

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN Y
COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO E
IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS ESTACIONES A NIVEL
NACIONAL**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:
JOHNNY JORGE PIZARRO SANTOS**

**PROMOCIÓN
1994 - II**

LIMA - PERÚ

2014

**MODERNIZACIÓN DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN Y
COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO E
IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS ESTACIONES A NIVEL
NACIONAL**

Dedicado a:

La memoria de mi Madre: Por su confianza y apoyo en el desarrollo de mi profesión

 Mi esposa: Por su amor y apoyo profesional en la elaboración de la tesis

 Mis hermanos: Quienes siempre esperaron este momento

 Mi familia en el cielo: Quienes siempre cuidan de mí

RESUMEN

Desde su puesta en operación el año 2001, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) no ha renovado, ni comprado repuestos que permitan mantener en operación este sistema, provocando que las estaciones a nivel nacional se encuentren fuera de servicio. Como el MTC tiene a su cargo la administración del correcto uso del espectro radioeléctrico, la presente tesis propone la modernización del sistema de gestión y comprobación técnica del espectro radioeléctrico actual, y su ampliación con la implementación de nuevas estaciones a nivel nacional.

Para lograr esto, primero se analizó el sistema de gestión actual, que es un sistema complejo debido a que el fabricante requirió ingenieros especialistas de cada área, los mismos que trabajaron por muchos años para lograr el desarrollo del programa. En tal sentido, se propone que la gestión administrativa sea desarrollada por personal técnico de las áreas involucradas del MTC y la gestión técnica sea realizada por medio de un software adquirido a la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Posteriormente, se analizó el sistema de comprobación técnica, donde se propone la adquisición de partes y piezas locales que remplacen etapas de este sistema y que permitan continuar operando la radiogoniometría y localización, labor que se completará con equipamiento portátil que cumpla las funciones de la etapa de monitoreo que no puede ser reparada, y que permita realizar el monitoreo continuo como venía realizándose anteriormente.

Finalmente, se otorgan los lineamientos técnicos necesarios que debe seguir el MTC para la implementación de nuevas estaciones de Comprobación Técnica.

INDICE

	Pág
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO I: DEFINICION DEL PROBLEMA	9
1.1 Infraestructura del Sub-Sistema de Control	9
1.1.1 Equipamiento del sistema de comprobación técnica.....	11
1.1.2 Consecuencias de mantener el sistema de comprobación técnica.....	20
1.2 Administración de Gestión del Espectro	23
1.2.1 Servidores.....	24
1.3 Consecuencias de mantener el actual sistema de Gestión.....	25
1.3.1 Principales Problemas.	25
1.3.2 Problemas debido a los datos técnicos de las estaciones.....	26
1.3.3 Problemas normativos y de reglamentación.....	28
1.4 Sistema de Comunicaciones fija y móvil con la estación central.....	28
1.4.1 La red de Comunicaciones de voz.....	29
1.4.2 La red de comunicaciones de datos con la estación central Lima.....	29
CAPITULO II: MARCO TEORICO	31
2.1 Sistema de comprobación técnica del Espectro.....	31
2.1.1 Ubicación del Sub-Sistema de comprobación técnica.....	31
2.1.2 Equipamiento del Sistema de Comprobación Técnica.....	33
2.2 Fundamentos de Gestión del Espectro	41
2.2.1 Estructura y coordinación.....	42
2.2.2 Proceso decisorio.....	42
2.2.3 Responsabilidades funcionales.....	43
2.2.4 Características de las funciones de gestión del espectro	46
2.3 Red de Comunicaciones	47

2.3.1	Red de comunicaciones local	47
2.3.2	Red de comunicaciones con las estaciones móviles y remotas	48
2.4	Sistema del Radiogoniómetro.....	49
2.4.1	Método antena giratoria.....	49
2.4.2	Método Watson-Watt	50
2.4.3	Método interferómetro de fase	53
2.4.4	Método interferometría correlativa.....	54
2.5	Antenas y receptores.....	55
2.6	Equipo de medición de frecuencias.....	56
2.7	Medición del Ancho de Banda	56
2.8	Equipo de medición de intensidad de campo	56
2.9	Medición de la modulación.....	56
2.10	Comprobación técnica de la ocupación del espectro.....	56
2.11	Equipo de identificación y decodificación	57
2.12	Ondas electromagnéticas.....	57
2.12.1	Frecuencia.....	57
2.12.2	Velocidad.....	57
2.12.3	Longitud de onda	58
 CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DEL PROBLEMA		59
3.1	Solución para mantener en operación las estaciones de comprobación técnica....	59
3.1.1	Hardware	59
3.1.2	Software.....	66
3.2	Modernización de las estaciones de comprobación técnica	68
3.2.1	Esmeralda XE	68
3.3.	Mejoras a desarrollar en el sistema de gestión	69
3.3.1	Software Administrativo	71
3.3.2	Software Técnico.....	74
3.4	Monitoreo del espectro radioeléctrico	78
3.4.1	Sistema de monitoreo	80
3.4.2	Sistema de información geográfica	83
3.4.3	Sistema de audio digital.....	85

CAPÍTULO IV: ANALISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS	87
4.1 Beneficios con sistema de comprobación técnica moderna	87
4.2 Beneficios del sistema moderno de gestión.....	89
4.3 Costos fijos del proyecto de modernización.....	90
4.4 Costos de operación del sistema.....	90
4.5 Proceso de Compra del Equipamiento	91
4.6 Forma de financiamiento	92
4.7 Análisis de costo entre modernización y renovación del sistema	92
CONCLUSIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	96

INTRODUCCIÓN

Mediante licitación pública internacional el año 1997 el MTC adquiere un sistema de gestión y monitoreo, el cual entra en operación el año 2001 en la ciudad de Lima y el año 2003 en las 06 principales ciudades del país, las cuales se conectaban mediante la red Frame Relay a la nueva base de datos denominada ELLIPSE_FMS con un módulo de gestión administrativa donde se realiza consultas como el trámite documentario, homologación de equipos de telecomunicaciones, etc. Asimismo, integraba un módulo de gestión técnica para realizar cálculos técnicos, asignación de canales y simulación de áreas de cobertura, junto a esta base de datos se adquirió un equipo de control y monitoreo para la comprobación técnica del espectro cuyo equipo principal es un receptor de comunicaciones conectado vía red a un computador central que le permitía visualizar el monitoreo realizado a las estaciones radioeléctricas, localización de emisores desconocidos, medición del área de cobertura y la decodificación de señales digitales.

Sin embargo, desde la puesta en operación este sistema no es renovado lo que ha generado que las estaciones a nivel nacional se encuentren fuera de servicio, se propone modernizar el sistema y complementarlo con equipamiento portátil que permita realizar las labores de monitoreo en un rango de operación mayor a los 3GHz, pero como esto puede demorar meses o incluso años, se ha evaluado la adquisición de algunos repuestos al fabricante THALES y otros adquiridos localmente junto con equipos portátiles que nos permitan operar las estaciones mientras se realiza el proceso de licitación. Asimismo, como la base de datos no considera los nuevos servicios de comunicaciones, se propone la adquisición de un software de gestión técnica desarrollado por la UIT para los países en desarrollo y un software de gestión administrativa que pueda ser actualizado por los especialistas en informática del MTC.

CAPÍTULO I DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Sistema Nacional de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro (SINGER) en la ciudad de Lima se encuentra constituido por un simulador de estación de comprobación técnica para el mantenimiento de equipos, una estación fija para el control y monitoreo de la banda V/UHF, una estación fija para el monitoreo de la banda HF, una estación técnica de localización, una estación técnica identificadora de señales, tres estaciones remotas, 02 estaciones móviles de monitoreo y un servidor de archivos de entrada y salida para la comunicación con la base de datos Ellipse.

1.1 Infraestructura del Sub-Sistema de Control

En Lima, los lugares para la ubicación de las Estaciones de Control y Monitoreo del Espectro Radioeléctrico fueron seleccionados teniendo en consideración las recomendaciones emitidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, estos lugares se muestran en el siguiente cuadro:

TABLA N° 1.1 Estaciones de comprobación técnica Lima

Nombre	Dirección	Área destinada	Observación
Estación Fija de Comprobación Técnica	Jr. Zorritos N° 1203, Lima 1 (Esquina Jr. Zorritos con la Av. Tingo María)	Habilitación de las oficinas del Sector D del Piso 12	Edificio “Ex Electro Lima” de 12 pisos
Estación No Atendida de Radiogoniometría San Cristóbal	Cerro San Cristóbal, cota 375, Pendiente SO del Cerro San Cristóbal Distrito Rímac – Lima	3.25 x 3.25 m2	Construcción de una caseta de albañilería confinada
Estación No Atendida de Radiogoniometría Camacho	Cerros Camacho, cota 343, Distrito Santiago de Surco – Lima	3.12 x 3.12 m2	Construcción de una caseta de concreto armado
Estación No Atendida de Radiogoniometría Carrión	Piso 10 (azotea) del Hospital Daniel Alcides Carrión Av. Guardia Chalaca N° 2176 Distrito de Bellavista – Callao	3.50 x 3.00 m2	Construcción de una caseta de fibra block

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

Asimismo, durante la implementación de la 2da etapa se adquirió el mismo equipamiento para las 06 principales ciudades del país. Dichas ciudades son:

TABLA N° 1.2 Estaciones de comprobación técnica provincias

Ciudades	Área destinada	Dirección
Arequipa	6.76 x 9.37 m ²	Calle Los Pinos 100, distrito Paucarpata
Cusco	6.0 x 5 m ²	Jr. Micaela Bastidas 480, distrito Huanchaq
Trujillo	10 x 15m ²	Av. Moche 452, distrito Trujillo
Iquitos	10 x 15m ²	Av. Quiñonez Km. 3.5, distrito San Juan
Huancayo	103.87 m ² .	Av. Arterial N° 376, distrito Chilca
Piura	10 x 15m ²	Pasaje Los Ceibos N° 103, distrito Piura

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

Luego de su implementación, se ha proyectado la ampliación del sistema al resto del país para lo cual se han implementado 15 estaciones a nivel nacional.



Figura1.1 Estación de comprobación técnica a nivel nacional

Fuente: Propuesta técnica proyecto RIECER (MTC, 2013)

1.1.1 Equipamiento del sistema de comprobación técnica

En Lima el equipamiento del Sistema de Comprobación Técnica actual se encuentra funcionando desde diciembre de 1998, fecha en la que se realizó su Aceptación Provisional. Dicho equipamiento está compuesto por:

a) Una Estación Fija de Comprobación Técnica y Radiogoniometría en las bandas de VHF y UHF

La estación está dedicada exclusivamente al monitoreo y radiolocalización de las estaciones radioeléctricas las 24 horas del día los 7 días a la semana almacena el resultado de las mediciones para procesarlas posteriormente.

TABLA N° 1.3 Equipamiento Estaciones de comprobación técnica Lima

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Antenas		
1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo 20 MHz – 300 MHz	THOMSON ANT194-A	1
1.2	Conmutador de antenas	THOMSON AEA 192	1
1.3	Cables de antenas (RF y filares)	THOMSON	1
2	Receptores digitales		
2.1	Receptor digital Multicanal Multifunción con: 1 canal radioeléctrico de medición y goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz 1 canal radioeléctrico de goniometría en la banda 20 MHz – 3000 MHz	THOMSON TRC8000	1
2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	Datel GPS800	1
3	Estación Técnica de Monitoreo y Goniometría		
3.1	Computadora básica		
3.1.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 128 Mb 256 Kb de memoria cache 1 FDD 3,5” interna 1 HDD 4GB IDE 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17” de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	Kontron PIII	1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal		
3.2.1	PRU 108 para la goniometría	THOMSON	1
3.2.2	PRU104 para las mediciones	THOMSON	1
3.2.3	Tarjeta de sonido Soundblaster	CREATIVE	1
4	Software de Control		
4.1	Específicos		
4.1.1	LG111	THOMSON	1
4.1.2	LG309	THOMSON	1
4.1.3	Manejo del Sistema de Control	THOMSON	1
4.2	Estándar		
4.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	1

5	Estación Técnica de Localización		
5.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 64 Mb 256 Kb de memoria caché 2,5 GB disco duro interno 1 FDD 3,5" interna 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280* 1024 1 pantalla Ethernet teclado y mouse		1
6	Software de Control		
6.1	Específicos		
6.1.1	LG302	THOMSON	1
6.2	Estándar		
6.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	1
7	Servidor de Comunicaciones		
7.1	Servidor Básico		
7.1.1	PC equipado con procesador Pentium Pro 200 MHz con: RAM 128 Mb 256 KB de memoria cache 4 GB disco duro SCSI interno 1 FDD 3,5" interna 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 15" de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	HP Vectra	1
7.1.2	Windows NT Server y Office 95	Microsoft	1
8	Equipo de comunicación		
8.1.1	Radiotransceptor	Alcatel	1
8.1.2	Enlace radio microonda	SODIELEC SFH504A	2
9	Puesto de Gestión Técnica		
9.1	Hardware		
9.1.1	Estación de trabajo equipada con: 1 procesador MicroSparc II 170 MHz. RAM 64 Mb 2,1 GB disco duro interno Fast Wide SCSI II 1 unidad de disco flojo 3,5" interna 1 CDROM interno Tarjeta gráfica Turbo GX Plus Interfaz Ethernet Pantalla 17" color Teclado y mouse	SUN SparcStation 5 Modelo 170	6
9.2	Software		
9.2.1	Solaris 2.5 (sistema UNIX)	SUN	6
9.2.1	ORACLE SQL*Net+TCP/IP	ORACLE	6
9.2.1	ELLIPSE	CRIL	6

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

b) Tres Estaciones Fijas No Atendidas de Radiogoniometría (Remotas) en las bandas de VHF y UHF

Las estaciones no atendidas tienen implementadas la función de radiogoniometría para la realización de los cálculos de radiolocalización y pueden ser administradas remotamente.

TABLA N° 1.4 Equipamiento Estaciones no atendidas Lima

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Antenas de goniometría		
1.1	Antenas VHF/UHF		
1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo	THOMSON ANT 194-A	3
1.2	Conmutador de antenas	THOMSON AEA 192	3
1.3	Cables de antenas (RF y filares)	THOMSON	3
2	Receptor digital		
2.1	Receptor Multicanal con: 2 canales radioeléctricos de goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz	THOMSON TRC8000 VU-2	3
3	Computadora de Control		
3.1	Computadora básica		
3.1.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 128 Mb 256 Kb de memoria cache 1 FDD 3,5" interna 1 HDD 4GB IDE 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	Kontron PIII	3
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal		
3.2.1	PRU 108 para la goniometría	THOMSON	3
3.2.2	Tarjeta de sonido Soundblaster	CREATIVE	
3.2.3	Control de seguridad		
4	Software		
4.1	Específicos		
4.1.1	LG111	THOMSON	3
4.2	Estándar		
4.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	3
5	Equipo de comunicación		
5.1.1	Enlace radio microonda	SODIELEC SFH504A	3
6	Periféricos		
6.1	Control de seguridad		3
6.2	UPS	APC RMSU2200	3
7	Varios		
7.1	Mástil para antenas		3
7.2	Cableado de la estación		3
7.3	Bastidor para los equipos de medición		3
7.4	Kit de protección contra los rayos (Pararrayos)		3

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

c) Dos Estaciones Móviles de Comprobación Técnica y Radiogoniometría en las bandas de HF, VHF y UHF

La estación móvil fue adquirida para determinar la ubicación de la fuente radioeléctrica de una manera más eficiente luego que la estación técnica de localización determinara su ubicación aproximada. Estas unidades poseen el mismo equipamiento que las estaciones fijas, lo que les permite determinar la ubicación de la fuente radioeléctrica.

TABLA N° 1.5 Equipamiento Estaciones móviles Lima

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Antenas		
1.1	Antenas VHF/UHF		
1.1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo para vehículos 20 MHz – 3000 MHz	THOMSON ANT 184-A	2
1.1.2	Conmutador de antenas	THOMSON AEA 192	2
1.1.3	Antena para recepción de señales de televisión	Gazelle	2
1.1.4	Cables de antenas (RF y filares)	THOMSON	2
1.2	Antena HF		2
1.2.1	Antena de escucha 9 kHz. – 30 MHz	Rayan RN4201	2
2	Receptores digitales		
2.1	Receptor digital Multicanal Multifunción con: 1 canal radioeléctrico de medición y goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz 1 canal radioeléctrico de goniometría en la banda 20 MHz – 3000 MHz 1 canal radioeléctrico de medición en la banda 9 kHz – 30 MHz	THOMSON TRC8000 TRC8025	2
2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	Datel GPS800	2
2.3	Brújula magnética digital, con su antena	KVH C100	2
3	Computadora de Control		
3.1	Computadora básica		
3.1.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 128 Mb 256 Kb de memoria cache 1 FDD 3,5" interna 1 HDD 4GB IDE 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	Kontron PIII	2
3.1.2	Pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024		2
3.1.3	Teclado y mouse para bastidores		2
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal		
3.2.1	PRU 108 para la goniometría	THOMSON	2
3.2.2	PRU104 para las mediciones	THOMSON	2
3.2.3	Demodulador de señal de televisión analógica	WIN TV	2
3.2.4	Tarjeta de sonido Soundblaster	CREATIVE	2
3.3	Periféricos		
3.3.1	Impresora Láser	HP LaserJet6	2
4	Software		
4.1	Específicos		
4.1.1	LG111	THOMSON	2
4.1.2	LG309	THOMSON	2
4.1.3	LG302	THOMSON	2
4.2	Estándar		
4.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	2
5	Vehículo		
5.1	Toyota LandCruiser a Petróleo	HZJ 75	2
5.2	Radomo para antenas ANT184-A	THOMSON	2
5.3	Aire acondicionado reforzado	TOYOTA	2

5.4	Producción de energía		2
5.5	UPS	APC RMSU2200	2
5.6	Bastidor para los equipos de medición		2
5.7	Kit de protección eléctrica	THOMSON	2

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

Como puede apreciarse en la figura siguiente se ha acondicionado el equipamiento en la unidad 4X4 con un motor de gran potencia para el traslado de equipos.



Figura 1.2 Estación móvil de comprobación técnica y radiogoniometría

Fotografía Estación móvil THALES (sede central MTC, 2012)

d) Una Estación Móvil de Monitoreo (Donado en 1992 por Japón)

Esta unidad fue donada por el gobierno japonés, debido a que personal técnico de este país observara la falta de equipo de monitoreo en las instalaciones del MTC, esta unidad se encuentra implementada con equipo receptores para monitorear hasta 3GHz, adicionalmente tiene instalado un mástil telescópico de 10m con elevación eléctrica y automática para las mediciones del área de cobertura.

TABLA N° 1.6 Equipamiento estación móvil de monitoreo Lima

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Vehículo Toyota Coaster a Gasolina	Toyota	1
2	Receptor de Comunicaciones Rango de operación: 25 – 1000 MHz Radiomonitorio: AM, FM Mediciones de niveles de señales RF	Kyoritsu KMR-2412 KMR-5620	1
3	Juego de antenas de recepción Antena de monitoreo V/UHF	Denki	1
4	Mástil Telescópico Altura máxima 10m	Denki	2
5	Analizador de espectro Rango de operación: 9 KHz – 1 GHz.	ADVANTESTR2631A	1
6	Grabador de audio Deck doble cassette	A&D	2

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

e) Dos Vehículos de Inspección (con equipamiento portátil)

Son utilizados exclusivamente para el traslado del personal con equipo portátil de medición y otros accesorios necesarios para la realización de las labores de control y monitoreo.

TABLA N° 1.7 Equipamiento estación móvil de inspección Lima

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Vehículo Toyota LandCruiser a Petróleo	HZJ 75	2
2	Medidor portátil de intensidad de campo Rango de operación: 25 – 1000 MHz Radiomonitorio: AM, FM Mediciones de niveles de señales RF Accesorios: maleta de antenas, mástil de antenas, cables, baterías, cargador de baterías	ANRITSU ML524B	2
3	Juego de antenas de recepción Antena de monitoreo V/UHF	ANRITSU MP663A MP651A/B	2
4	Frecuencímetro portátil Rango de operación: 10 Hz – 4200 MHz.	FLUKE PM6685	2
5	Analizador de espectro Rango de operación: 9 KHz – 3 GHz. Opción 11: lote de tarjetas de memoria Tipo 1	ANRITSU MS2661A	2
6	Vatímetros con sampler 10 pastillas y adaptadores 4 atenuadores fijos (DC-60 GHz) 3, 6, 10, 20 dB	BIRD 43	2

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

f) Una Estación Fija de Comprobación Técnica en la banda de HF

Inicialmente estaba destinada para ser implementada en una zona alejada de la ciudad

de Lima construido sobre un campo de antenas, pero debido a la falta de terrenos se optó a su implementación en la sede central.

