7.2 DOCUMENTACIÓN ESTÁNDAR DE PROYECTO

Con la Infraestructura y los equipos TETRA que se proponen al METRO DE MÉXICO DF se incluye toda la documentación en castellano a nivel técnico y de usuario necesaria para la perfecta comprensión de todo el sistema:

- Especificaciones Técnicas y Funcionales de todos los equipos que integran el subsistema.
- Estudios de cobertura de la radio en la parte aerial y superficial
- Planos de instalación del subsistema



TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes



No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-01-1-0056-D

MOD.1

HOJA 21 de 22





- Planos de trayectorias de cableados
- Planos de cableado de los equipos
- Especificaciones de interfaces del subsistema
- Especificación del cable radiante
- Reporte del patrón de radiación del cable radiante y antenas de la línea 12
- Memoria de cálculo para cargadores y bancos baterías
- Cuadernos con Procedimientos de pruebas en fábrica del subsistema
- Formato Reporte de pruebas en fábrica del subsistema
- Cuadernos con Procedimientos de pruebas de recepción en campo del subsistema
- Formato Reporte de pruebas de recepción en campo del subsistema
- Manuales de Operación y Mantenimiento del subsistema
- Manual del Usuario del subsistema
- Banco de Pruebas para el subsistema
- Documentación "tal y como instalado" Etapa 1
- Documentación "tal y como instalado" Etapa 2
- Programa de capacitación
- Temario de los cursos
- Soporte de los cursos
- Documentación de productos comerciales disponibles en el mercado (COTS)

### 7.3 ANEXOS DE ESTA MEMORIA TÉCNICA

Esta Memoria Técnica se completa con los siguientes Anexos:

1. Especificación de diseño PCL y Equipo embarcado Línea 12 del Metro de México DF
2. Descripción Técnica Infraestructura TETRA NEBULA
3. Descripción Técnica Terminal Móvil / Fijo TETRA MDT-400 / DT-410
4. Descripción Técnica Terminal Portátil TETRA HTT-500
5. Descripción Técnica Centro de Coordinación y Comunicaciones
6. Catálogos de los Equipos ofertados
7. Esquemas detallados Sistema TETRA Metro México L12

 <p><b>Ciudad de México</b> Capital en Movimiento</p>	<p>TITULO: Requerimientos del subsistema Telefonía de Trenes</p>	
	<p>No DGPM-08-IEE.TC-612000-II-011-0056-D</p>	<p>MOD.1</p>