TABLA N° 1.8 Equipamiento estación de comprobación técnica HF Lima

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Antena		
1.1	Antena HF		
1.1	Antena de escucha 9 kHz – 30 MHz	Rayan RN4201	1
1.2	Cables de antenas (RF)	THOMSON	1
2	Receptores digitales		
2.1	Receptor digital Multicanal con: 1 canal radioeléctrico de medición en la banda 9 kHz – 30 MHz	THOMSON TRC8025	1
2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	Datel GPS800	1
3	Estación de Monitoreo HF		
3.1	Computadora básica		
3.1.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 128 Mb 256 Kb de memoria cache 1 FDD 3,5" interna 1 HDD 4GB IDE 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	Kontron PIII	1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal		
3.2.1	PRU 104 para las mediciones	THOMSON	1
3.2.3	Tarjeta de sonido Soundblaster	CREATIVE	1
4	Software de Control		
4.1	Específicos		
4.1.2	LG309	THOMSON	1
4.2	Estándar		
4.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	1

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

Adicionalmente al equipamiento instalado en la ciudad de Lima, en cada una de las 06 ciudades principales del país como son Iquitos, Trujillo, Piura, Huancayo, Cusco y Arequipa se implementó un equipamiento similar al que se encuentra instalado en la sede central de la ciudad de Lima, este equipamiento integrado en un solo bastidor de comunicaciones puede realizar las mismas funciones y mediciones que se pueden realizar con las estaciones fijas de control y monitoreo de la ciudad de Lima, para lograr esto se cuenta con el siguiente equipamiento:

TABLA N° 1.9 Equipamiento Estaciones fijas provincias

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Antenas		
1.1	Antenas VHF/UHF		
1.1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo para vehículos 20 MHz – 3000 MHz	THOMSON ANT 194-A	1
1.1.2	Conmutador de antenas	THOMSON AEA 192	1
1.1.3	Cables de antenas (RF y filares)	THOMSON	1
1.2	Antena HF		1
1.2.1	Antena de escucha 9 kHz. – 30 MHz	Rayan RN4201	1
2	Receptores digitales		
2.1	Receptor digital Multicanal Multifunción con: 1 canal radioeléctrico de medición y goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz 1 canal radioeléctrico de goniometría en la banda 20 MHz – 3000 MHz 1 canal radioeléctrico de medición en la banda 9 kHz – 30 MHz	THOMSON TRC8000 TRC8025	1
2.2	Receptor GPS para referencia de frecuencia y tiempo, con antena	DatelGPS800	1
2.3	Brújula magnética digital, con su antena	KVH C100	1
3	Computadora de Control		
3.1	Computadora básica		
3.1.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 128 Mb 256 Kb de memoria cache 1 FDD 3,5" interna 1 HDD 4GB IDE 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	Kontron PIII	1
3.1.2	Pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024		1
3.1.3	Teclado y mouse para bastidores		1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal		
3.2.1	PRU 108 para la goniometría	THOMSON	1
3.2.2	PRU104 para las mediciones	THOMSON	1
3.2.3	Demodulador de señal de televisión analógica	WIN TV	1
3.2.4	Tarjeta de sonido Soundblaster	CREATIVE	1
3.3	Periféricos		
3.3.1	Impresora Láser	HP LaserJet6	1
4	Software		
4.1	Específicos		
4.1.1	LG111	THOMSON	1
4.1.2	LG309	THOMSON	1
4.1.3	LG302	THOMSON	1
4.2	Estándar		
4.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	1
5	Varios		
5.1	Aire acondicionado reforzado		1
5.2	UPS	APC RMSU2200	1
5.3	Bastidor para los equipos de medición		1
5.4	Kit de protección eléctrica	THOMSON	1

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)



Figura1.3 Estación fija de comprobación técnica
Fotografía Estación fija THALES (sede Cusco MTC, 2013)

TABLA N° 1.10 Equipamiento Estaciones móviles provincias

Ítem	Designación	Marca y Modelo	Cantidad
1	Antenas		
1.1	Antenas VHF/UHF		
1.1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo para vehículos 20 MHz – 3000 MHz	THOMSON ANT 184-A	1
1.1.2	Conmutador de antenas	THOMSON AEA 192	1
1.1.3	Antena para recepción de señales de televisión	Gazelle	1
1.1.4	Cables de antenas (RF y filares)	THOMSON	1
1.2	Antena HF		1
1.2.1	Antena de escucha 9 kHz. – 30 MHz	Rayan RN4201	1
2	Receptores digitales		
2.1	Receptor digital Multicanal Multifunción con: 1 canal radioeléctrico de medición y goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz 1 canal radioeléctrico de goniometría en la banda 20 MHz – 3000 MHz 1 canal radioeléctrico de medición en la banda 9 kHz – 30 MHz	THOMSON TRC8000 TRC8025	1

2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	DatelGPS800	1
2.3	Brújula magnética digital, con su antena	KVH C100	1
3	Computadora de Control		
3.1	Computadora básica		
3.1.1	PC equipado con procesador Pentium 166 MHz con: RAM 128 Mb 256 Kb de memoria cache 1 FDD 3,5" interna 1 HDD 4GB IDE 1 CDROM interno 1 pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024 1 tarjeta Ethernet Teclado y mouse	Kontron PIII	1
3.1.2	Pantalla Color SVGA 17" de resolución 1280*1024		1
3.1.3	Teclado y mouse para bastidores		1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal		
3.2.1	PRU 108 para la goniometría	THOMSON	1
3.2.2	PRU104 para las mediciones	THOMSON	1
3.2.3	Demodulador de señal de televisión analógica	WIN TV	1
3.2.4	Tarjeta de sonido Soundblaster	CREATIVE	1
3.3	Periféricos		
3.3.1	Impresora Láser	HP LaserJet6	1
4	Software		
4.1	Específicos		
4.1.1	LG111	THOMSON	1
4.1.2	LG309	THOMSON	1
4.1.3	LG302	THOMSON	1
4.2	Estándar		
4.2.1	Windows NT y Microsoft Office 95	Microsoft	1
5	Vehículo		
5.1	Toyota LandCruiser a Petróleo	HZJ 75	1
5.2	Radomo para antenas ANT184-A	THOMSON	1
5.3	Aire acondicionado reforzado	TOYOTA	1
5.4	Producción de energía		1
5.5	UPS	APC RMSU2200	1
5.6	Bastidor para los equipos de medición		1
5.7	Kit de protección eléctrica	THOMSON	1

Fuente: Propuesta técnica implementación estaciones CER (THALES, 1996)

1.1.2 Consecuencias de mantener el sistema de comprobación técnica.

El mantener el sistema de comprobación técnica actual en las estaciones de comprobación técnica a nivel nacional genera una capacidad técnica limitada para la realización de sus funciones. Las fallas técnicas del equipamiento actual han generado una pérdida en su capacidad operativa, lo que permite la aparición de interferencias perjudiciales que no logran ser detectadas, y la existencia de estaciones clandestinas e infracciones en el uso del espectro. Por otro lado, la falta de repuestos no permite operar adecuadamente los equipos.

a) Capacidad técnica limitada del equipamiento actual

Actualmente la capacidad técnica del equipamiento está limitada porque el

equipamiento instalado en las estaciones CER a nivel nacional no permite ejecutar adecuadamente las funciones de control y supervisión de manera óptima. Esto genera demoras en la atención de los reclamos presentados por los usuarios debido a interferencias presentes.



Figura1.4 Operación del equipamiento de la estación móvil
Fotografía Estación móvil THALES (sede central MTC, 2013)

La tecnología de estos equipos solo permiten realizar monitoreo por debajo de las frecuencias en que vienen operando los servicios de telecomunicaciones e incluso la potencia de algunos equipos tienen niveles tan bajos que no tienen el alcance suficiente para obtener buenas mediciones. Asimismo, el equipamiento THALES utiliza un sistema operativo discontinuado sin soporte técnico el cual es obsoleto y lento, y emplea a su vez un computador antiguo el cual es muy difícil de conseguir repuestos para ella, lo cual significaría que si se fabrican repuestos especiales para este equipamiento se generaría costos muy elevados, debido a que se trata de equipos muy especializados que no son de fabricación comercial por lo cual no se tienen en stock.

b) Fallas técnicas del equipamiento actual

Las fallas técnicas que presentan los equipos no permiten ejecutar las funciones de control y supervisión del espectro radioeléctrico en forma eficiente, debido al agotamiento de la vida útil de los equipos; lo cual se ve reflejado en la menor efectividad para la localización de estaciones sin título habilitante o detección de problemas de interferencia. Los problemas que se presentan son debido a la falta de repuestos para el mantenimiento y la inexistencias de los medios suficientes para realizar la calibración de equipos y repuestos que por su antigüedad ya no se encuentran disponibles en el mercado. Asimismo, no se cuenta con accesorios como baterías, conectores, adaptadores, filtros, entre otros que no permiten realizar mediciones adecuadas y veraces con los analizadores de espectros.

c) Pérdida de capacidad operativa:

La pérdida en capacidad operativa en el control y supervisión del uso del espectro radioeléctrico, viene generando los siguientes efectos:

- Interferencias perjudiciales en el uso del espectro
- Cambio de características técnicas sin autorización
- Existencia de estaciones clandestinas
- Falta de monitoreo continuo de las estaciones radioeléctricas
- Registro automático de las mediciones realizadas

Cabe indicar que la carencia de equipamiento moderno y acorde con las necesidades actuales de la demanda de uso del espectro radioeléctrico en nuestro país, viene limitando el desarrollo de las funciones de control y supervisión del espectro radioeléctrico.

Esta situación trae como resultado una disminución de la calidad de los servicios de telecomunicaciones y como consecuencia condiciones desfavorables para el desarrollo del Sector Comunicaciones.

d) Interferencias perjudiciales y estaciones clandestinas

El no contar con equipos de una capacidad acorde a la demanda del mercado de las comunicaciones, no permite detectar a tiempo la existencia de estaciones clandestinas que hacen uso de la frecuencia asignada a operadores formales y como consecuencia se producen las interferencias en las señales de transmisión que finalmente afecta a los operadores que no dan un buen servicio y genera malestar en los usuarios.



Figura1.5 Estación fija de comprobación técnica y radiogoniometría
Fotografía Estación fija THALES (sede central MTC, 2012)

e) **Infracciones en el uso del espectro**

Otro efecto ocasionado por no contar con equipamiento en óptimas condiciones viene generando la ocurrencia de infracciones, debido a que al no contar con el equipamiento adecuado, de tecnología moderna, es difícil detectar operadores que hacen uso de frecuencias mayores a las asignadas a los mismos, esto porque los equipos con que cuentan las estaciones CER no tienen el alcance necesario y solo permite realizar monitoreos por debajo de la frecuencia que vienen operando los servicios de comunicaciones actualmente.

1.2 Administración de Gestión del Espectro

ELLIPSE es el sistema de gestión utilizado que permite gestionar la información administrativa y técnica de los servicios de telecomunicaciones: Trámite Documentario, Gestión Técnica de Autorizaciones y Concesiones de Telecomunicaciones, Planes de

Canalización, Internamiento y Homologación de Equipos y Antenas, impresión automática de Anexos Técnicos, Licencias de Operación, Certificados de Homologación, entre otros, así como la emisión de reportes administrativos, técnicos, administrativos/técnicos, gerenciales y estadísticas para la ayuda de toma de decisiones.

Actualmente, el Sistema contiene: la información técnica y administrativa de los Servicios de Radiodifusión y Servicios Privados, y la información administrativa de los Servicios Públicos.

El Sistema cuenta con una herramienta técnica de Gestión del Espectro con la cual se pueden realizar cálculos de ingeniería para facilitar la asignación de frecuencias (Simulaciones: modelos de propagación).

Entre los datos principales de las estaciones Tx/Rx que almacena el sistema ELLIPSE, están los siguientes:

- Indicativo
- Tipo de Servicio
- Clase
- Potencia de operación
- Frecuencia (Emisión y/o Recepción según corresponda)
- Bloques Horarios
- Emisión
- Ubicación (Dirección, Ubicación Geográfica, coordenadas)

1.2.1 Servidores

El NOC (Network Operations Center) es el Centro de Principal de la Red del Sistema Gestión del Espectro Radioeléctrico, la cual se encuentra localizado en la sede central del MTC, la cual es administrada exclusivamente por personal de la Oficina de Tecnología de la Información (OTI) quien tiene a su cargo un grupo de desarrolladores de sistemas e ingenieros de sistemas con las herramientas necesarias para el mantenimiento de la base de datos que están compuestos por lo siguiente:

1. Servidor de Base de datos Técnicos Administrativos y Cartográficos (SUN - ES3500) adquirido el año 2002.
2. Servidor de cálculo (SUN – E450) adquirido el año 1997.

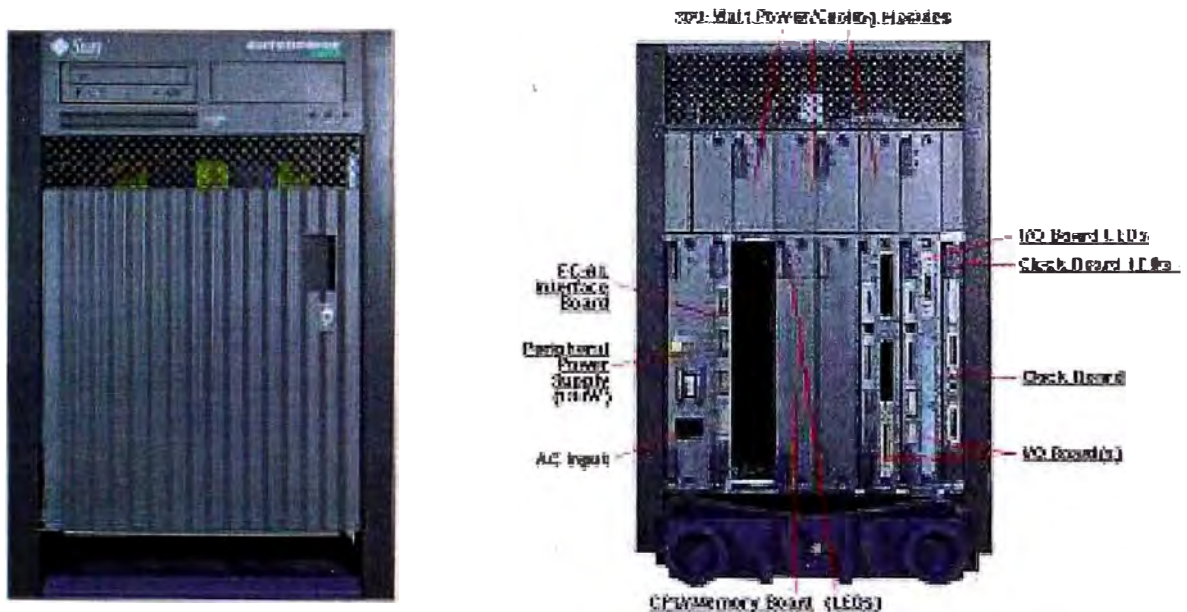


Figura 1.6 Servidor de base de datos SUN-ES3500

Fuente: Sun microsystems (wikipedia, internet)

1.3 Consecuencias de mantener el actual sistema de Gestión.

Durante las pruebas técnicas realizadas al sistema de Gestión del Espectro Radioeléctrico en mayo de 1998 y la migración de la antigua base de datos Ganimede a finales de 1998, se dio cuenta de la necesidad de contar con mapas digitalizados de mayor resolución. Asimismo, se comunicó la necesidad de actualizar la información encontrada de la base de datos y el levantamiento de datos nuevos para aplicaciones técnicas que incluyan a la Unidad Especializada en Concesiones de Telecomunicaciones (UECT).

1.3.1 Principales Problemas.

Debido a la falta de mapas digitalizados de mayor resolución durante la evaluación técnica de los expedientes se pudieron encontrar los siguientes problemas:

- Faltan los modelos de HF (UIT –R P.533) y MF (Rio – RJ81), no se encuentran presentes en el sistema.
- Imprecisión en altitud y lentitud en la carga de los mapas MNT y escaneado respectivamente.
- Imprecisión y ausencia de algunos datos técnicos de las estaciones así como patrones de antenas.
- Lentitud en los cálculos técnicos.
- No inclusión en el software de las redes del tipo microondas y satelital.
- Integración del sistema de control con el sistema de gestión (pc-socket).

- Cálculos incorrectos en las redes móviles terrestres (campos nulos en frecuencias de Rx o Tx).
- Actualización de altitudes en los sitios después de una migración o adición de mapa cartográficos.

Los problemas señalados no permiten aprovechar completamente las funcionalidades del Sistema Integrado (Gestión – Comprobación Técnica).

1.3.2 Problemas debido a los datos técnicos de las estaciones

Las estaciones de radio que se encontraban registradas en la base de datos Ganimedes y luego migradas al sistema Ellipse pueden ser visualizados sobre el Ellipse administrativo y técnico con una coordenada, altura de torre, indicativo y patrón de radiación de antena diferente a la autorizada y en algunos casos colocada por defecto, en las estaciones del teleservicio privado se viene actualizando progresivamente esta información durante la renovación de la estación radioeléctrica, para el caso de las estaciones de radiodifusión esta información se encuentra actualizada.



Figura1.7 Comparación coordenadas morro solar

Fuente: Modelamiento Ellipse 5.4.9 (Cril Technologies, MTC)

Coordenadas: El error originado por el uso particular de sistemas de referencias diferentes o caducas crea estaciones fuera de la ciudad y en algunos casos estaciones fantasmas como estaciones de radiodifusión creadas sobre el mar, hasta que luego de migración se

normalizo el uso del sistema geo-referencial DATUM WGS84. Este error en las coordenadas de las estaciones radioeléctricas aparente en forma, se ha comprobado que genera problemas en la evaluación de cálculos de propagación y en las misiones automáticas donde utiliza tiros de Goniometría para el control sistemático de emisores.

Alturas de torre, centro de irradiación: Originado por la falta de este dato en la mayoría de las estaciones en el sistema antiguo utilizado por Ganimedede. Mucho de estos valores en el momento de la migración se colocaron por defecto para ser utilizado en la evaluación técnica. La mayor cantidad de errores se encuentran en las estaciones del Servicios Privados de radiocomunicación. Esto ha Originado problemas en los cálculos de propagación y en las misiones donde se efectúan mediciones de intensidad de campo, misiones ATR y el módulo de control.

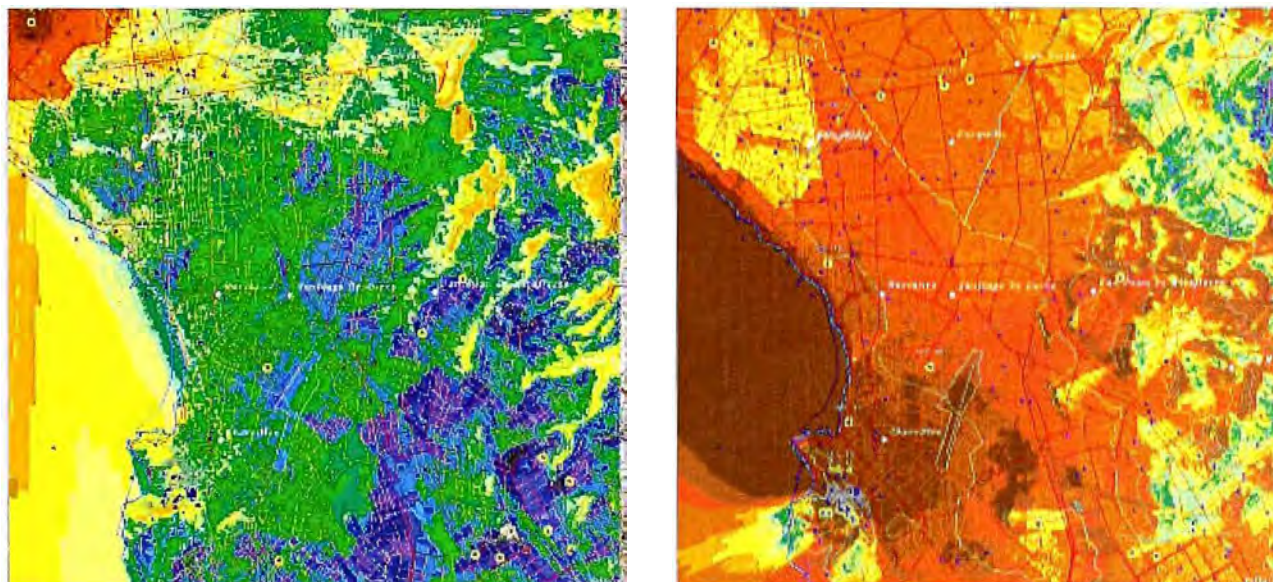


Figura1.8 Comparación áreas de cobertura
Fuente: Modelamiento Ellipse 5.4.9 (Cril Technologies, MTC)

Indicativos: Originado por la ausencia de control de ingreso de datos de las estaciones en los indicativos en el sistema antiguo que no permitían búsqueda dinámica de la estaciones radioeléctricas. Para ello cuando el módulo de control del espectro del Ellipse administrativo integra un requerimiento de un archivo proveniente del sistema de control, el criterio de búsqueda tiene una relación directa con los indicativos; si este dato es incorrecto entonces el programa no devuelve ningún dato en el momento de hacer la consulta. Esto dificulta la generación de los archivos check-list usados en el sistema de control durante las misiones automáticas. Para el caso de Radiodifusión sonora y TV este problema ha sido corregido.

Patrones de radiación de antenas: Originado por ser un dato inexistente en el sistema antiguo Ganimede. Este problema es el que introduce mayor error, porque ninguna estación posee este dato que relacione la estación radioeléctrica con el tipo de antena utilizado. Se ha creado antena por defecto la cual no corresponde a la estación. Esto origina problemas en los cálculos de propagación y en las misiones donde se efectúan mediciones de intensidad de campo, misiones ATR y el módulo de control.

1.3.3 Problemas normativos y de reglamentación

- Plan de canalización: La falta de un plan de canalización para algunos servicios de Telecomunicaciones no permite usar el módulo de Cálculo de C/I. Especialmente para el Servicio Privado de telecomunicaciones.
- Normas técnicas: La falta de algunas normas técnicas de algunos servicios dificultan la utilización del módulo C/I. Especialmente para el servicio privado de telecomunicaciones.
- Grupos y flotas de móviles: Al crearse las entidades grupo y flota de móviles en las redes móviles se dispondrá completamente de las herramientas de interferencias de estaciones base y estaciones móviles.



Figura 1.9 Servidor de cálculo SUN-E450
Fuente: Sun microsystems (wikipedia, internet)

1.4 Sistema de Comunicaciones fija y móvil con la estación central

La red de comunicaciones del Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico está compuesta por una red de comunicaciones de voz y datos, los cuales son provistos por la empresa operadora Telefónica del Perú.

1.4.1 La red de Comunicaciones de voz

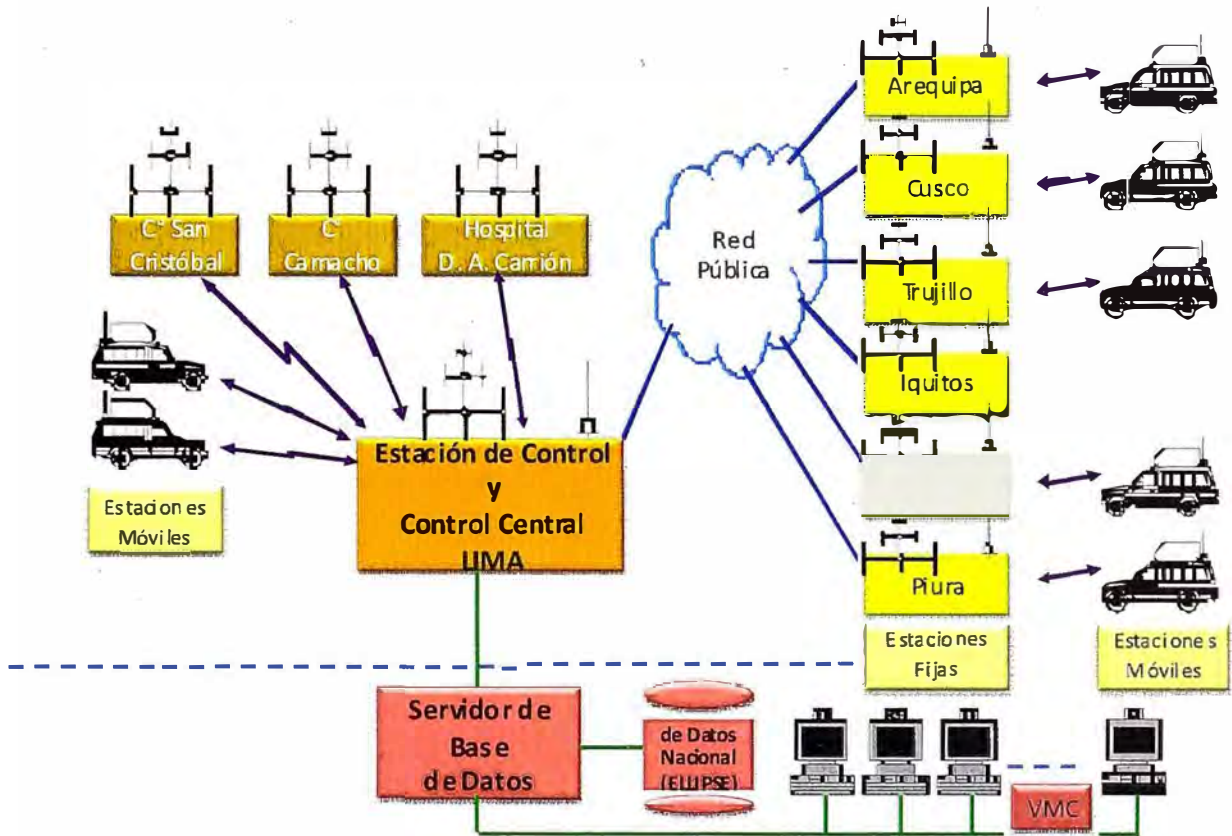
La red de comunicaciones de voz instalada en los vehículos del Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico permite comunicar las unidades móviles de radiogoniometría con la estación fija de cada ciudad, para lo cual se utilizan equipos de radiocomunicación marca ALCATEL. Esta comunicación de voz directa sirve para coordinar las acciones que deben tomarse durante la detección de estaciones radioeléctricas no autorizadas o durante el desarrollo de las inspecciones técnicas, esta forma de comunicación fue adoptada el año 1997 debido a que las comunicaciones móviles celulares se encontraban en pleno desarrollo y por los altos costos que se pagaban por las llamadas.

Asimismo, por este equipo de comunicación radial se realizaba la transmisión de datos de radiogoniometría, debido a que por vía celular solo podía ser provista por una sola empresa operadora y con una tasa de error muy alta que no permitía recibir en tiempo real los datos para realizar la triangulación de la estación radioeléctrica y que continuamente tenía una gran cantidad de pérdida de datos que cortaban el canal de comunicaciones, por tal razón la empresa THALES aprovechó esta comunicación radial instalada y propuso el acoplamiento al equipo de radio ALCATEL la instalación de un radio-modem marca AOR que enlazaría la pequeña red LAN de la unidad móvil que formaban el computador industrial, receptor de comunicaciones y la impresora con la red LAN de la estación fija de cada ciudad.

Esta solución de comunicación fija-móvil también quiso utilizarse para conectar la unidad móvil con la base de datos Ellipse. Sin embargo, esta solución no fue tan exitosa debido a que el envío de información era lento ya que solo podía ser utilizado para la localización de estaciones que constantemente se encontraban transmitiendo como por ejemplo las estaciones de Radiodifusión Sonora que no tenían título habilitante, por esta razón la función encargada para la búsqueda de estaciones ilegales era eventualmente cargada al sistema de la unidad móvil en las instalaciones de la estación de cada ciudad.

1.4.2 La red de comunicaciones de datos con la estación central Lima

Esta red es utilizada exclusivamente por el Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico, inicialmente era utilizada básicamente para conectarse directamente con la base de datos Ellipse ubicada en la sede central Lima, la cual tiene información actualizada de las estaciones radioeléctricas que cuentan con habilitante.



6

Figura1.10 Red de comunicaciones actual del MTC

Fuente: Información técnica proyecto RIECER (MTC)

Desde el año 2004 esta red de datos denominada Frame Relay fue migrada por la empresa Telefónica del Perú a la red IP/MPLS debido a sus altos costos de mantenimiento y la no posibilidad de crecimiento del ancho de banda de las conexiones de red a sus clientes que les permita ofrecer otros nuevos servicios. Esta nueva red IP/MPLS le ha permitido al MTC tener una red privada virtual (VPN) de mayor velocidad es decir una conexión de 128Kbps que permite una comunicación en estrella y poder utilizar a nivel nacional Voz sobre IP (VoIP) sin tener que realizar la conmutación de circuitos en la ciudad de Lima, como este servicio requiere una comunicación constante y sin interrupciones se propuso a la empresa Telefónica del Perú conectarlo a una línea de respaldo (backup) Red Digital de Servicios Integrados (RDSI) que lo proteja ante eventuales caídas del sistema.

CAPÍTULO II MARCO TEORICO

En este capítulo se desarrolla las componentes de las estaciones de gestión y comprobación técnica de acuerdo a las recomendaciones de la UIT, describiendo el equipamiento y funcionamiento de las estaciones fijas y móviles. Asimismo, se describe el método de localización desarrollado por el equipamiento THALES para la detección de estaciones radioeléctricas desconocidas en la banda de 20 MHz a 3GHz.

2.1 Sistema de comprobación técnica del Espectro

El Sistema de comprobación técnica del Espectro se encuentra constituido por una estación de comprobación técnica para el mantenimiento de equipos, una estación fija de comprobación técnica (control y monitoreo) de la banda V/UHF, una estación fija para el monitoreo de la banda HF, una estación técnica de localización, una estación técnica identificadora de señales, estaciones remotas, estaciones móviles monitoreo y un servidor de archivos de entrada y salida para la comunicación con la base de datos.

2.1.1 Ubicación del Sub-Sistema de comprobación técnica

Los lugares para la ubicación de las Estaciones de Control y Monitoreo del Espectro Radioeléctrico son seleccionados teniendo en consideración las recomendaciones emitidas por la Unión Internacional de Telecomunicaciones – UIT, para lo cual deben reunir condiciones adecuadas para la medición de radiofrecuencias según las recomendaciones señaladas en el manual de comprobación técnica del espectro y cumplir tres principios importantes:

- localizarse en lugares apropiados a la zona que se va a supervisar (cobertura geográfica adecuada).
- estar protegidos contra obstáculos.
- tener protección electromagnética.

En la medida en que sea posible, debe seleccionarse un emplazamiento en el que los campos de las emisiones a registrar estén relativamente libres de perturbación por

estructuras locales o accidentes del terreno. En particular, los emplazamientos destinados a mediciones por debajo de unos 30 MHz deben presentar un suelo liso situado en una zona relativamente llana, de conductividad moderadamente elevada y libre de grava o afloramientos de rocas. Los conductores descubiertos, edificios, grandes árboles, colinas y otros accidentes artificiales y naturales de las cercanías pueden distorsionar o perturbar gravemente el frente de ondas de la emisión. El grado en que estas condiciones pueden limitar la validez de las mediciones depende de varios factores entre los que se incluyen la gama de frecuencias y el tipo y orientación de la antena utilizada. En las gamas métricas (VHF) y decimétricas (UHF), en las que se utilizan antenas muy directivas, es importante que esté despejado el trayecto en la dirección general de la fuente de señal; además, debe reducirse al mínimo la recepción por multitrayecto debida a reflexión local o a nueva radiación de la señal deseada.

TABLA N° 2.1 Distancias mínimas de obstáculos

Obstáculo	Distancia mínima (m)
Edificios no metálicos de un solo piso: -Edificio aislado -Grupo de edificios	100 (ondas decamétricas) 200
Edificios no metálicos de dos o tres pisos	250
Edificios no metálicos de más de tres pisos	300 o más, dependiendo de la altura
Pequeños edificios con techos metálicos	250
Estructuras metálicas (pequeños hangares, etc.)	800
Depósitos, grandes estructuras metálicas, puentes metálicos	Más de 1500
Líneas telefónicas aéreas, líneas de baja tensión	250-300
Líneas de alta tensión con torres de 20 m de altura	1000
Líneas de alta tensión con torres de 30 m o más	2000-10000
Líneas de ferrocarril o tranvía	1000
Árboles aislados	100
Grupo pequeños de árboles	200
Bosques	800

Cercas metálicas	200 (en ondas decamétricas)
Antenas pequeñas	200
Antenas grandes	400
Lagos, estanque, ríos	1000

Fuente: Manual. Comprobación técnica del espectro. (UIT, 2012, p.83)

2.1.2 Equipamiento del Sistema de Comprobación Técnica

El equipamiento se encuentra compuesto por lo siguiente:

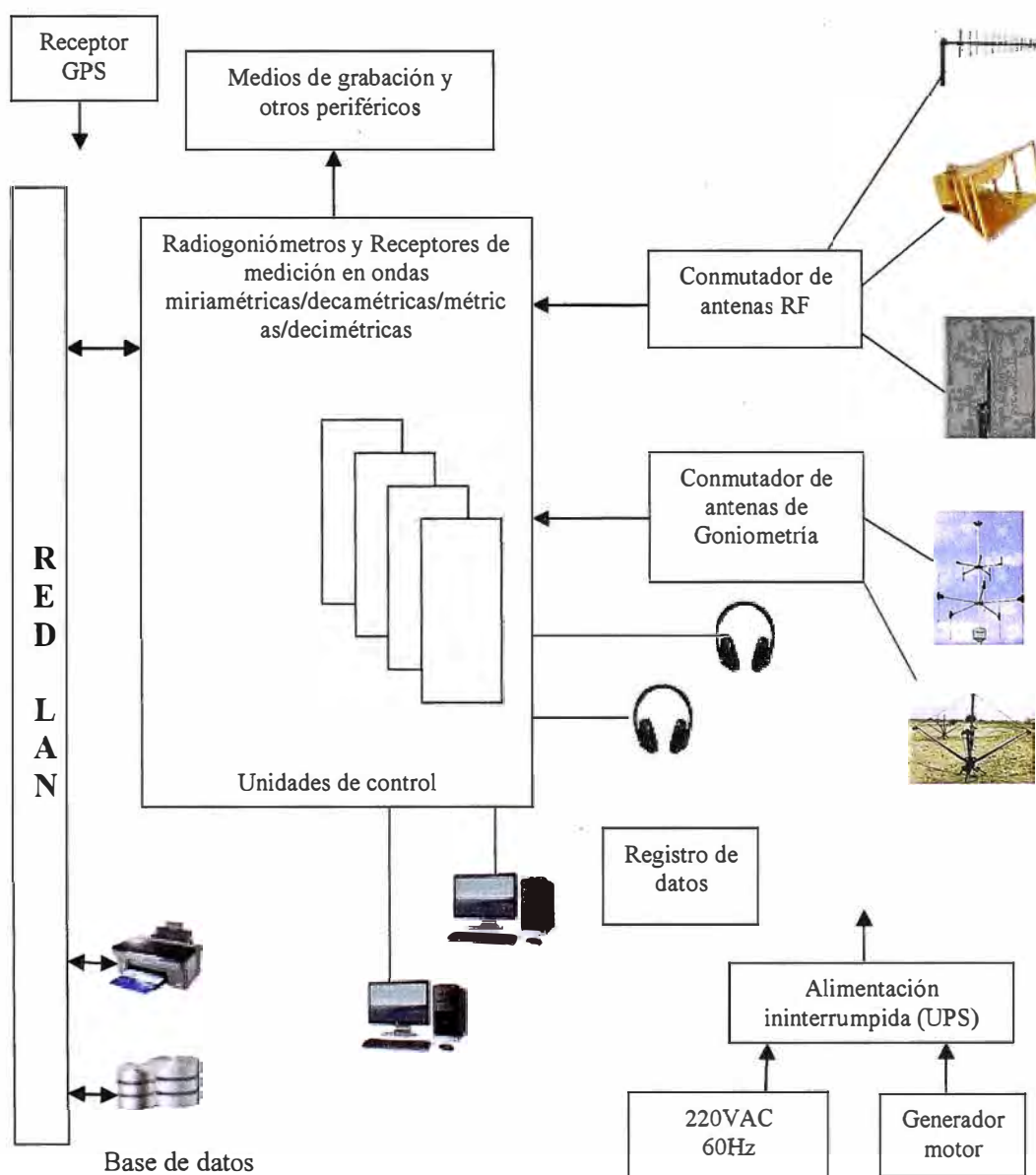


Figura 2.1 Diagrama estación de comprobación técnica
Fuente: Manual. Comprobación técnica del espectro. (UIT, 2012, p.43)

a) Estación Fija de Comprobación Técnica y Radiogoniometría en las bandas de VHF y UHF

Las estaciones fijas de comprobación técnica son el elemento central del sistema de comprobación técnica, permitiendo realizar todas las mediciones dentro de su zona de cobertura, sin limitaciones tales como insuficiencia del espacio de trabajo, dificultad de erigir las antenas y restricciones en suministro de energía. En la figura anterior se presenta el diagrama de bloques de una estación fija de comprobación técnica la cual se conecta vía red a la base de datos central, este modelo de estación fija de comprobación técnica del espectro ha de adaptarse a las funciones respectivas de la estación.

Para determinar el emplazamiento de una estación de comprobación técnica fija se debe tener en cuenta dos enfoques posibles: Se puede escoger un lugar donde cabe esperar una mínima interferencia de ruido artificial y emisiones radioeléctricas, o bien una zona densamente poblada en la que pueden recibirse gran cantidad de emisiones, incluso emisiones de baja potencia.

El primer enfoque es particularmente adecuado para estaciones de comprobación técnica en ondas decamétricas (HF), muy sensibles a las interferencias, y en las que las condiciones de propagación permiten alejarse de los transmisores.

La segunda opción es adecuada para las estaciones de comprobación en ondas métricas (VHF)/decimétricas (UHF), ya que las condiciones de propagación no permiten situar tales estaciones lejos de los transmisores. Sin embargo, hay que tener mucho cuidado de no sobrecargar los receptores con señales intensas, procedentes de transmisores de radiodifusión, por ejemplo, creando productos de intermodulación.

De acuerdo a la **Rec. ITU-R SM.1392-2** y la implementación de la estación de comprobación técnica del MTC podemos indicar que el equipamiento básico con la cual se implementa las estaciones fijas V/UHF y HF son las que se muestran en las tablas 2.2 y 2.3.

TABLA N° 2.2 Equipamiento Estación Fija V/UHF

Ítem	Designación	Cantidad
1	Antenas	
1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo 20 MHz – 300 MHz	1
1.3	Cables de antenas (RF y filares)	1
2	Receptores digitales	
2.1	Receptor digital Multicanal Multifunción con: 1 canal radioeléctrico de medición y goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz 1 canal radioeléctrico de goniometría en la banda 20 MHz – 3000 MHz	1
2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	1
3	Estación Técnica de Monitoreo y Goniometría	
3.1	Computadora básica	
3.1.1	PC equipado con pantalla color, teclado y mouse	1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal	
3.2.1	para la goniometría	1
3.2.2	para las mediciones	1
3.2.3	Tarjeta de sonido	1
4	Software de Control	
4.1	Específicos	
4.1.1	Goniometría	1
4.1.2	Monitoreo	1
4.1.3	Manejo del Sistema de Control	1
4.2	Estándar	
4.2.1	Sistema Operativo Windows procesador de textos	1
5	Estación Técnica de Localización	
5.1	PC equipado con pantalla color, teclado y mouse	1
6	Software de Control	
6.1	Específicos	
6.1.1	Software de localización	1
6.2	Estándar	
6.2.1	Sistema Operativo Windows procesador de textos	1
7	Servidor de Comunicaciones	
7.1	Servidor Básico	
7.1.1	PC equipado con procesador, pantalla Color, teclado y mouse	1
7.1.2	Sistema Operativo Windows procesador de textos	1

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

b) Estación Fija de Comprobación Técnica en la banda de HF

Las estaciones fijas de comprobación técnica HF son esenciales para el monitoreo de los sistemas de radiocomunicación HF, permitiendo monitorear el huso horario de las estaciones de radiocomunicación HF autorizadas.

TABLA N° 2.3 Equipamiento Estación Fija HF

Ítem	Designación	Cantidad
1	Antena	
1.1	Antena HF	
1.1	Antena de escucha 9 kHz – 30 MHz	1
1.2	Cables de antenas (RF)	1
2	Receptores digitales	
2.1	Receptor digital Multicanal con: 1 canal radioeléctrico de medición en la banda 9 kHz – 30 MHz	1
2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	1
3	Estación de Monitoreo HF	
3.1	Computadora básica	
3.1.1	PC equipado con pantalla Color, teclado y mouse	1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal	
3.2.1	para las mediciones	1
3.2.3	Tarjeta de sonido	1
4	Software de Control	
4.1	Específicos	
4.1.2	Monitoreo	1
4.2	Estándar	
4.2.1	Sistema Operativo Windows procesador de textos	1

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

c) Estación Fija No Atendida de Radiogoniometría (Remotas) en las bandas de VHF y UHF

El principal inconveniente de las estaciones de comprobación técnica fijas, atendidas, es su propia condición de fijas y el no poder, por razones económicas, instalarse en número suficiente. En consecuencia, tales estaciones suelen complementarse con estaciones de comprobación técnica controladas remotamente a distancia (estaciones no atendidas), que pueden ir equipadas con receptores piloto de comprobación y/o radiogoniómetros, dependiendo de su finalidad. El equipo avanzado no sólo permite que las estaciones sean explotadas por un operador distante, sino además que los programas de medición se realicen automáticamente y los resultados se transmitan en un momento posterior a la estación de comprobación atendida, o que suene una alarma cuando se sobrepasan ciertos límites.

El equipamiento básico de este tipo de estaciones se muestra en la tabla 2.4.

TABLA N° 2.4 Equipamiento estación no atendida V/UHF

Ítem	Designación	Cantidad
1	Antenas de goniometría	
1.1	Antenas VHF/UHF	
1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo	1
1.2	Cables de antenas (RF y filares)	1
2	Receptor digital	
2.1	Receptor Multicanal con: 2 canales radioeléctricos de goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz	1
3	Computadora de Control	
3.1	Computadora básica	
3.1.1	PC equipado con pantalla Color, teclado y mouse	1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal	
3.2.1	para la goniometría	1
3.2.2	Tarjeta de sonido	
3.2.3	Control de seguridad	
4	Software	
4.1	Específicos	
4.1.1	Localización	1
4.2	Estándar	
4.2.1	Sistema Operativo Windows procesador de textos	1
5	Equipo de comunicación	
5.1.1	Enlace radio microonda	1
6	Periféricos	
6.1	Control de seguridad	1
6.2	UPS	1
7	Varios	
7.1	Cableado de la estación	1
7.2	Bastidor para los equipos de medición	1
7.3	Kit de protección contra los rayos (Pararrayos)	1

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

d) Estación Móvil de Comprobación Técnica y Radiogoniometría en las bandas de HF, VHF y UHF

Las estaciones móviles de comprobación técnica tienen la función de realizar todas aquellas operaciones de supervisión en las que la baja potencia de los transmisores, la gran directividad de las antenas y las especiales características de la propagación imposibilitan que las mediciones sean realizadas por las estaciones fijas, este inconveniente es solucionado por la estación móvil de comprobación técnica ya que se desplaza con un equipamiento similar al utilizado en las estaciones fijas.

Examinamos aquí los aspectos especiales de las tareas de comprobación técnica que sólo atañen a la aplicación móvil, puesto que las consideraciones comunes a todos los problemas de emplazamiento, medición, conexión en red, manipulación de datos, etc., se verá posteriormente.

El diseño de una estación móvil de comprobación técnica varía notablemente según sea su finalidad, alcance y condiciones de explotación. La complejidad del equipo y su correcto funcionamiento, unidos a los problemas de peso y de consumo de energía, hacen que en general se necesite un vehículo especialmente equipado capaz de desplazamiento rápido como por ejemplo las unidades móviles 4X4. En algunos casos, la unidad móvil debe incorporar equipo portátil adicional para realizar mediciones especializadas en emplazamientos no fácilmente accesibles por el vehículo como los vehículos de inspección.

TABLA N° 2.5 Equipamiento estación móvilH/V/UHF

Ítem	Designación	Cantidad
1	Antenas	
1.1	Antenas VHF/UHF	
1.1.1	Red de antenas de goniometría y monitoreo para vehículos 20 MHz – 3000 MHz	1
1.1.2	Antena para recepción de señales de televisión	1
1.1.3	Cables de antenas (RF y filares)	1
1.2	Antena HF	1
1.2.1	Antena de escucha 9 kHz. – 30 MHz	1
2	Receptores digitales	1
2.1	Receptor digital Multicanal Multifunción con: 1 canal radioeléctrico de medición y goniometría en la banda 20 MHz – 300 MHz 1 canal radioeléctrico de goniometría en la banda 20 MHz – 3000 MHz 1 canal radioeléctrico de medición en la banda 9 kHz – 30 MHz	1
2.2	Receptor GPS para la referencia de frecuencia y tiempo, con su antena	1
2.3	Brújula magnética digital, con su antena	1
3	Computadora de Control	
3.1	Computadora básica	
3.1.1	PC equipado pantalla Color, teclado y mouse	1
3.2	Tarjetas de procesamiento de señal	
3.2.1	para la goniometría	1
3.2.2	para las mediciones	1
3.2.3	Demodulador de señal de televisión analógica	1
3.2.4	Tarjeta de sonido	1
3.3	Periféricos	
3.3.1	Impresora Láser	1
4	Software	
4.1	Específicos	
4.1.1	Radiogoniometría	1
4.1.2	Monitoreo	1
4.1.3	Localización	1
4.2	Estándar	
4.2.1	Sistema Operativo Windows procesador de textos	1
5	Vehículo	
5.1	Camioneta 4X4 a Petróleo	1
5.2	Radomo para antenas de Radiogoniometría	1
5.3	Aire acondicionado reforzado	1
5.4	Producción de energía	1
5.5	UPS	1
5.6	Bastidor para los equipos de medición	1
5.7	Kit de protección eléctrica	1

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

e) Vehículos de Inspección (con equipamiento portátil)

Las estaciones móviles de inspección son utilizadas especialmente para el traslado del personal técnico con equipamiento portátil, antenas portátiles y mástil de antenas cuyas mediciones son realizados en lugares de difícil acceso para las unidades móviles. Los equipos portátiles son alimentados directamente desde la unidad móvil.

TABLA N° 2.6 Equipamiento vehículo de inspección

Ítem	Designación	Cantidad
1	Vehículo Camioneta 4X4 a Petróleo	1
2	Equipos de Medición portátil	1
3	Juego de antenas de recepción	1
4	Frecuencímetro portátil	1
5	Analizador de espectro	1
6	GPS	1
7	Cámara digital	1
8	Scanner de comunicaciones	1

Fuente: Propuesta técnica implementación proyecto CER (licitación MTC, 1996)

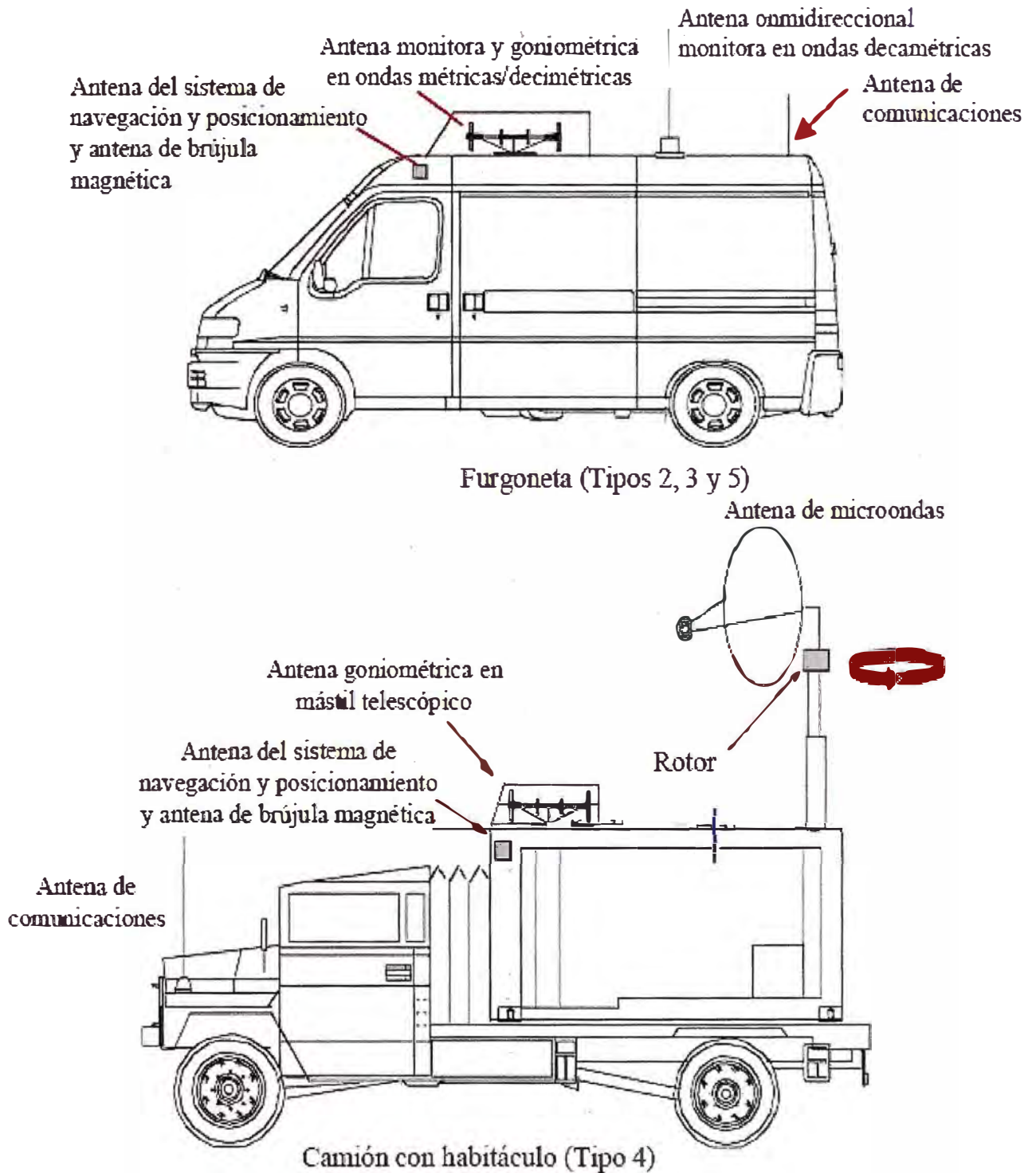


Figura 2.2 Estación móvil de comprobación técnica y radiogoniometría
 Fuente: Manual. Comprobación técnica del Espectro (UIT, 2012, p.69)

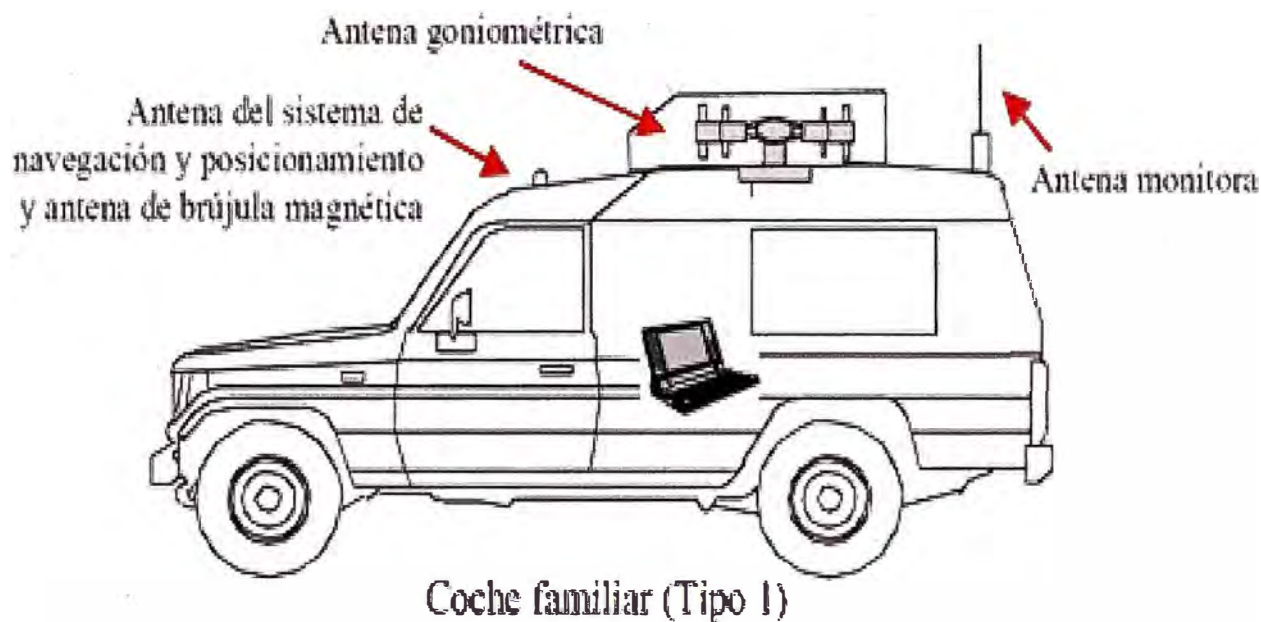


Figura 2.3 Estación móvil de comprobación técnica y radiogoniometría
Fuente: Manual. Comprobación técnica del Espectro (UIT, 2012, p.69)

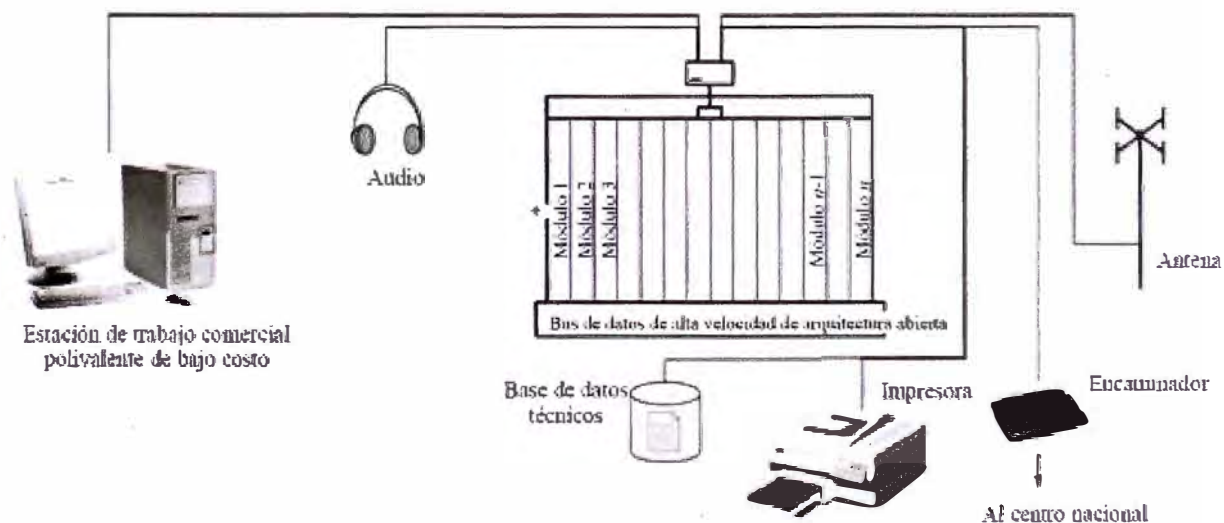


Figura 2.4 Estación comprobación técnica automatizada
Fuente: Manual. Comprobación técnica del Espectro (UIT, 2012, p.168)

2.2 Fundamentos de Gestión del Espectro

Para operar adecuadamente una estación de comprobación técnica del espectro es necesario establecer una estructura de la gestión del espectro realizada en torno de funciones básicas como las que se describen en el Manual de gestión nacional del espectro

de la UIT-R. Considerando los requerimientos de información técnica que requieran cada una de las oficinas del MTC.

En tal sentido, es necesario implantar una base de datos la cual permitirá el análisis de los elementos de datos (en cantidad y calidad) necesarios para una gestión eficaz del espectro. Esto lleva consigo un análisis de los datos, así como de las proporciones en que se encuentran recogidos en papel o en soporte electrónico y la integración de ambos en el nuevo sistema de procesamiento de la información, todo lo cual racionalizará el flujo de información y garantizará su almacenamiento (**Recomendación UIT-R SM.1413**).

Asimismo, Deben determinarse las funciones y los módulos de las aplicaciones a la ingeniería necesarias, que principalmente incluirán o comprenderán:

- Asignación de las frecuencias;
- Análisis de los sistemas de ingeniería;
- Interferencias y compatibilidad electromagnética;
- Cálculo de la facturación por derechos;
- Inspección;
- Homologación – aprobación;
- Informes/relaciones.

Estos módulos de programas de aplicación deben estar interconectados directamente con la base de datos de gestión administrativa. El Capítulo 7 del Manual del UIT-R «Gestión nacional del espectro» contiene una lista de los módulos básicos y opcionales requeridos.

2.2.1 Estructura y coordinación

Las actividades de gestión del espectro han de llevarlas a cabo un organismo gubernamental o una combinación de organismos gubernamentales y organizaciones del sector privado.

2.2.2 Proceso decisorio

Los procesos elaborados para atribuir espectro, asignar frecuencias a concesionarios específicos y supervisar la conformidad con las condiciones de la licencia son instrumentos fundamentales para la consecución de los fines y objetivos nacionales. Los órganos administrativos responsables de la elaboración de normas y reglamentos que regulan el espectro deben definir un proceso decisorio organizado que garantice la gestión ordenada y

puntual del espectro. El proceso debe conducir a decisiones que sirvan al interés público respetando al mismo tiempo los planes y políticas nacionales relativas al espectro, los desarrollos tecnológicos y las realidades económicas. A menudo, tales procesos dependerán de la existencia de órganos consultivos a fin de tomar las decisiones adecuadas.

2.2.3 Responsabilidades funcionales

La estructura de gestión del espectro se articula lógicamente entorno a las funciones que debe llevar a cabo. Las funciones básicas son:

- Política de gestión del espectro y planificación/atribución del espectro;
- Asignación de frecuencias y licencias;
- Normas, especificaciones y autorización de equipos;
- Control del espectro (inspección y comprobación técnica);
- Cooperación internacional;
- Coordinación y consulta;
- Apoyo técnico;
- Apoyo informático;
- Apoyo administrativo y jurídico.

Las funciones de apoyo administrativo y jurídico deberán formar parte de la organización gestora del espectro, pero, al ser comunes a todas las organizaciones, no es necesario examinarlas en relación con la gestión del espectro.

a) Política de gestión del espectro y planificación/atribución del espectro

La organización nacional de gestión del espectro debe crear y aplicar políticas y planes de utilización del espectro radioeléctrico, teniendo en cuenta tanto los adelantos tecnológicos como la realidad social, económica y política. La política nacional de radiocomunicaciones se asocia normalmente con la elaboración de reglamentos, porque éstos suelen ser la consecuencia de la adopción de políticas y planes. En consecuencia, una de las funciones primordiales de la unidad de política y planificación suele ser el estudio de las necesidades del país, actuales y futuras, en materia de radiocomunicaciones, así como la adopción de políticas que garanticen la mejor combinación posible de sistemas de radiocomunicaciones y de comunicaciones inalámbricas para satisfacer dichas necesidades.

El principal resultado de la actividad planificadora y política es la atribución de bandas de frecuencias a los diferentes servicios de radiocomunicaciones. Asociar bandas de frecuencia

a usos específicos constituye el primer paso para promover la utilización del espectro. Hay otras consideraciones que derivan de las decisiones de atribución tales como las normas, los criterios de compartición, los planes de disposición de canales, etc.

b) Asignación de frecuencias y licencias

Facilitar o asignar frecuencias representa el eje de la actividad diaria de la organización de gestión del espectro. La unidad de asignación de frecuencias lleva a cabo o coordina la ejecución de los análisis necesarios para escoger las frecuencias más adecuadas para los sistemas de radiocomunicaciones. También coordina todas las asignaciones proyectadas con relación a las existentes.

c) Especificación de normas y autorización de equipos

Las normas establecen las bases de interfuncionamiento de los equipos y circunscriben el ámbito de utilización de las radiocomunicaciones a aquel para el que se concibieron. En muchos casos, como en los sistemas de comunicación y navegación aéreas, los equipos deben poder interfuncionar con equipos explotados por otros usuarios y a menudo por otros países. Las normas pueden utilizarse para imponer características de diseño que garanticen la viabilidad de funcionamiento. El segundo aspecto de las normas es la de asegurar la compatibilidad electromagnética (CEM) de un sistema con su entorno y normalmente ello supone limitar las señales transmitidas a una anchura de banda especificada o mantener un nivel concreto de estabilidad para no causar interferencias a otros sistemas. En algunos casos, una administración puede optar por fijar normas para los receptores que impongan un cierto nivel de inmunidad frente a las señales no deseadas. El establecimiento de un programa adecuado de normas nacionales constituye la base para evitar la interferencia perjudicial y, en algunos casos, para asegurar la calidad de funcionamiento deseada del sistema de comunicaciones.

d) Control del espectro (inspección y comprobación técnica)

La gestión eficaz del espectro depende de la capacidad que tenga el gestor para controlar la utilización del espectro mediante la aplicación de la normativa que rige el espectro. Este control se basa fundamentalmente en inspecciones y comprobaciones técnicas. Véase el Manual sobre Gestión nacional del espectro de la UIT.

e) Las inspecciones

Se debe otorgar a los servicios de gestión del espectro la potestad de aplicar la

normativa que rige la utilización del espectro y establecer las sanciones adecuadas. Por ejemplo: el servicio de gestión del espectro debe estar facultado para identificar una fuente de interferencia y exigir que ponga fin a la emisión o confiscar el equipo con sujeción a los procedimientos legales adecuados. Sin embargo, hay que especificar también los límites de dicha autoridad.

f) La comprobación técnica

La comprobación técnica está íntimamente relacionada con la inspección y la conformidad, en cuanto permite la identificación y medición de las fuentes de interferencia, la verificación de la idoneidad de las características técnicas y funcionales adecuadas de las señales radiadas y la detección e identificación de transmisores ilegales. Por otra parte, la comprobación técnica contribuye a la tarea global de la gestión del espectro, proporcionando una medida general de la utilización de los canales y de las bandas, incluidas las estadísticas de disponibilidad de canales y la eficacia de los procedimientos de gestión del espectro. Asimismo proporciona información estadística de naturaleza técnica y funcional sobre el grado de ocupación del espectro. La comprobación técnica es igualmente útil para la planificación, ya que puede ayudar a los gestores del espectro a comparar el nivel de utilización del espectro con las asignaciones inscritas en papel o en forma electrónica. Algunas administraciones han preferido utilizar la comprobación técnica en lugar de registrar las concesiones.

g) Cooperación internacional

La importancia de las radiocomunicaciones trasciende las fronteras nacionales. Los equipos de navegación están normalizados para permitir el desplazamiento por todo el mundo. Los sistemas por satélite facilitan las comunicaciones mundiales. Las fronteras políticas no constituyen un obstáculo para la propagación de las ondas radioeléctricas. Los fabricantes de sistemas de telecomunicaciones producen equipos para muchos mercados y, cuantos más mercados estimulen la comunidad de características, más sencilla y menos cara será el proceso de producción. Por todas estas razones, es importante que el gestor nacional del espectro pueda participar en foros internacionales. Las actividades internacionales comprenden las realizadas en la UIT, en otros organismos internacionales y las discusiones bilaterales entre países vecinos relacionadas con lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT.

h) Coordinación y consulta

Para ser eficaz, la organización gestora del espectro debe comunicarse y consultar con su entorno natural, es decir, los usuarios de las radiocomunicaciones integrados por las empresas, la industria de las comunicaciones, los usuarios gubernamentales y el público en general. Debe difundir la información sobre políticas, reglas y prácticas de la administración y facilitar mecanismos de reacción que permitan evaluar los resultados de las mismas.

i) Apoyo técnico

Puesto que la gestión del espectro comporta la adopción de decisiones en el ámbito de la tecnología, se necesita apoyo técnico para evaluar adecuadamente la información, las capacidades y las opciones involucradas. El apoyo técnico puede ayudar al gestor del espectro de muchas maneras. Por ejemplo, las situaciones de interferencia pueden a menudo evitarse o resolverse por medio del análisis técnico, pueden determinarse las especificaciones de los equipos y las normas necesarias para la compatibilidad entre los sistemas o pueden asignarse las frecuencias utilizando modelos o métodos ideados por los servicios de ingeniería. Asimismo, la resolución de muchos temas relativos a la atribución del espectro puede facilitarse por medio del análisis de la utilización del espectro y de las necesidades futuras.

j) Apoyo informático

El grado en el que los dispositivos de apoyo informático están disponibles para su utilización y son realmente utilizados por la autoridad de gestión del espectro depende de los recursos, prioridades y requisitos particulares del país en concreto. El apoyo informático puede ir desde los registros de licencias hasta cálculos de ingeniería complejos y puede incluir el desarrollo, puesta en servicio y mantenimiento de dispositivos de apoyo para casi todas las actividades de gestión del espectro, incluyendo las propias tareas de registro, la elaboración de previsiones y la gestión financiera asociada a la concesión de licencias.

2.2.4 Características de las funciones de gestión del espectro

Las funciones de gestión del espectro antes descritas deben establecerse para crear un sistema eficaz de gestión del espectro. Sin embargo, no todos los aspectos de cada una de las funciones debe llevarlos a cabo la organización de gestión nacional del espectro. La autoridad política debe, sin embargo, controlar la organización de la gestión nacional del espectro.

2.3 Red de Comunicaciones

La red de comunicaciones de una estación de comprobación técnica depende de varios requisitos expresados por el tiempo de establecimiento o de acceso, velocidad de datos, retardo, disponibilidad de enlace y calidad de los enlaces. Asimismo es importante la naturaleza de la información a transferir, que puede ser digital o analógica. En los equipos modernos pueden transmitirse en formato digital datos analógicos como los de audio.

El diseño de la arquitectura de comunicación ha de tener en cuenta dos niveles de la red. El primer nivel consiste en la interconexión con carácter local de los diferentes dispositivos como son los receptores y analizadores con un computador central. El segundo nivel es la red de área extendida (WAN) merced a la cual se interconectan en red los sitios distantes ubicados en oficinas descentralizadas y unidades móviles que utilizan la red pública.

2.3.1 Red de comunicaciones local

Los equipos tales como receptores y radiogoniómetros pueden ser conectados a una computadora personal (PC) a través de una interfaz serial RS232 que proporciona de 300 a 38 400 bit/s a distancias de hasta 100 m, o a través del bus de interfaz IEEE 488 que proporciona velocidades de 1 Mbit/s a 5 m y admite hasta 16 dispositivos. Posteriormente la PC se encarga de enviar la información dada por los equipos al centro de control a través de diversas redes LAN o WAN.

Los equipos más modernos de una estación de comprobación técnica pueden también conectarse directamente a los PC a través de una LAN, generalmente basada en la tecnología Ethernet. Dependiendo del tipo de arquitectura de red (estrella, bus, fddi) y los cables utilizados (pares trenzados UTP, cable coaxial o cable de fibra óptica) pueden conseguirse velocidades de datos desde 10 Mbit/s, 100 Mbit/s y 1000 Mbit/s.

Asimismo, se puede construir una LAN inalámbrica utilizando en vez de hilos conductores diferentes bandas de frecuencias y tecnologías existentes.

Como sistemas de acceso a las redes LAN inalámbricas se dispone también de enlaces radioeléctricos «Ethernet» (Norma 802.11 a/b/g/n). En cuanto a características radioeléctricas y arquitectura del enlace, estos medios son similares a las estaciones de radioenlace, pero se han diseñado específicamente para aplicaciones de LAN. Tienen una

interfaz de línea compatible con LAN (Norma 802.3 de IEEE con suplementos) y operan con gran eficacia en esta conexión gracias a los diversos modos funcionales que ofrecen.

2.3.2 Red de comunicaciones con las estaciones móviles y remotas

El acceso de las estaciones móviles y remotas (estaciones ubicadas a distancia) conectadas a una red de área extendida (WAN) puede realizarse a través de redes de telecomunicación fijas o por vía enlaces radioeléctricos. La solución real dependerá de los requisitos técnicos, la disponibilidad de un sistema específico y su costo.

a) Redes de telecomunicaciones fijas

Las redes de telecomunicaciones fijas son adecuadas para interconectar estaciones de comprobación técnica fijas, transportables, y en casos especiales, también estaciones móviles cuando estas se encuentran estacionados, para ello se utilizan las siguientes redes de servicio público:

- Red Frame Relay
- Red Telefónica Pública Conmutada (RTPC)
- Líneas dedicadas analógicas
- Líneas dedicadas digitales
- Red Digital de Servicios Integrados (RDSI)
- Red de paquetes pública X25
- XDSL (ADSL, VDSL)
- Red ATM

b) Enlaces radioeléctricos

Los enlaces radioeléctricos son apropiados para unir las estaciones de comprobación técnica transportables y móviles instaladas en una zona aislada.

– Enlaces de radiocomunicación privados

Existen equipos que permiten establecer enlaces analógicos así como enlaces digitales de capacidad baja a alta, sobre distancias de algunas decenas de kilómetros, tales enlaces pueden utilizarse para alcanzar estaciones aisladas no atendidas correctamente por las redes de servicio público, o para establecer una red privada que evite los costos recurrentes de las redes de servicio público. El servicio ofrecido por los enlaces de radiocomunicación

privados es semejante al de las líneas arrendadas analógicas o digitales que pueden ser físicos.

– Enlaces de radiocomunicación móvil públicos 2G

Las redes radioeléctricas basadas en las «normas 2G», por ejemplo las GSM, IS-95, IS-136, se han extendido, debido a que ofrecen con facilidad conexiones que transmiten datos a velocidad de 10 Kbps; esto puede ser suficiente para mantener un control en línea de «equipos sencillos» (sin transferencia de imágenes ni de grandes ficheros), pero con el desarrollo de las redes de telefonía móvil se espera que las conexiones futuras mejoren con velocidad de datos alta.

2.4 Sistema del Radiogoniómetro

Es el sistema capaz de identificar una estación transmisora desconocida, determinando la procedencia de la señal radioeléctrica, un conjunto de radiogoniómetros pueden determinar la localización del transmisor por medio de triangulación o localización por proximidad utilizando un equipo radiogoniométrico. Para la determinación más precisa por localización es necesario tomar varias mediciones desde radiogoniómetros ubicados en lugares geográficos adecuadamente, es decir se requiere como mínimo dos estaciones radiogoniométricas que permitan obtener una marcación cruzada o un punto de posición.

2.4.1 Método antena giratoria

La búsqueda manual de una estación transmisora implica el uso de un receptor y una antena direccional de mano: por lo general algún tipo de antena tipo yagi/log-periódica.

Para realizar este tipo de búsqueda se toma la antena y se mueve o gira delicadamente hasta que se determine el punto de máxima intensidad de señal, lo más cerca sobre la base de la amplitud de la señal más alta recibida.

La rotación también se puede realizar utilizando una antena montada sobre un rotor giratorio el cual puede ser manual o automático.



Figura 2.5 Técnica manual con antena giratoria

Fuente: A comparison of radio direction-finding (ROHDE&SCHWARZ, p. 4)

a) Consideraciones prácticas

Este método es utilizado por ser de bajo costo, sin necesidad de receptor dedicado. El equipo utilizado es portátil, por lo que se puede utilizar en casi cualquier lugar techos de los edificios, cerros, etc., con un tiempo de configuración mínima. La eficacia depende en gran medida del nivel de habilidad del operador. Es difícil de utilizar cuando se trata de una señal ágil o de corta duración. La precisión puede ser mala para transmisores ubicados a cientos de metros. Es importante tener una antena muy directiva y con un ancho de banda aceptable.

2.4.2 Método Watson-Watt

Esta técnica fue desarrollada por Robert Watson-Watt, (conocido por su desarrollo tecnológico del radar), el principio básico de esta técnica es utilizar tres antenas linealmente alineados.

La antena central es utilizada para sensar el sentido y las dos antenas exteriores se espacian aproximadamente a un cuarto longitud de onda. Las señales suma y diferencia de las antenas exteriores son normalizadas por la antena utilizada para sensar dando como resultado la creación de un cardioide (o forma de corazón) modelo con respecto al ángulo de intercepción de señales.

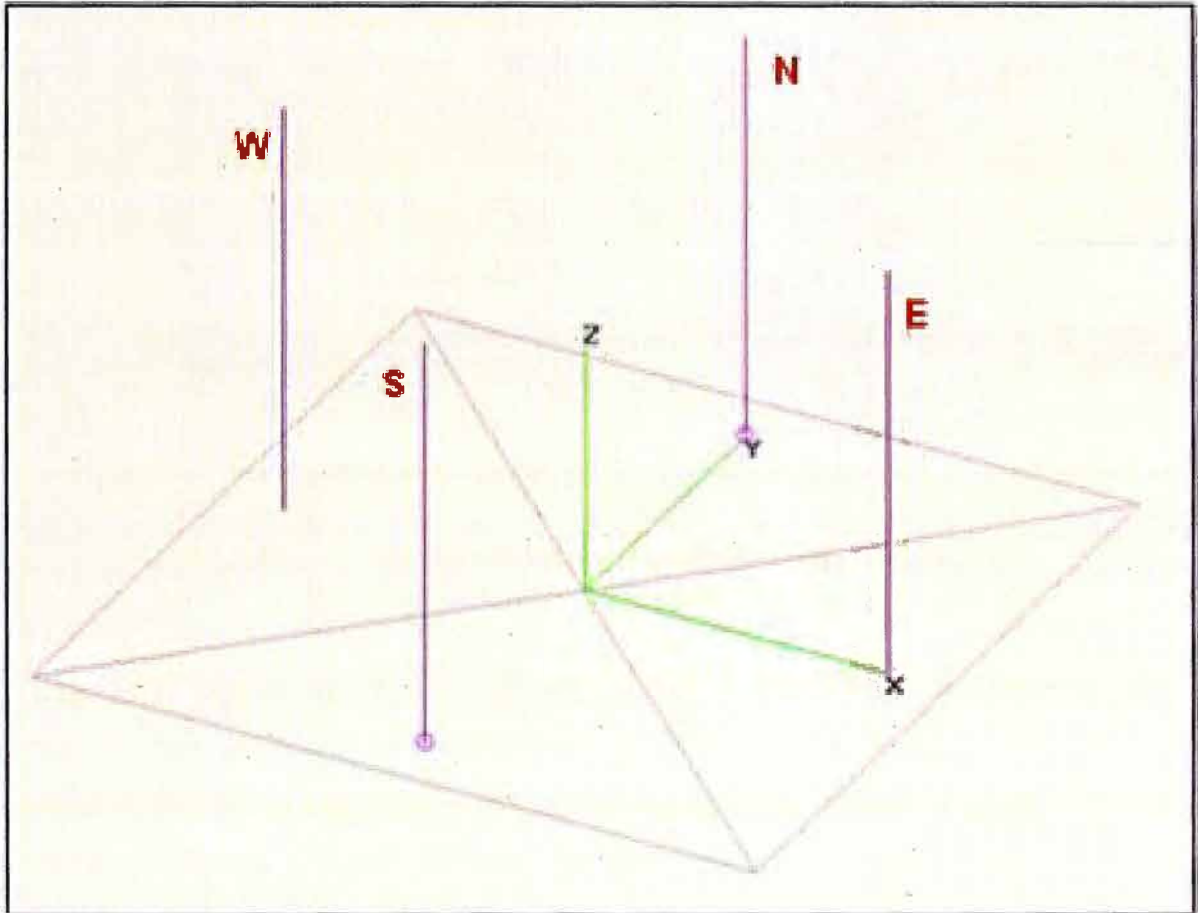


Figura 2.6 Arreglo de dipolos usando el método Watson-Watt
Fuente: EA4FSI radio station website (Artículos Técnicos, Internet)

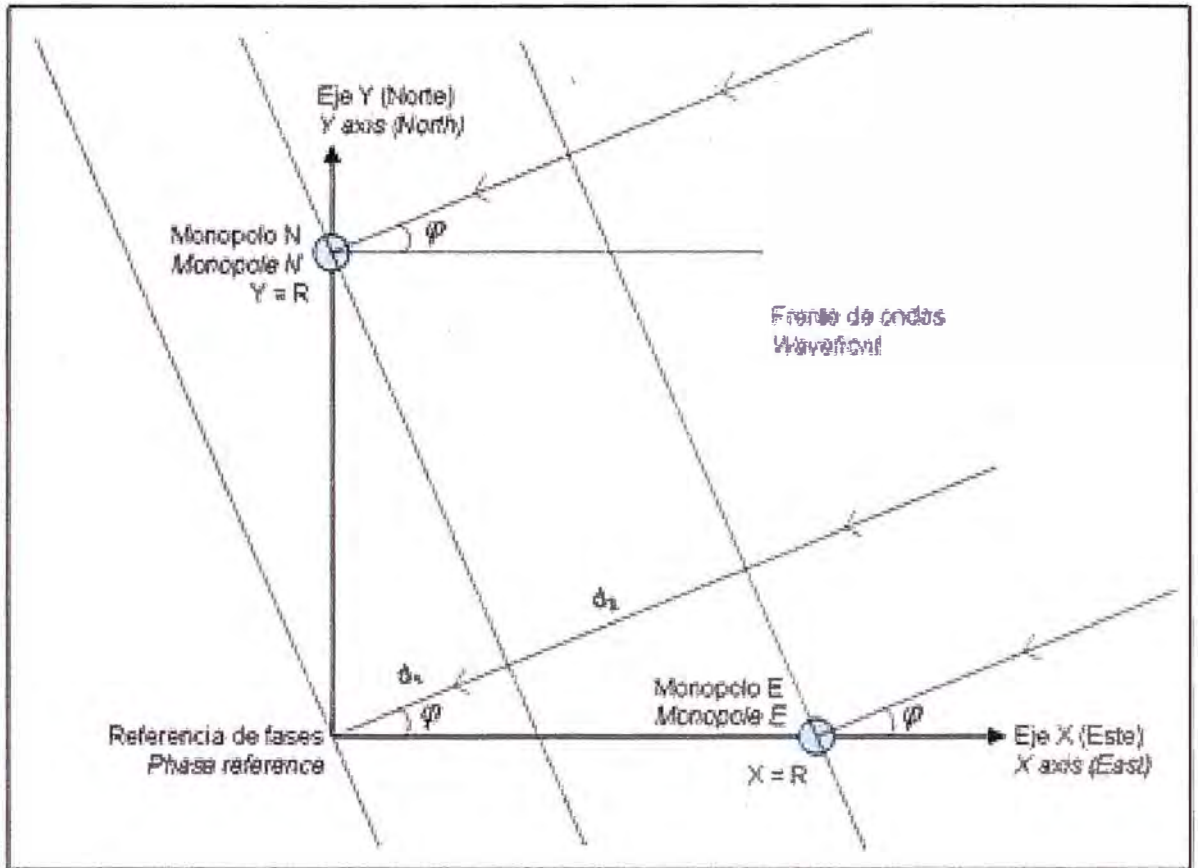


Figura 2.7 Llegada del frente de onda en arreglo de antenas
Fuente: EA4FSI radio station website (Artículos Técnicos, Internet)

El sensado se realiza girando las antenas en forma automática en sentido horario o antihorario, para lo cual se verifica la llegada del frente de onda, el cual arriba a diferentes instantes de tiempo en cada una de las antenas de la matriz debido a que la distancia de recorrido es diferente el ángulo de llegada de la fuente radioeléctrica es siempre la misma, pudiéndose conocer tal como se muestra en la Figura 2.7.

Usando trigonometría se puede observar que:

$$\cos(\varphi) = \frac{d_1 + d_2}{R} \Rightarrow d_1 + d_2 = R \cos(\varphi)$$

y

$$\cos(90 - \varphi) = \frac{d_1}{R} \Rightarrow d_1 = R \cos(90 - \varphi) = R \operatorname{sen}(\varphi)$$

Igualmente, como el arreglo es simétrico, y tiene la referencia de fase en el origen de coordenadas entonces los monopolos tendrán la misma fase pero con valores negativos, por

lo que el frente de onda inducirá los siguientes voltajes:

$$\begin{aligned} r_M(t) &= m(t) e^{jkR \sin(\varphi)} \\ r_S(t) &= m(t) e^{-jkR \sin(\varphi)} \\ r_E(t) &= m(t) e^{jkR \cos(\varphi)} \\ r_W(t) &= m(t) e^{-jkR \cos(\varphi)} \end{aligned}$$

Finalmente, el ángulo de llegada será determinado por la siguiente fórmula:

$$\arctan \left[\frac{r_M(t) - r_S(t)}{r_E(t) - r_W(t)} \right] = \arctan \left[\frac{m(t) 2jkR \sin(\varphi)}{m(t) 2jkR \cos(\varphi)} \right] = \arctan \left[\frac{\sin(\varphi)}{\cos(\varphi)} \right] = \varphi$$

2.4.3 Método interferómetro de fase

Esta técnica utiliza la medición de la diferencia de fase de la señal entre las señales recibidas a lo largo de una serie lineal o circular de antenas. En el caso de una matriz lineal de un número de elementos de antena (4 o 5), estas se encuentran espaciados con precisión, pero a intervalos no uniformes a lo largo de un eje lineal para proporcionar ambigüedad de fase resolución a través de una cobertura del sector de hasta 90 grados. Cada elemento de antena requiere una fase separada compatible o receptor de la ruta similar con el fin de comparar diferencias de fase instantánea entre las rutas de señal en todo el sector de azimut completo.

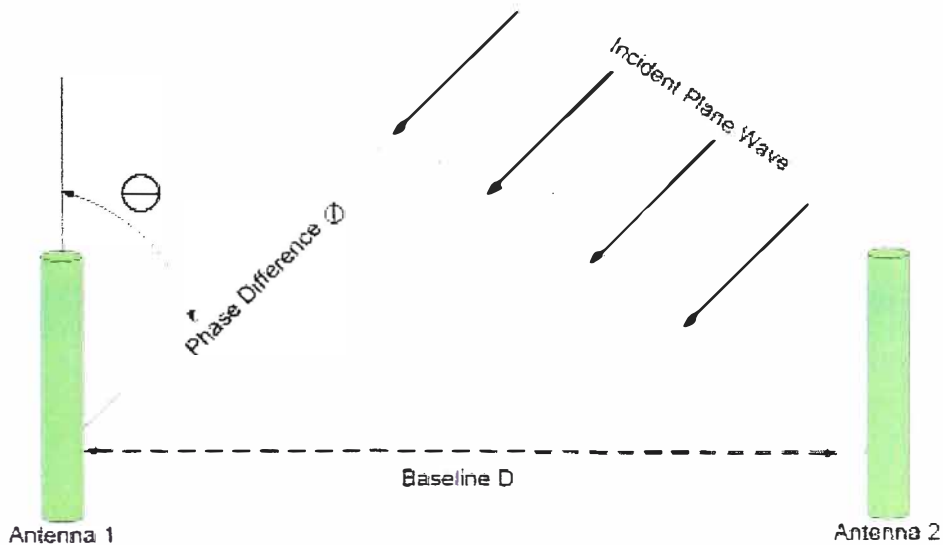


Figura 2.8 Determinación del ángulo de llegada

Fuente: Direction finding and position fixing techniques (Cheltek Defense, p. 7)

La determinación de la llegada de la señal se obtiene instantáneamente de la comparación de fases de la señal en todo el arreglo de antenas y su geometría diseñada. El principio básico subyacente es que las diferencias de fase dependen de los diferentes momentos en los que una señal llega a los diferentes elementos de la antena, y esta es una función de la dirección de llegada. En HF, un pentágono con elemento central representa un método eficaz de dar una buena precisión de la dirección de llegada, mientras que en VHF el arreglo pentágono sin elemento central es óptimo.

Los interferómetros se utilizan cuando la alta precisión de la medición es importante y es posible alcanzar una alta precisión del orden de 1 grado RMS o menos con esta técnica. El tamaño físico de la red de antenas es restringir el uso de esta técnica en aplicaciones móviles donde el tamaño de elemento de antena se convierte en manejable.

2.4.4 Método interferometría correlativa

El procedimiento radiogoniométrico de interferometría correlativa está basado en la medición de diferencias de fase entre varios elementos de una antena radiogoniométrico. Este método requiere de dos receptores para la determinación del ángulo de fase entre las dos señales de dos elementos de antena independiente de la modulación de frecuencia y de fase de la señal bajo marcación en cada ángulo de la onda. Luego realizamos movimientos sobre el ángulo de fase medido sobre nuestra matriz de referencia de ángulos de fase y comparar el valor en la cual ocurre la máxima correlación, este valor corresponderá al ángulo de señal de llegada.

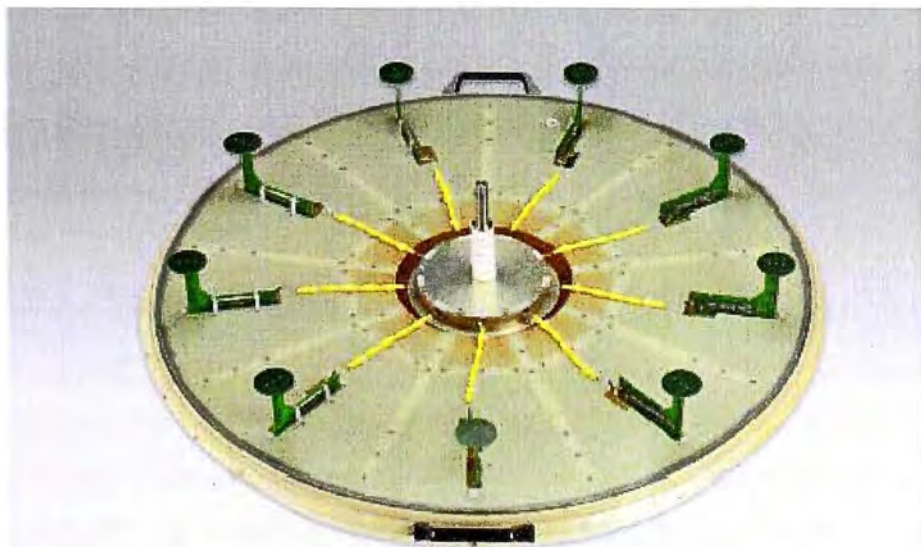


Figura 2.9 Antena de interferometría correlativa

Fuente: A comparison of radio direction-finding (ROHDE&SCHWARZ, p. 27)

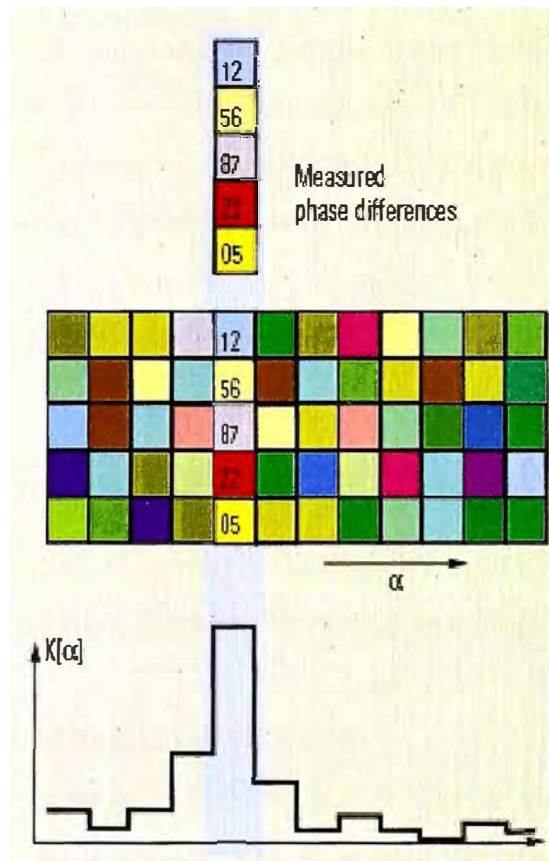


Figura 2.10 Matriz de referencia de fase

Fuente: A comparison of radio direction-finding (ROHDE&SCHWARZ, p. 25)

2.5 Antenas y receptores

El tipo de antenas y receptores utilizados está determinado por la gama de frecuencias que la estación de comprobación técnica compruebe. El cumplimiento de las características técnicas de las antenas y receptores de medición y de los equipos de comprobación técnica asociada es fundamental para el buen funcionamiento de la estación de comprobación técnica del espectro y proporcionar de esta manera mediciones y datos de radiogoniometría fiables y precisos.

Si como consecuencia de una protección insuficiente, la antena y/o el receptor de comunicaciones resulta afectado por la interferencia, las mediciones de algunos parámetros de la emisión del transmisor como las operaciones de radiogoniometría estarán sujetas a un error muy significativo. Los receptores utilizados a efectos de comprobación técnica del espectro deben satisfacer al menos el conjunto completo de los requisitos indicados en el manual sobre la comprobación técnica del espectro desarrollado por la UIT, con lo que se evitara la interferencia señalada.

2.6 Equipo de medición de frecuencias

Para medir con precisión una señal recibida es fundamental que el equipo receptor posea un patrón de frecuencias la cual permita la medición de la frecuencia de la señal. La precisión de los patrones de frecuencia debe superar la tolerancia de la frecuencia medida en un factor de 10. Por lo tanto, se puede utilizar un patrón de frecuencia de cristal o de rubidio en función de la frecuencia medida cuya estabilidad de frecuencia es normalmente mejor que 1×10^{-9} y 1×10^{-11} respectivamente.

2.7 Medición del Ancho de Banda

Se debe disponer de analizadores de espectro adecuados en la estación de comprobación técnica para permitir realizar mediciones de ancho de banda por el método de $\beta\%$ y por el método de x dB tal como se define en la Recomendación UIT-R SM.443.

2.8 Equipo de medición de intensidad de campo

El equipamiento de medición de intensidad de campo está constituido por una antena calibrada y un receptor calibrado con atenuador de pasos. Los medidores de intensidad de campo modernos están equipados de una antena calibrada con la cual pueden medir la intensidad de campo directamente aplicando el factor de corrección de antena (incluido las pérdidas del cable de conexión) suministrado por el fabricante. También es posible realizar mediciones con un receptor calibrado y un soporte lógico especial.

2.9 Medición de la modulación

Las estaciones de comprobación técnica deben ir equipadas con el soporte físico y los programas informáticos adecuados para medir la profundidad de la modulación de amplitud al menos en las emisiones de señales vocales y de radiodifusión así como la desviación de frecuencia en el caso de modulación de frecuencia para dichas emisiones.

2.10 Comprobación técnica de la ocupación del espectro

Para recoger datos de ocupación del espectro, incluidos el nivel de la señal de canales individuales, para la asignación de frecuencias, es fundamental realizar mediciones permanentes 24 horas al día los 7 días de la semana (24/7). Estas mediciones se realizan normalmente mediante un método automatizado. La observación automatizada se realiza generalmente utilizando un receptor controlado por un sintetizador conectado a un ordenador quien guardará en su disco de almacenamiento esta información.

2.11 Equipo de identificación y decodificación

La identificación de señales radioeléctricas es una de las tareas más difíciles que tiene que realizar el personal de la estación comprobación técnica. La dificultad de su análisis se debe a la gran variedad de sistemas de modulación que se utilizan, y también a que la transmisión es de corta duración y muy poco frecuente lo que dificulta su análisis, para ello los equipos deben ser capaces de scanear las señales durante el tiempo de duración de la señal.

Los radiogoniómetros y los equipos de medición de frecuencia, de análisis del espectro y de medición de la intensidad de campo son ayudas valiosas para la identificación. La identificación de transmisiones telegráficas se realiza actualmente con mayor facilidad mediante la utilización de un decodificador telegráfico automático, que puede medir las velocidades de transmisión. Por lo que es siempre aconsejable grabar las emisiones difíciles y los sistemas de transmisiones complejas, de forma que se puedan reproducir tantas veces como se quiera. También existen decodificadores que pueden decodificar todos los tipos principales de modulación.

2.12 Ondas electromagnéticas

Cualquier transmisión tanto de radio como de televisión se hace a través de las denominadas Ondas electromagnéticas. Este tipo de ondas se caracterizan porque están formadas, como su nombre indica por la conjunción de un campo eléctrico y otro magnético.

La unión de estos campos es la que permite que este tipo de ondas se pueda transmitir por el espacio. Este tipo de ondas se propaga por el espacio (independientemente de cuál sea su frecuencia) a la velocidad de la luz; la particularidad que tiene este tipo de ondas es viajar por el espacio, a lo que se le denomina técnicamente como propagación de las ondas electromagnéticas. Una onda electromagnética se define con tres parámetros:

2.12.1 Frecuencia

Es el número de ondas que se transmiten en un segundo.

2.12.2 Velocidad

Es siempre la misma ya que es independiente de la frecuencia. Esta velocidad es igual a la velocidad de la luz (300.000 kilómetros por segundo).

2.12.3 Longitud de onda

Es el resultado de dividir la velocidad de propagación (la velocidad de la luz) por la frecuencia. El resultado viene expresado en metros.

La siguiente tabla muestra la clasificación de las ondas electromagnéticas a tenor de los tres parámetros antes enunciados:

TABLA N° 2.7 Clasificación ondas electromagnéticas

Número de banda	Símbolos	Rango de frecuencia (límite inferior, límite superior)	Correspondiente subdivisión métrica	Abreviatura métrica por bandas
4	VLF	3 a 30 kHz	Ondas miriamétricas	B. Mam
5	LF	30 a 300 kHz	Ondas kilométricas	B. km
6	MF	300 a 3000 kHz	Ondas Hectométricas	B. hm
7	HF	3 a 30 MHz	Ondas decamétricas	B. dam
8	VHF	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B. m
9	UHF	300 a 3000 MHz	Ondas decimétricas	B. dm
10	SHF	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B. cm
11	EHF	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B. mm
12		300 a 3000 GHz	Ondas decimilimétricas	

Fuente: Frequency and Wavelength Bands (UIT, nomenclatura)

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO Y SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La compra de partes y piezas para modernizar del Sistema Nacional de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro requiere un periodo no menor de 8 meses, lo que cual nos obliga a buscar soluciones locales para mantener en operación las estaciones a nivel nacional. Por tal motivo, a continuación se desarrolla la solución encontrada para continuar operando las estaciones de comprobación técnica a nivel nacional ubicadas en Lima y las ciudades de Trujillo, Piura, Iquitos, Arequipa, Huancayo y Cusco. Asimismo, se describirá las mejoras técnicas que deben realizarse en la base de datos tanto en Hardware como en Software, debido a que el sistema de gestión se encuentra a cargo de la Oficina de Tecnología de la Información (OTI). Finalmente, se propondrá la solución técnica actual para modernizar todo este equipamiento.

3.1 Soluciones encontradas para mantener en operación las estaciones de comprobación técnica.

Las alternativas de solución encontradas para mantener las estaciones de Comprobación Técnica del Espectro en operación son recursos que pueden encontrarse localmente o que puedan ser adquiridos por el MTC a empresas que suministren partes y piezas compatibles con los repuestos y equipos adquiridos a la empresa THALES debido a que los repuestos de estos equipos son especialmente fabricados para THALES tanto en tamaño, forma y compatibilidad de hardware.

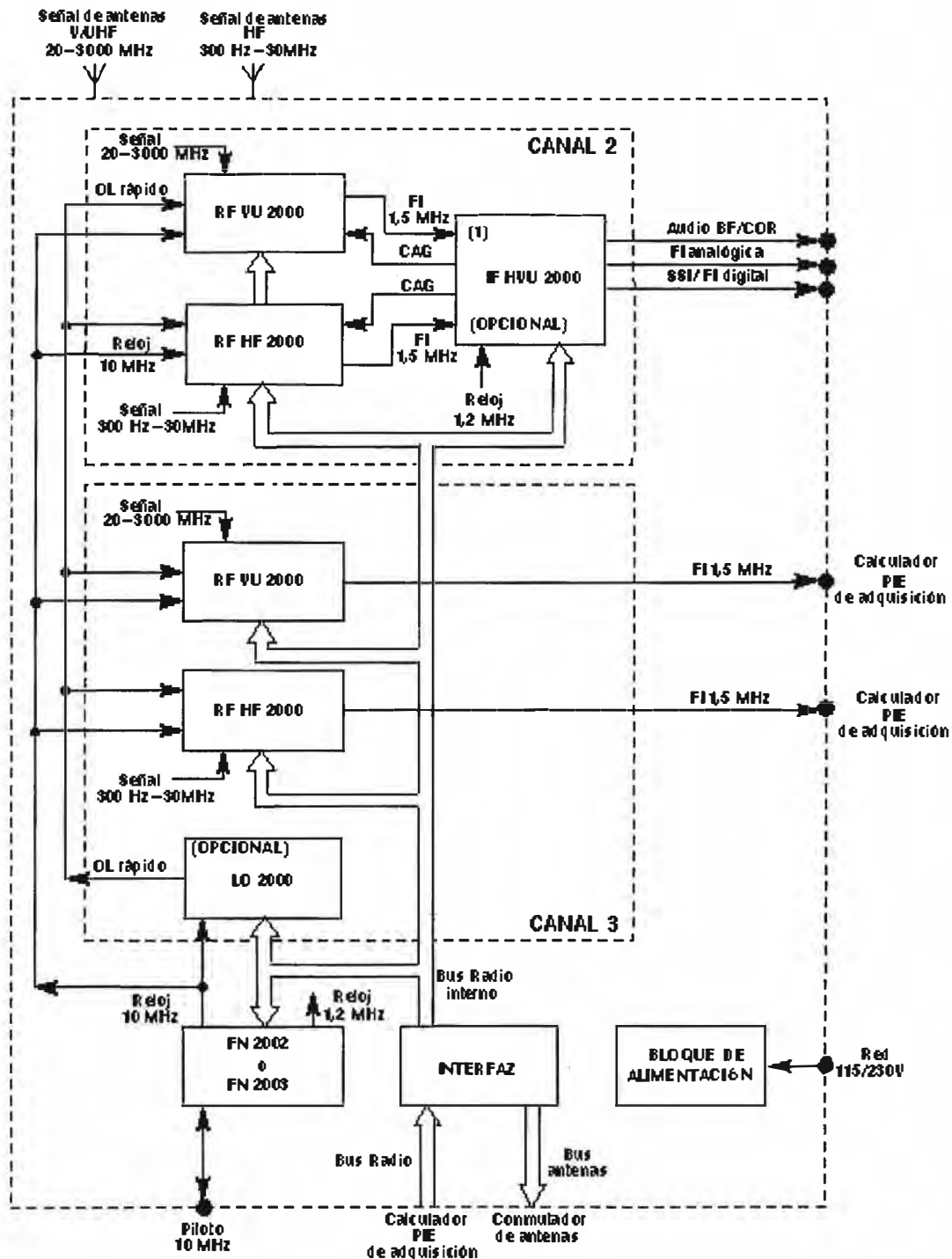
3.1.1 Hardware

El hardware principal del sistema está compuesto por el receptor de comunicaciones REC108, unidad de Control y Alimentación de Antena (CAL), monitor VGA de Tubo de Rayos Catódicos (TRC) y el computador industrial Kontron

a) Receptor de comunicaciones REC108

Este receptor de comunicaciones es un equipo modular que se puede instalar en un rack

de comunicaciones con una altura de 4U de rack, este receptor maneja una fuente de alimentación de 12VDC y 5VDC la cual alimenta el Backplane del receptor de comunicaciones REC108.



NOTA:
 (1) Este módulo sólo puede cambiarse por el módulo IF VU 2000 si la cabeza RF es un módulo RF VU 2000

Figura 3.1 Diagrama de bloques del receptor
 Fuente: Manual técnico REC108 (THALES, 1997)

Desde el punto de vista técnico este equipo es de tipo industrial debido a que se soporta sobre la tecnología de un computador con bus industrial VME y posee una fuente switching industrial la cual posee módulos de voltaje que entregan los voltajes descritos anteriormente, los cuales pueden ser desmontados y reemplazados con otros módulos de fuentes switching de otros equipos industriales en desuso o reutilizados de otras fuentes que se encuentren malogradas; en caso no se encontrara módulos de las mismas características es posible reemplazar la fuente de alimentación completamente con una fuente industrial que entregue estos valores de voltaje.

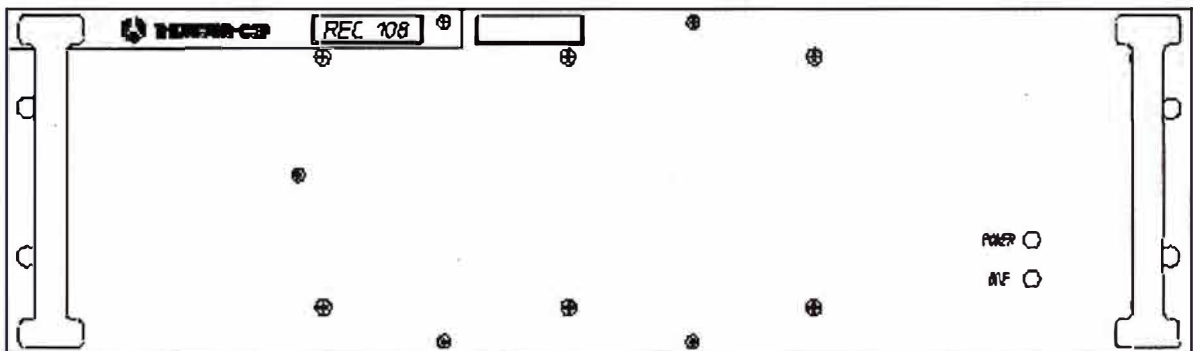


Fig. 1 Cara frontal de los receptores

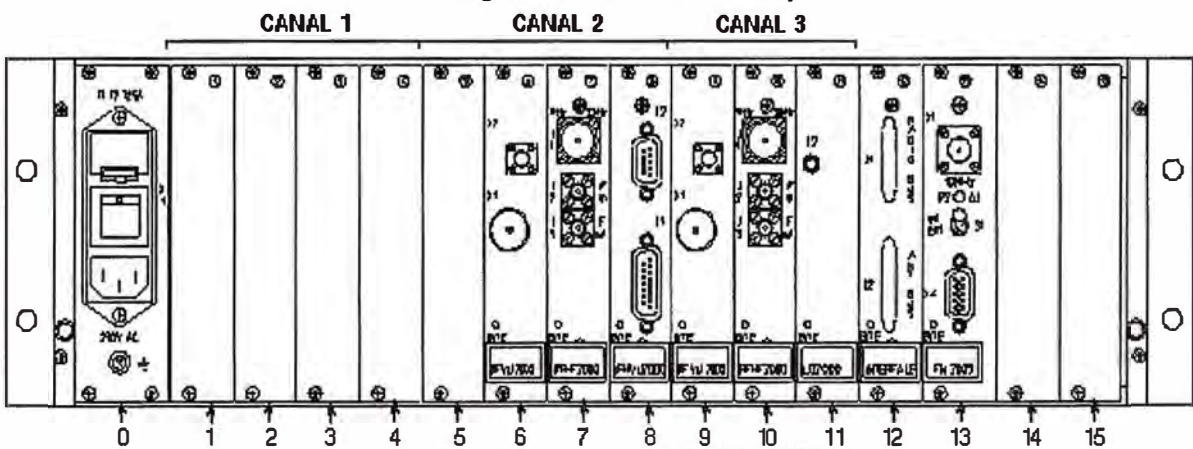


Fig. 2 Cara trasera REC 108 H/V/UHF

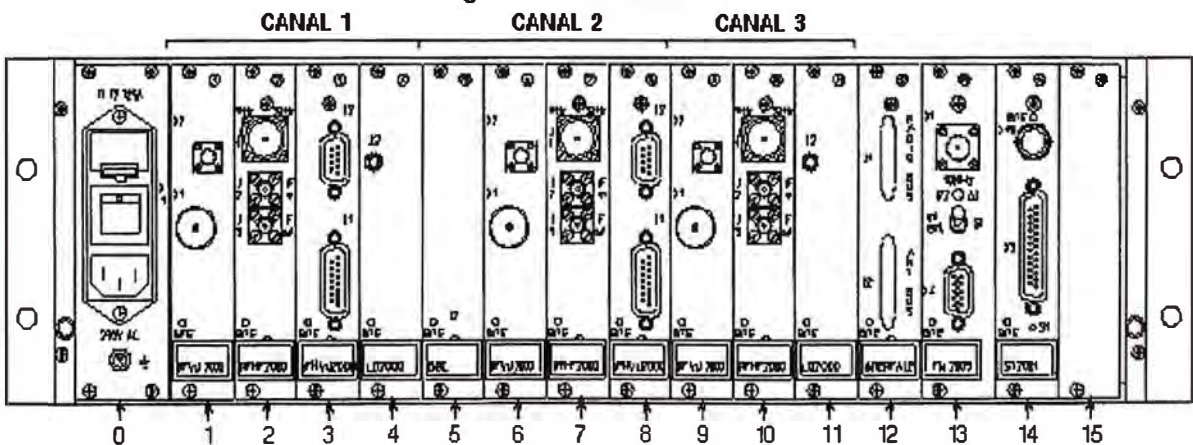


Figura 3.2 Vista frontal y posterior del receptor
Fuente: Manual técnico REC108 (THALES, 1997)

Las tarjetas de comunicaciones que utiliza este receptor de comunicaciones tales como la tarjeta de red ST y la tarjeta de recepción de señales RF2000VU, el oscilador local OL y otras tarjetas del receptor REC108 tienen un promedio de vida no menor de 15 años la cual nos permite obtener un tiempo suficiente para que se realice una renovación del sistema antes de este periodo de vida ya que estos son fabricados exclusivamente por la empresa THALES bajo pedido de sus clientes.

b) Unidad de Control y Alimentación de antena CAL

Las antenas ANT194A y la ANT184A que son utilizadas por las estaciones fijas y móviles respectivamente son antenas activas por lo cual requieren ser alimentadas externamente, este trabajo lo realiza de forma continua una unidad que alimenta y controla la conmutación de estas antenas la cual se denomina unidad de Control y Alimentación de Antenas (CAL). Esta unidad interiormente está diseñada para operar con 24VDC debido a que la energía entregada por los alternadores de las unidades móviles en motores de gran potencia como son las camionetas 4X4 se diseñan con este voltaje, por esta razón es comprensible que el fabricante haya desarrollado una fuente switching de 220VAC a 24VDC la cual puede con la realización de pruebas ser reemplazado por una fuente de computadora con estas características técnicas. Asimismo, los convertidores DC/DC que se encuentran integrados en la tarjeta principal de esta unidad pueden ser reemplazados por convertidores compatibles que se encuentran en el mercado local o en caso contrario utilizar fuentes switching que entreguen estos voltajes.

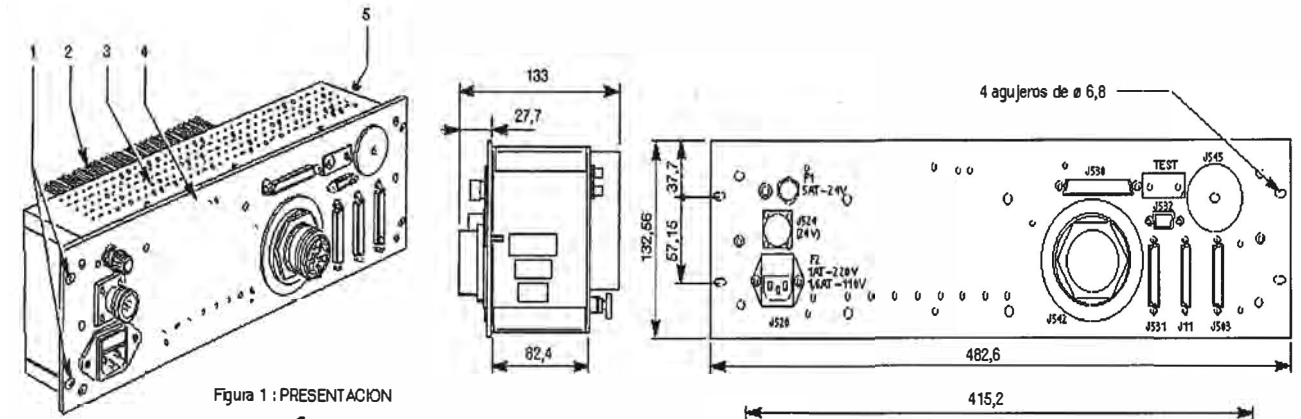


Figura 1 : PRESENTACION

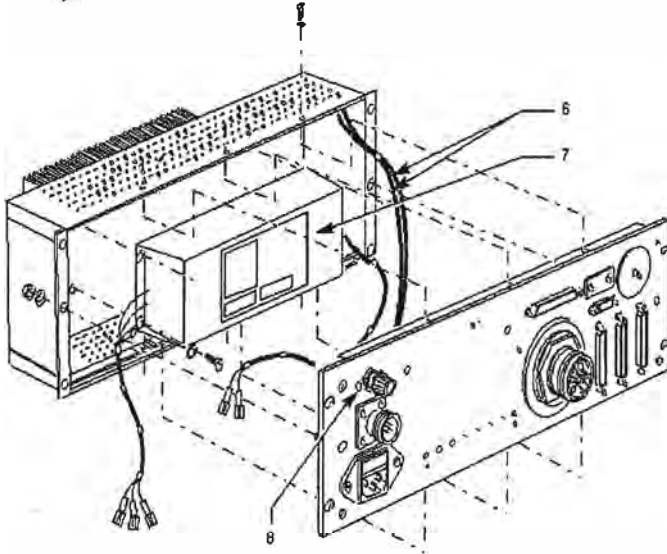


Figura 2 : COMPOSICION

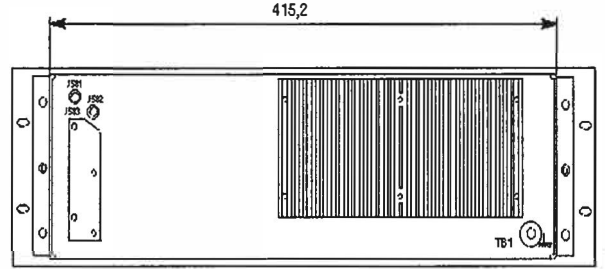


Figura 3 : DIMENSIONES

NOTA: Dimensiones en mm

Figura 1 - PRESENTACION

- 1 - Agujeros de fijación
- 2 - Radiador
- 3 - Caja trasera
- 4 - Panel delantero
- 5 - Etiquetas de identificación

Figura 2 - COMPOSICION

- 6 - Cables W501, W502
- 7 - Alimentación equipada
- 8 - Indicador electroluminescente "DS1" (cable W521)

Figura 3.3 Diagrama de bloques de la unidad CAL
Fuente: Manual técnico CAL (THALES, 1997)

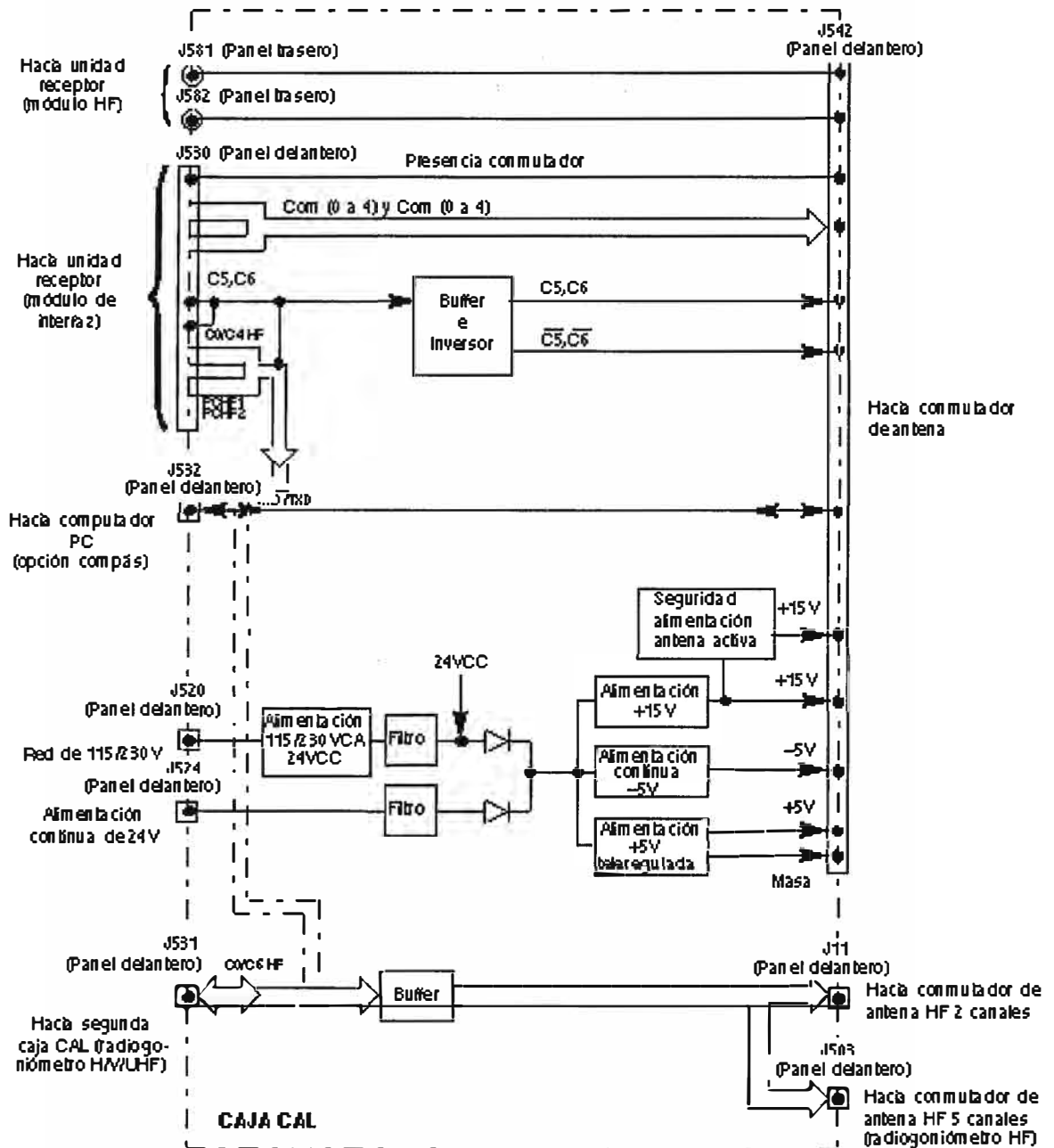


Figura 3.4 Diagrama de bloques de la unidad CAL
Fuente: Manual técnico CAL (THALES, 1997)

c) Monitor VGA de TRC semiplano

El monitor VGA de Tubo de Rayos Catódicos (TRC) del sistema es de 17" tal como se muestra en la Figura 3.5 la cual está integrada al rack de comunicaciones con una profundidad de 45 cm, en la actualidad es de difícil reparación debido a la falta de partes y piezas para reparar monitores de tipo comercial cuyas marcas y modelos no son comerciales en nuestro país. Asimismo, por ser de tecnología antigua peso es un factor muy

importante que debe ser tomado en cuenta debido a su gran tamaño durante las labores de servicio técnico requerido.

Por este motivo, se ha visto la necesidad de reemplazar este monitor de características antiguas con un moderno monitor de 17" más ligero y a su vez de tecnología más moderna como son los monitores LCD, como los que son dados de baja por el MTC pero que se encuentran funcionando adecuadamente, estos monitores poseen una profundidad no mayor de 8cm y de un peso no mayor a 4 kilos y vienen con un sistema de autoajuste que le permite calibrarse a la salida VGA del computador Kontron.



Figura 3.5 Monitor TRC industrial Kontron
Fotografía Laboratorio de mantenimiento (MTC, 2013)

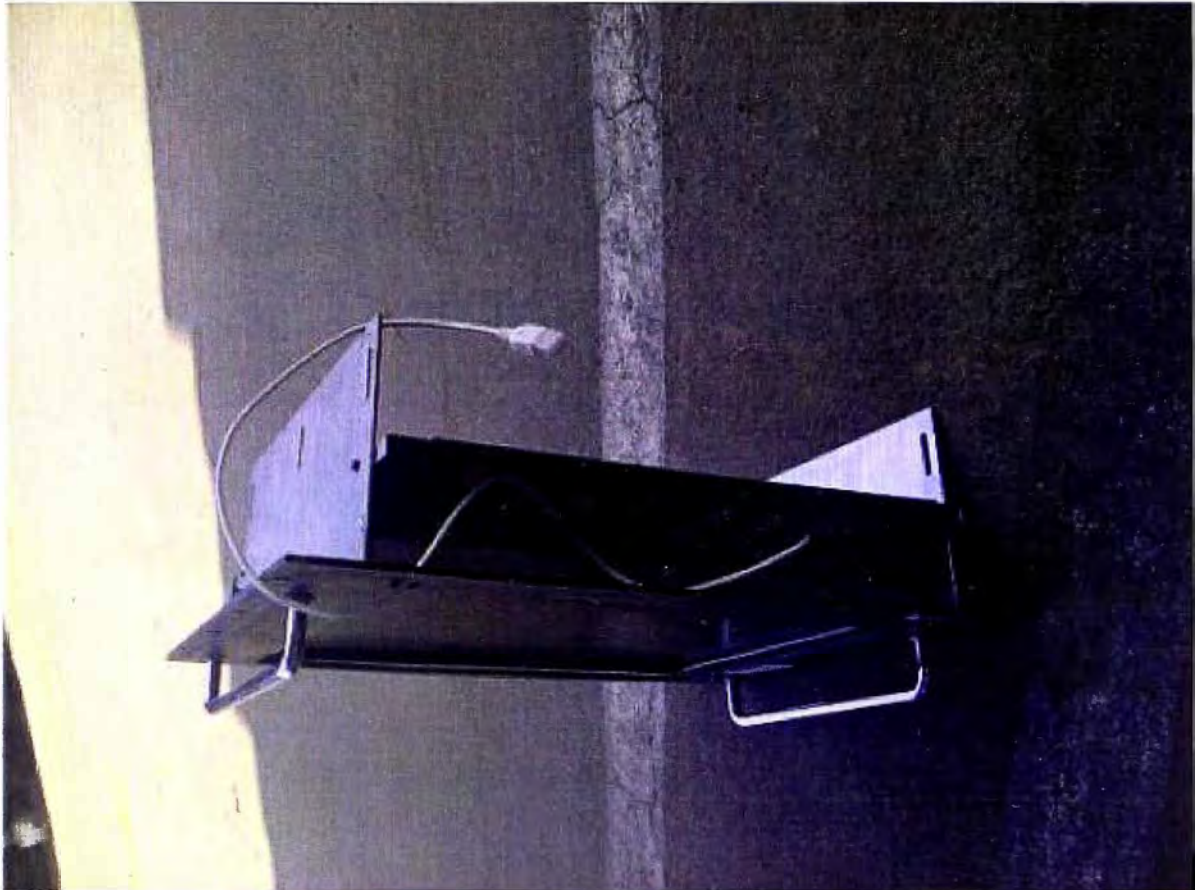


Figura 3.6 Monitor plano acoplado en case industrial Kontron
Fotografía Estacionamiento central (MTC, 2013)

d) Computadora industrial Kontron

La computadora industrial del sistema es rackeable con una altura 4U, la cual puede ser montada fácilmente sobre un rack de comunicaciones, está diseñada exclusivamente para soportar condiciones extremas de temperatura así como vibraciones y golpes. Las series KPR III instaladas son versátiles y con un backplane compatible, asimismo las tarjetas de procesamiento digital QSHARC/CARAIBE y QSHARC/BIAC son tarjetas que trabajan sobre un bus de 32 bits con el software Windows NT 4.0. Como el hardware de esta computadora es de generación Pentium II y cuyas partes y piezas son difíciles de encontrar hoy se ha considerado la adquisición de computadoras Pentium IV o superior que tengan las mismas características de operación con un bus de 32 bits, por lo que se optó por adquirir computadoras KPR-PxV414 de la marca Kontron que operan con este bus y pueden operar con memorias RAM de hasta 8GB y disco duros ATA 100/66/33 que le permiten usar discos no menores a 20GB. Adicionalmente, esta computadora industrial permite el uso de puertos USB 2.0 para el almacenamiento externo de la información debido a que los FDD (Floppy Disk Drive) ya han sido descontinuados.

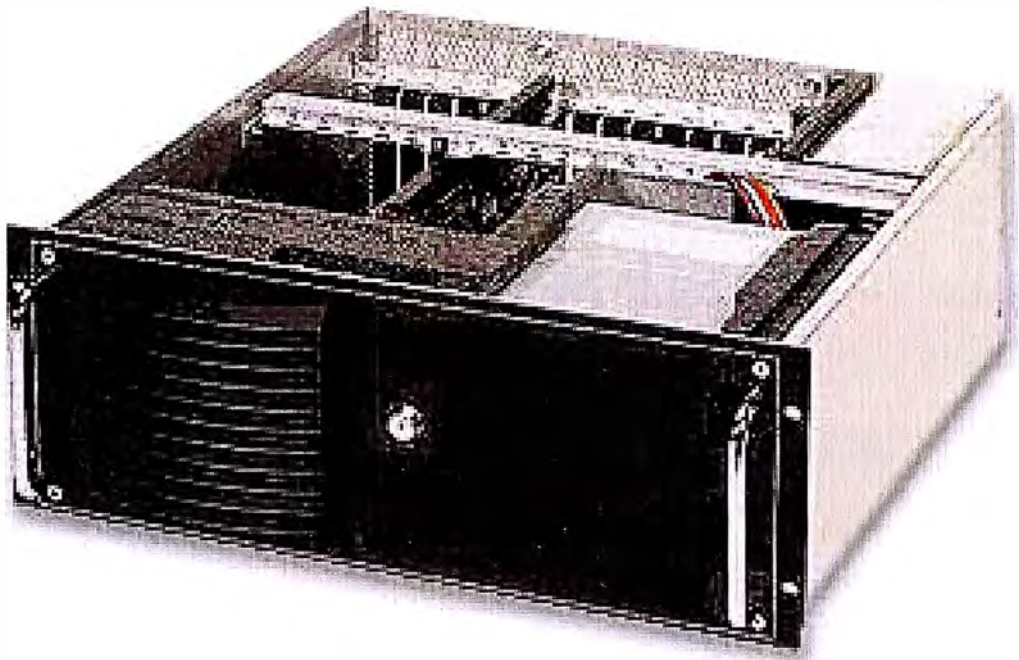


Figura 3.7 Computadora industrial Kontron

Fuente: Kontron systems & platforms (industrial PC rackmount, Internet)

3.1.2 Software

De la familia de sistemas operativos existentes en el mercado la empresa THALES utilizo el año 1997 el sistema operativo Windows NT 4.0, debido a que este sistema operativo puede operar con las aplicaciones de 32 bits basado en un Kernel propio, el cual tenía las siguientes características:

- Es un sistema multitarea preferencial;
- Es un sistema multiusuario.

Esto implica que tanto la interfaz como los privilegios del sistema pueden variar, en función del usuario que esté conectado al sistema;

- Admite, de forma nativa, muchas características de red;
- Es más seguro, en particular con relación con el sistema de archivos (NTFS) y también con respecto a la resistencia del SO.

Posteriormente Microsoft desarrollo otros sistemas operativos para el hogar como Windows XP y Windows 7 de 32 bit que han sido tomados en cuenta para la actualización del sistema operativo en computadoras más modernas ya que los programas instalados por la empresa

THALES solo pueden operar en sistemas operativos que trabajan con este número de bits. En tal sentido, se optó por la instalación de los programas THALES desarrollados para Windows NT 4.0 con la compatibilidad del sistema operativo Windows XP, en los casos que la compatibilidad no era posible ya que la computadora industrial es fabricada bajo requerimientos técnico del fabricante que no permitían utilizar simultáneamente las tarjetas de procesamiento digital QSHARC/CARAIBE y QSHARC/BIAC se optó por la opción de instalar los dos sistemas operativos a la vez para descargar los archivos de trabajo a una unidad de almacenamiento externo como son las memorias USB.

3.2 Modernizando las estaciones de comprobación técnica

El equipo propuesto para modernizar las estaciones de Comprobación Técnica del Espectro a nivel nacional es el Esmeralda XE de la empresa THALES, debido a que nos permite realizar lo siguiente:

- Actualiza la capacidad para detectar y monitorear señales de nuevos servicios.
- Prolonga significativamente la vida útil del actual Sistema a un costo menor.
- No requiere capacitación adicional en la operación de equipos ya que pertenece al mismo fabricante.
- Los equipos son compatibles con el sistema actual.
- La renovación es más rápida debido a que el equipo es más moderno.
- Los procedimientos son más cortos para su proceso de licitación.
- En las unidades móviles el equipamiento moderno será de menor volumen y peso.
- Requiere una menor inversión para su implementación.
- No se altera la infraestructura de las estaciones de comprobación técnica a nivel nacional.

3.2.1 Esmeralda XE

ESMERALDA XE es un equipo único que integra un receptor de vigilancia eficaz, un radiogoniómetro rápido y preciso así como herramientas eficientes para el análisis y la identificación de todo tipo de emisiones de radio. También es una estación de monitoreo radioeléctrico completa capaz de ser operada de forma autónoma y remota, y de ser integrada en forma regional, nacional o internacional monitoreando las redes con una instalación y operación rápida.

El software de operación de las estaciones actuales como son el LG309, LG111, LG112, LG302, LG118 y LG115 que realizan las tareas de monitoreo, goniometría, análisis y decodificación, mediciones UIT, etc., son complementadas en el equipo ESMERALDA XE con el software CASTLE para el análisis de redes celulares como son GSM, IS95, ISDB-T, TETRA, etc.

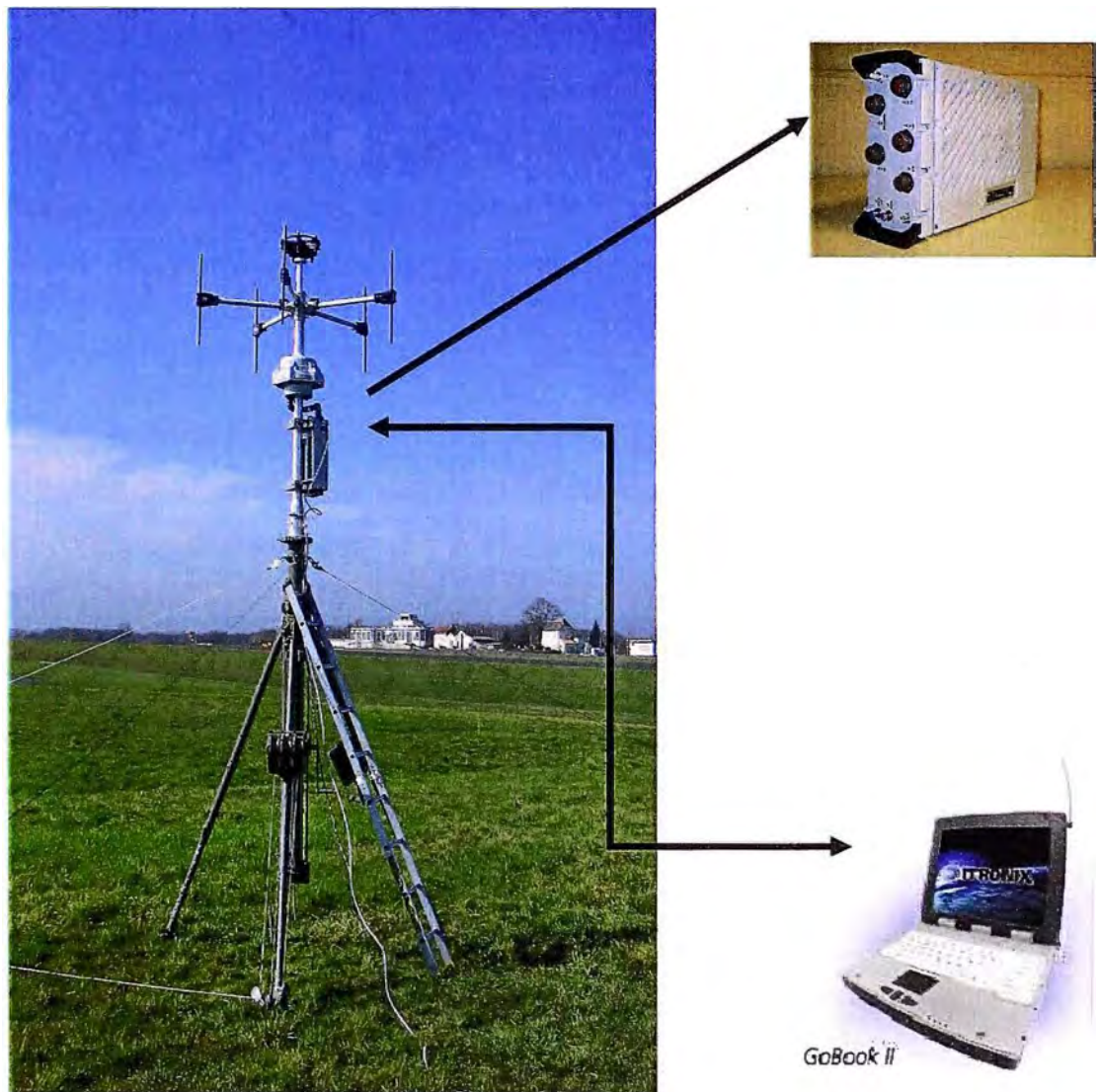


Figura 3.8 Equipo compacto para monitoreo del espectro

Fuente: Land & Joint systems (THALES, 2013)

3.3 Mejoras a desarrollar en el sistema de gestión

Es difícil realizar una modificación de la base de datos Ellipse debido a que es un software desarrollado durante mucho tiempo por la empresa THALES sobre el sistema operativo UNIX y luego desarrollado comercialmente para Windows, no se debe olvidar que el desarrollo de este sistema estuvo a cargo de un grupo de ingenieros y desarrolladores

especialistas en telecomunicaciones que primero lo crearon para satisfacer los requerimientos del gobierno francés. Asimismo, durante la compra de este software no se incluyó el código fuente, el cual es necesario para realizar alguna modificación en la base de datos ya que en ella se encuentran el desarrollo completo del programa Ellipse que representa las instrucciones necesarias para generar las acciones requeridas para los cálculos técnicos y administrativos.

Sin embargo, luego de muchas pruebas con la Oficina de Tecnología de la Información este programa desarrollado en Oracle Developer 6i (FORMS y REPORTS) pudo ser transportado a otro motor de base de datos más moderno con apoyo del representante local de la empresa ORACLE en el Perú, lo cual ha permitido que se adquiera un nuevo servidor que le ha dado más agilidad a las aplicaciones administrativas y que permita su desarrollo con otras aplicaciones desarrolladas por el MTC como el VUCE. Sin embargo, esta migración no ha permitido hacer funcionar el Ellipse Técnico debido a que este tiene módulos de ingeniería que requieren modificación del código fuente, por lo que solo se viene usando el Ellipse administrativo.

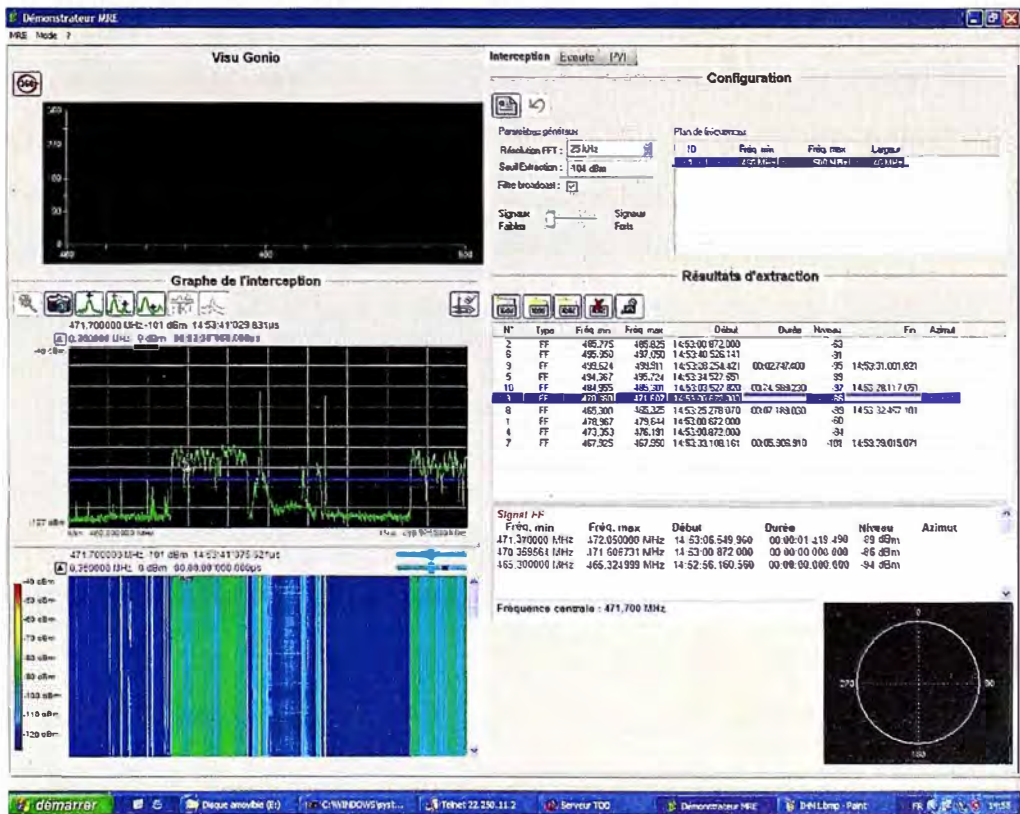


Figura 3.9 Intercepción y goniometría
Fuente: Land & Joint systems (THALES, 2013)



Figura 3.10 Análisis técnico, medidas UIT y escucha audio
Fuente: Land & Joint systems (THALES, 2013)

3.3.1 Software Administrativo

Como el software administrativo ELLIPSE fue migrado a un nuevo motor de base de datos Oracle Developer 10g la cual ha permitido continuar con las labores administrativas de las diversas Direcciones Generales del VMC, estas se han visto limitadas debido a la creciente necesidad de cada usuario, por tal motivo se han desarrollado módulos y aplicaciones como las siguientes:

a) Módulo de Consultas ELLIPSE

Este módulo desarrollado muestra la información contenida en la Base de Datos (BD) de forma personalizada a los requerimientos de cada área. Entre los principales reportes se tiene:

- Ubicación y flujo de expedientes.
- Estaciones por Ubicación Geográfica, Empresa y/o Servicio.
- Radiodifusión → Situación del Espectro por Localidad.
- Radiodifusión → Situación de Expedientes por Localidad.
- Estadísticas, etc.

b) Interface con el Sistema Integrado Documentario del MTC (SID)

La función de esta interface es intercambiar datos entre el Sistema de Gestión ELLIPSE y el SID de tal manera de no duplicar el ingreso datos de un expediente del Sector Comunicaciones ni tampoco el flujo que pudiera tener el mismo por las diferentes oficinas del MTC, permitiéndose hacer consultas de un expediente desde cualquiera de los dos Sistemas.

Esta Interface, considera además el intercambio de información en ambos sentidos (ELLIPSE-SID y SID-ELLIPSE) de movimientos y Documentos Internos (Informes, Oficios, Memorandums, Resoluciones, etc.), asociados a los Expedientes, cuyas principales características serán la gestión de Documentos Internos con la misma funcionalidad del SID, así como el intercambio de información en línea en ambos sentidos.

c) Interface con el Sistema Integrado de Gestión de Acotaciones y Cuentas por Cobrar (SIGACC)

La función es proveer de datos técnicos al SIGACC de modo tal que éste pueda calcular de manera automática las deudas de una empresa.

d) Módulo de Homologación de Equipos ELLIPSE

Se desarrolló este módulo para atender los nuevos requerimientos solicitados el Área de Homologación de la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones. Este nuevo módulo reemplazó de manera total al módulo original de Homologación del Sistema de Gestión ELLIPSE.

Sus características principales son:

- Creación de Equipos y Antenas.
- Creación y emisión de Certificados de Homologación de Equipos y Antenas.
- Impresión de Anexos Técnicos de Homologación de Equipos y Antenas.
- Cantidad de características técnicas por equipo ilimitada.
- Número de Certificado de Homologación generado automáticamente.
- Posibilidad de poder asociar un único Expediente a más de un certificado de Homologación de equipos de telecomunicaciones.
- Ampliación de la longitud de los valores de las características técnicas.
- Código de “Identificador” del Titular generado automáticamente.

- Código de Referencia de Equipo generado automáticamente.
- Código de Referencia de Antena generado automáticamente.
- Listados de Homologación generados automáticamente para uso interno y para publicación en la Web del Ministerio.

e) Módulo de Impresión de Licencias y Anexos Técnicos de Servicios Privados

La puesta en producción de este módulo ha permitido gestionar de manera más flexible y automática la impresión de Anexos Técnicos y Licencias de los diferentes servicios privados: Capacidad de incluir nuevos formatos de Anexos y Licencias, posibilidad de poder imprimir en un solo bloque más de una Licencia correspondiente a un Titular. Este Módulo utiliza también la Base de Datos del Sistema de Gestión ELLIPSE.

f) Módulo de Gestión de Registros

Este módulo permite la automatización de la gestión de los Registros de Telecomunicaciones (Valor Añadido, Señalización, Numeración, Comercializadores de Servicio y/o Tráfico Telefónico, etc.).

Este Módulo utiliza también la Base de Datos del Sistema de Gestión ELLIPSE y para su implementación fue necesario modificar la estructura de esta Base de Datos a fin de añadir las tablas necesarias que guardan la información adicional requerida.

g) Módulo de Gestión de Control

Este Módulo realiza el mantenimiento y seguimiento de los procesos administrativos generados por la Dirección General de Control y Supervisión de Comunicaciones como producto de la atención de solicitudes presentadas al MTC por los usuarios de telecomunicaciones así como de los generados de oficio (funcionalidad también incluida en el Sistema de Gestión ELLIPSE).

Adicionalmente el Módulo también permite almacenar información técnica de las estaciones verificadas (tanto autorizadas como clandestinas) además de poder tener información histórica de todas la verificaciones y/o inspecciones realizadas por estación.

Este Módulo utiliza también la Base de Datos del Sistema de Gestión ELLIPSE y para su implementación fue necesario modificar la estructura de esta Base de Datos a fin de añadir las tablas necesarias que guardan la información adicional requerida.

h) Módulo de Gestión de los Servicios Públicos

El objetivo de este módulo es la automatización de la gestión de los Servicios Públicos. Este Módulo utiliza también la Base de Datos del Sistema de Gestión ELLIPSE y para su implementación fue necesario modificar la estructura de esta Base de Datos a fin de añadir las tablas necesarias que guardan la información adicional requerida.

i) Módulo de Gestión de Radiodifusión

El objetivo de este módulo es la automatización de la gestión de los Servicios de Radiodifusión.

Este Módulo utiliza también la Base de Datos del Sistema de Gestión ELLIPSE y para su implementación fue necesario modificar la estructura de esta Base de Datos a fin de añadir las tablas necesarias que guardan la información adicional requerida.

Sus características principales son:

- Incluye todas las funcionalidades originales del Sistema de Gestión ELLIPSE.
- Registro de las Canalizaciones de Radiodifusión: Localidad, Banda, Frecuencias/Canales y Distritos/Centros Poblados que lo componen.
- Asignación automática del Indicativo de la Estación.
- Asignación automatizada de la Frecuencia de acuerdo a la disponibilidad de frecuencia en la Localidad y Banda correspondiente.
- Optimización del ingreso de la información con:
 - Interfaz gráfica más amigable.
 - Una sola pantalla de ingreso de información.
 - Eliminación de ingreso de datos redundantes.

Validaciones adicionales en el ingreso de información a fin de reducir al mínimo posible errores en el ingreso de la información.

Todos los módulos descritos anteriormente han sido desarrollados en PowerBuilder v. 9 con conexión a la base de datos Oracle.

3.3.2 Software Técnico

Como el sistema ELLIPSE técnico no se encuentra operativo se ha buscado alternativas de solución que se puedan desarrollar localmente y otras de costo mucho menor

a los que puedan ser adquiridos en el exterior y que cumplan con los requerimientos de la UIT, en ese sentido se ha propuestos el uso del software SMS4DC la cual fue desarrollado en 1995 por la UIT, esta aplicación ha sido desarrollada para los países en desarrollo y tiene la capacidad de proveer a los países en desarrollo una herramienta eficiente y efectivamente administrable del espectro radioeléctrico, principalmente en Radiodifusión Sonora y TV, servicios de radio fijo y móvil y asimismo para el desarrollo de tecnologías inalámbricas. En la actualidad este software ha evolucionado al ser mejorado por la UIT para un fácil uso y mantenimiento de la base de datos, asimismo este software soporta los requerimientos definidos en el Manual de Comprobación Técnica del Espectro.

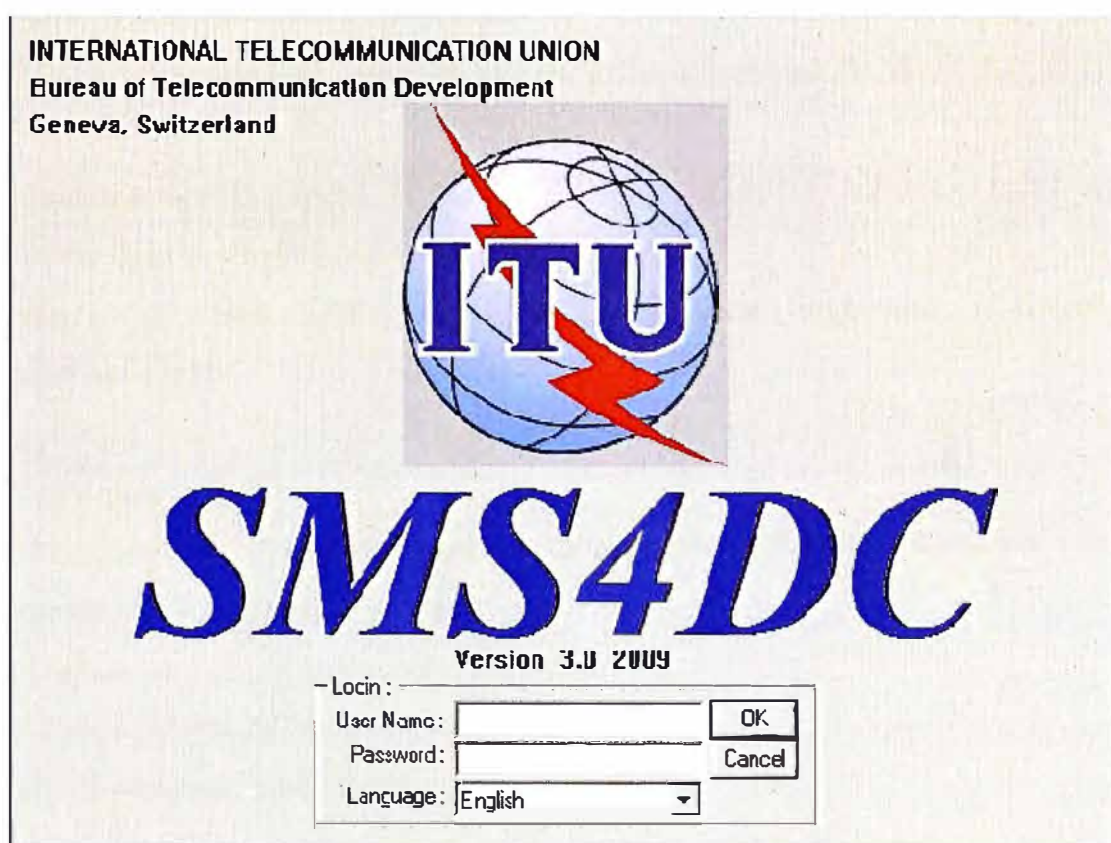


Figura 3.11 Programa SMS4DC

Fuente: Spectrum management system 4 for developing countries (p. 31, UIT 2009)

a) Función análisis de ingeniería

Esta función provee unas herramientas de análisis mejorado para el procesamiento de la asignación de frecuencias requerido por los solicitantes de las autorizaciones. Esta aplicación también provee la capacidad de calcular la interferencia entre uno o más transmisores y de un posible receptor victima bajo condiciones específicas. Para ello ha desarrollado:

- La predicción de pérdidas de propagación en problemas de interferencia
- Mejoramiento de la capacidad de cálculo de ingeniería
- Adición de una base de datos para un fabricante de antena.

Un mapa geográfico tridimensional se puede integrar y utilizarlo para algún cálculo de aplicación técnica, los cálculos de área y de línea de vista podrán ser mostrados sobre el mapa.

Características técnicas

Esta aplicación se basa en un modelo digital del terreno con las siguientes características técnicas:

- Implementación de los modelos de propagación UIT-R, P.1546, P.529, P.530, P.370, P.525
- Recomendaciones P.452, P.453, P.526, P.527, P.676, P.836, P.837, P.838 y P.841 para los diversos tipos de servicios de radio.
- Implementación GE84, GE89, GE06 y ST61, planes regionales y acuerdos bilateral/multilateral.
- Utilización de mapa digital del terreno tridimensional en la implementación de los modelos de propagación.
- Utilización de cluttermaps (costas, mares, océanos, conductividad de la tierra, etc.) en la implementación de modelos de propagación.
- Capacidad de integrar mapas tridimensionales con otra de mejor resolución.
- Capacidad de integrar rastermaps y vector maps.
- Cálculos de coordinación de frecuencias
- Muestra on-line de las coordenadas geográficas con el puntero del mouse y la variación del terreno así como la altura, valor de intensidad de campo, etc.
- Calculo de intensidad de campo usando diferentes modelos de propagación en un área seleccionada.
- Calculo del área de cobertura e interferencia radioeléctrica.

3.4 Monitoreo del espectro radioeléctrico

Los equipos utilizados para el monitoreo del espectro radioeléctrico deben operar vigilando 24/7 el espectro radioeléctrico, aun cuando el Sistema Nacional de Gestión del

Espectro Radioeléctrico realice parte de sus funciones principales como es la detección de estaciones radioeléctricas mediante la radiogoniometría debido a que desde su entrega se han ido limitando funciones debido a la falta de repuestos, esta función debe realizar con equipamiento que pueda ser implementado en las estaciones de control y monitoreo.

Por ello para cumplir con este requerimiento el equipamiento adicional instalado en las estaciones de control y monitoreo deben realizar las siguientes tareas:

- Planeamiento y administración de los transmisores
- Mediciones de canal de frecuencia ocupado
- Medición de los parámetros transmitidos
- Medición de intensidad de campo eléctrico
- Investigación de los diversos tipos de interferencia co-canal, canal adyacente y productos de intermodulación.
- Identificación de estaciones ilegales
- Para realizar estas diferentes tareas debe medirse lo siguiente:
- Frecuencia
- Intensidad de campo y densidad de flujo de potencia
- Ocupación del espectro
- Ancho de Banda
- Modulación
- Identificación de la señal

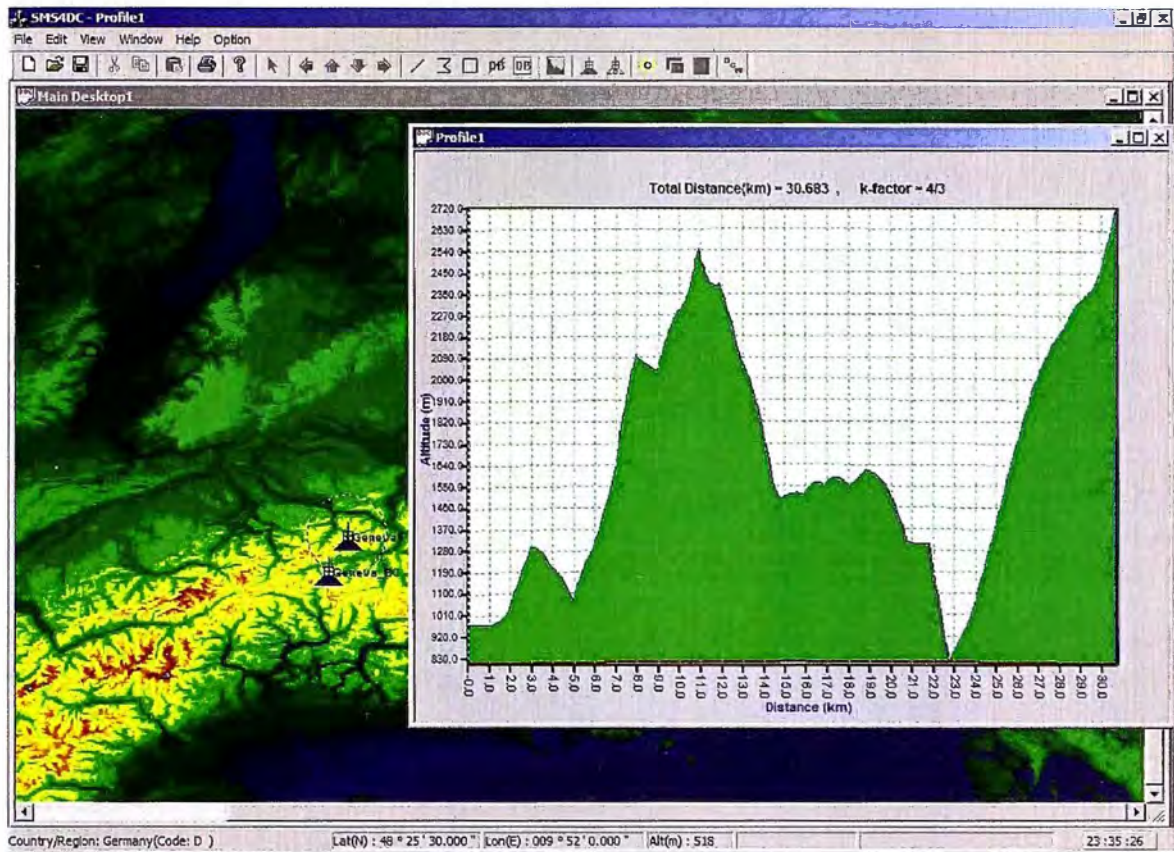


Figura 3.12 Perfil del terreno entre 2 estaciones de radio

Fuente: Spectrum management system 4 for developing countries (p. 46, UIT 2009)

Para poder cumplir con estas tareas es necesario contar con un equipamiento adicional que puede ser controlado por un sistema de computadoras y que posea el sistema siguiente:

- Sistema de monitoreo
- Sistema de información geográfica
- Sistema de audio digital
- Mapas digitalizados
- Medios de transporte adecuados

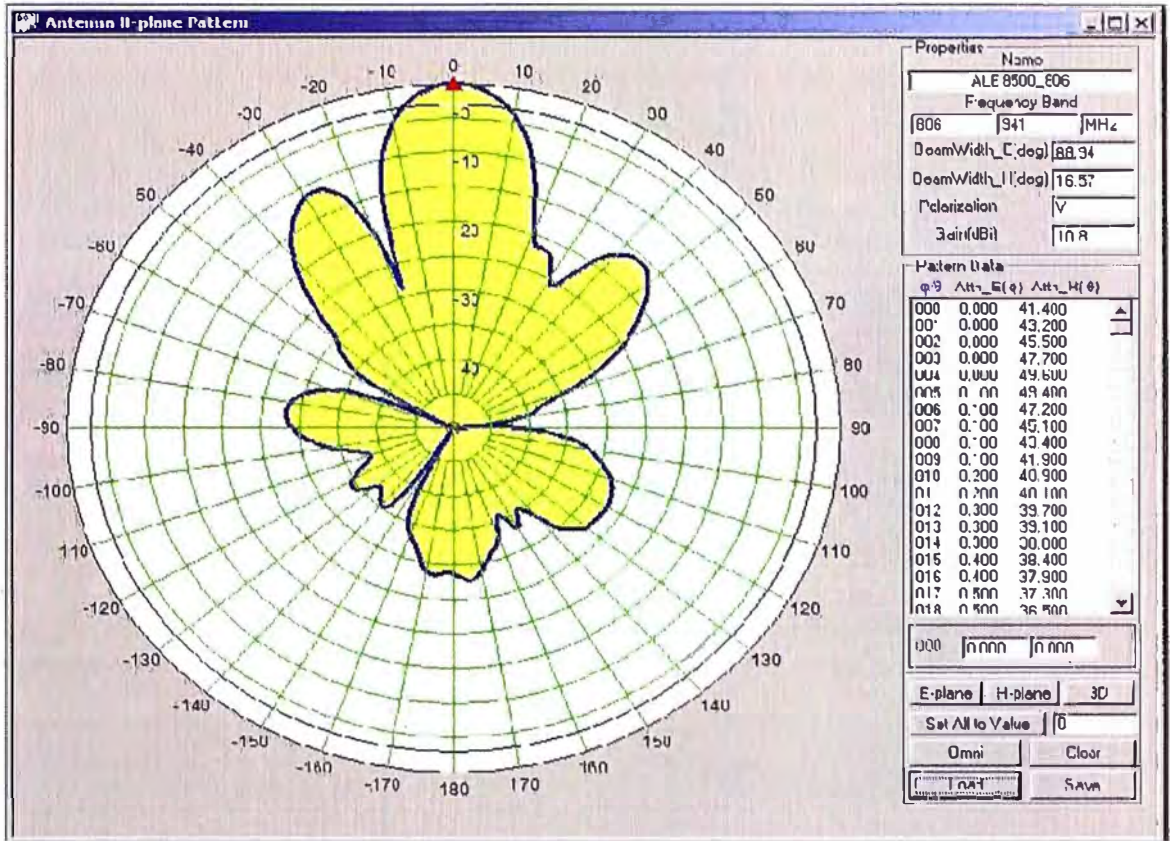


Figura 3.13 Modulo de edición del patrón de radiación de antena

Fuente: Spectrum management system 4 for developing countries (p. 58, UIT 2009)

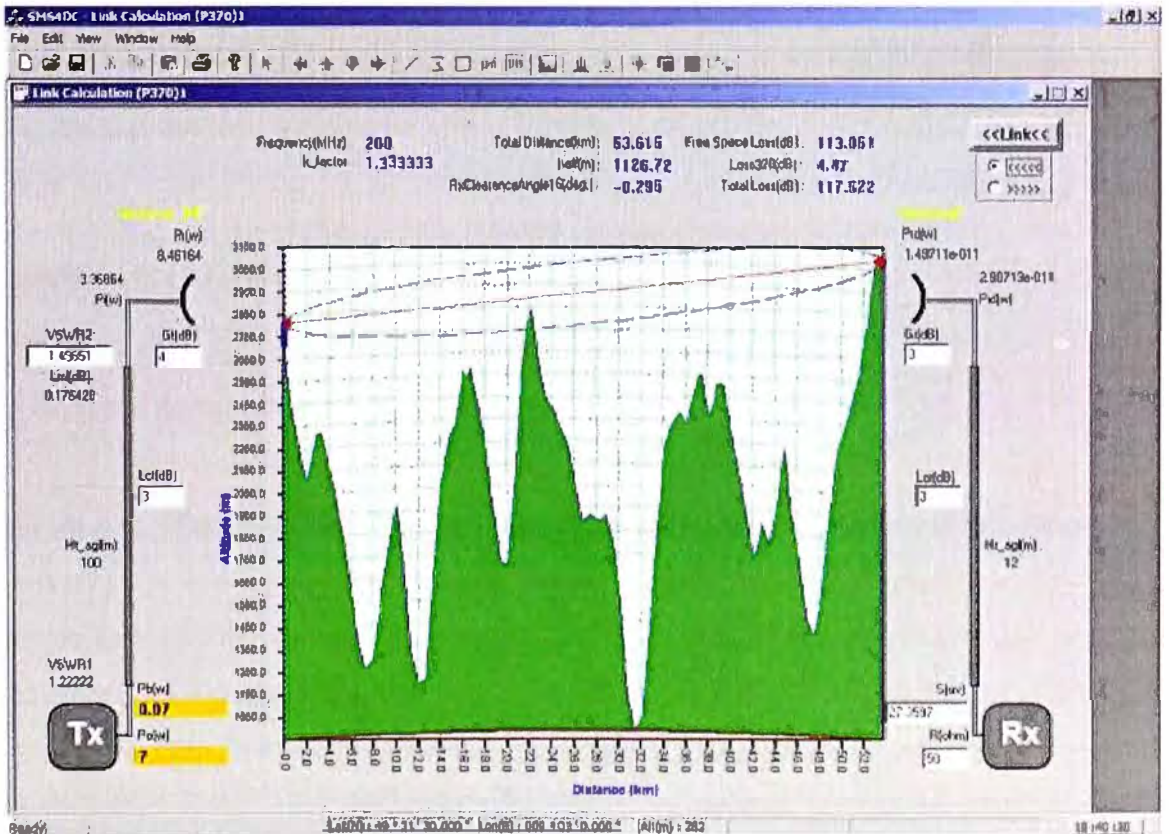


Figura 3.14 Calculo de un enlace radioeléctrico usando IUT-R P.370

Fuente: Spectrum management system 4 for developing countries (p. 95, UIT 2009)

Estos sistemas pueden ayudar a los operadores de la estación de monitoreo realizar sus labores. Asimismo, los procedimientos regulares pueden ser hechos automáticamente por el sistema y por operación manual soportada sobre sus misiones.

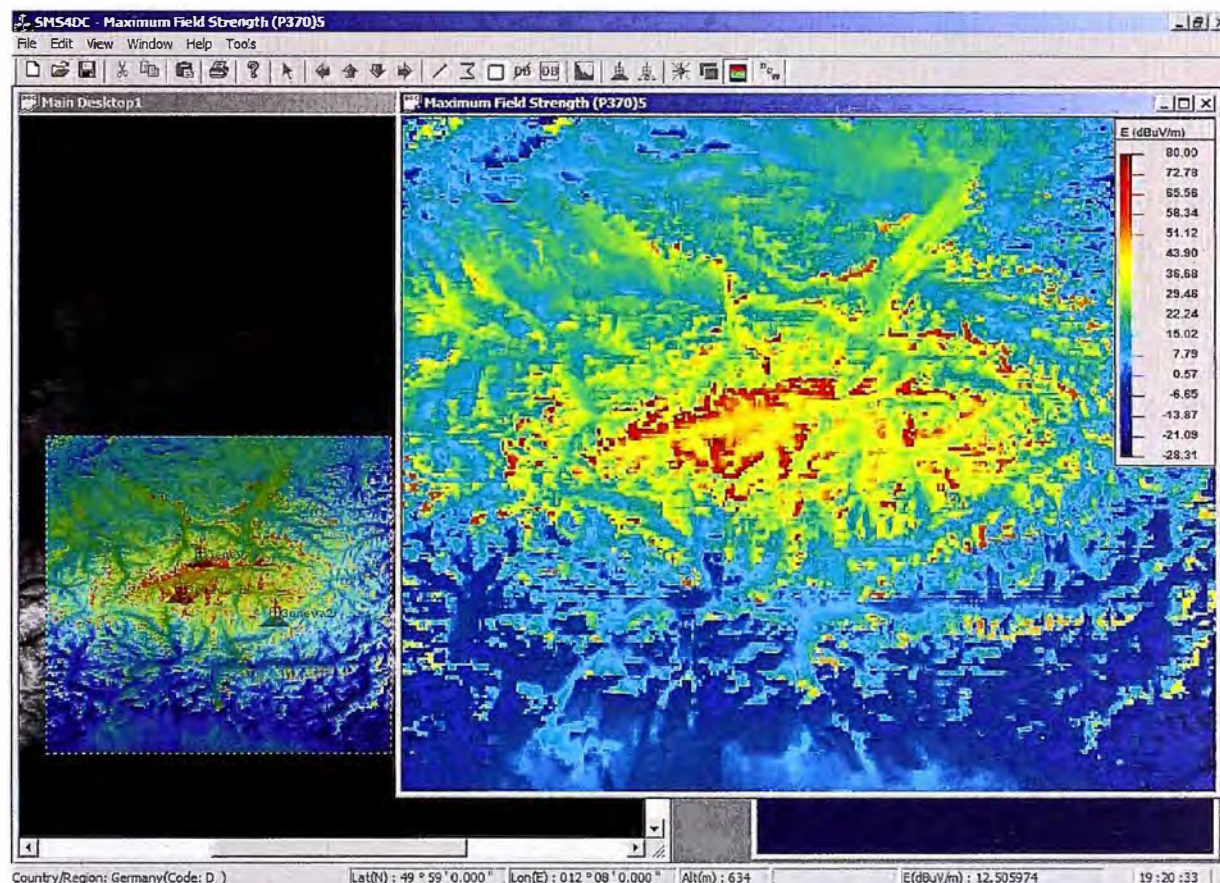


Figura 3.15 Calculo del área de cobertura usando IUT-R P.370

Fuente: Spectrum management system 4 for developing countries (p. 95, UIT 2009)

3.4.1 Sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo debe tener un equipo analizador de espectro que sea el corazón de este sistema, el cual debe permitir realizar las labores realizadas con la estación de comprobación técnica del espectro, así como de poder realizar mediciones técnicas de los nuevos servicios de telecomunicaciones. Considerando este requerimiento se adquirió un Analizador de Espectro de la marca ANRITSU, modelo MS2721B por cada estación CER a nivel nacional, el cual es portátil (menor a 5Kg) para que pueda ser desplazado cómodamente entre las estaciones fijas y móviles, y se puedan realizar con ella labores de monitoreo.

El analizador de espectro portátil MS2721B está diseñado para lograr un análisis muy preciso de las redes inalámbricas y señales celulares, las cuales incluyen 802.11 a/b/g, 3G, banda ultra-ancha y WiMAX. El MS2721B es ideal para la impermeabilización de la emisión de AM y FM, porque el rango dinámico y bajo ruido de fase hacen que las mediciones en señales analógicas sean fáciles de realizar sin necesidad de soporte de filtro de muesca externa. El MS2721B es pequeño y fácil de usar como analizador de espectro portátil con aplicaciones de medición de hasta 7,1 GHz.

Las opciones que pueden ser incluidas (opcionales) en este instrumento permiten al usuario añadir W-CDMA, CDMA, EDVO, GSM, GPRS, EDGE, WiMAX y medición de HSDPA. La opción de generador de seguimiento proporciona un rendimiento específico de 400 kHz a 7,1 GHz. Un receptor GPS puede ser añadido para permitir ubicación de mediciones en un mapa y mejorar en gran medida la precisión de la base de tiempo.

Otra opción utilizada por este analizador de espectro añade espectrograma en modo análisis de interferencia, la fuerza de la señal y el RSSI. Hay una opción para agregar una opción de canal de usuario definido por el usuario para utilizarlo como escáner, el cual es ideal para la reducción de la interferencia durante las mediciones en entornos complicados RF.

Varias mediciones inteligentes se hacen en el MS2721B, incluyendo la potencia del canal, en comparación con la potencia de canal adyacente, relación portadora a interferencia (C / I), y la intensidad de campo. Además, un demodulador de FM/SSB/AM está incluido.

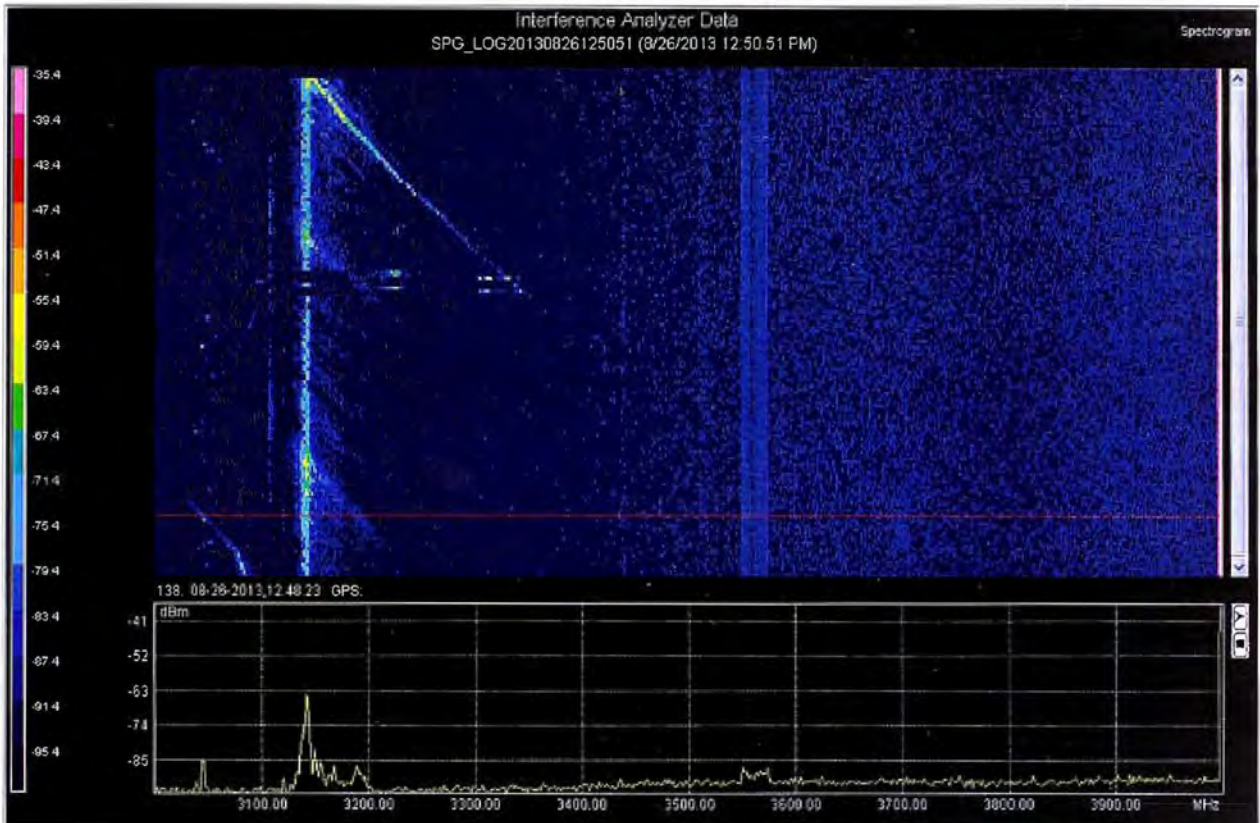


Figura 3.16 Análisis de interferencia en 2D de la banda de Americatel Perú
Fotografía Analizador de espectro MS2721B (Callao, 2013)

Las señales demoduladas pueden ser monitoreadas mediante el altavoz interno o el uso de los auriculares con entrada universal de 2,5 mm como la que se utiliza con muchos teléfonos celulares.

Este analizador de espectro MS2721B tiene bajo ruido de fase -100 dBc/Hz @ 10 kHz, el mejor un DANL clase típica de -163 dBm, el rango de ancho de banda resolución (RBW) de 1 Hz a 3 MHz y el alcance visual de la anchura de banda (VBW) de 1 Hz a 3 MHz.

El uso de módulos de memoria flash o flash USB compacta duros permiten un número ilimitado de pistas e instalaciones para almacenar en el equipo. La programación remota mediante la red Ethernet 10/100 Base-T de conexión se realiza utilizando programación SCPI desarrollada por el fabricante. La conexión Ethernet permite al usuario final una gran flexibilidad en la operación remota del instrumento utilizando el software de acceso remoto Anritsu denominado Master Software Tools, la cual se incluye con el producto en CD. Las medidas realizadas e instalaciones pueden ser cargadas y descargadas a través de Ethernet o conexión USB para ser analizadas posteriormente en un computador con el software descrito.

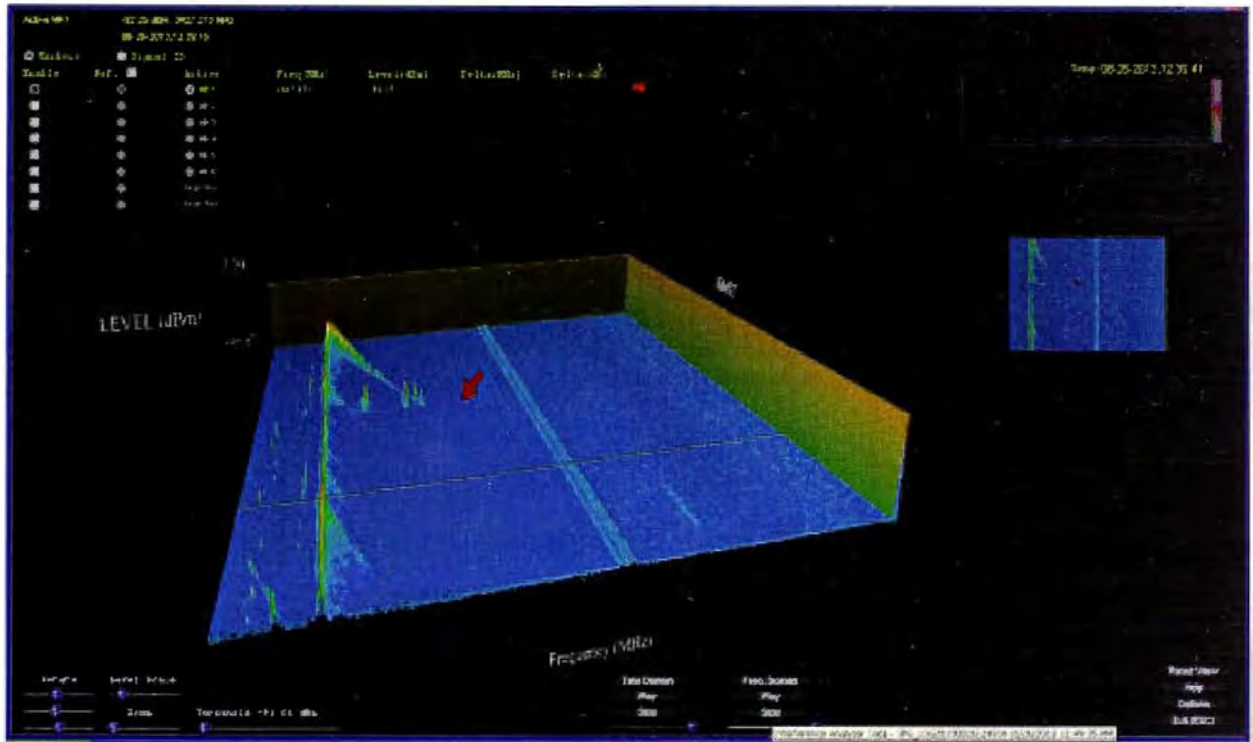


Figura 3.17 Análisis de interferencia en 3D de la banda de Americatel Perú
Fotografía Analizador de espectro MS2721B (Callao, 2013)

3.4.2 Sistema de información geográfica

El sistema de información geográfica utilizado debe ser capaz de integrar, almacenar, editar, analizar, compartir y mostrar la información geo-referenciada en el equipo o en grupo de computadoras que administran el analizador de espectro, tal como es realizada actualmente con el software Mapinfo y el desarrollo de iconos desplegados en los sitios geo-referenciados, estas funciones han reemplazadas por el uso de herramientas con el software ArcGIS.

ArcGIS es un software de computadoras que enlaza información geográfica con información descriptiva, este software presenta muchas capas de información diferente. Los mapas basados en ArcGIS no son más difíciles de usar que un mapa de papel, debido a que pueden representar puntos así como caminos y pequeñas áreas. Esta característica nos permitió utilizar este programa para las labores de misiones en ruta (mediciones ATR), en la cual se realizan diversos puntos de medición en movimiento los cuales deben ser representados sobre un mapa para determinar el área de servicio de una estación de radiodifusión, para ello se conecta en paralelo un GPS y un analizador de espectro en paralelo.



Figura 3.18 Mediciones de intensidad de campo radio La Voz del Sur
Fotografía Google maps (Lima, 2013)

El analizador de espectro Anritsu MS2721B nos entregara los valores de campo eléctrico medio y el GPS integrado en este equipo las coordenadas del punto de medición analizado, estos puntos de medición pueden colorearse de acuerdo a una rango de niveles de intensidad de campo representada en colores los cuales geo-referencian al punto medido, luego este punto puede ser transportado a cualquier tipo de mapa digitalizado. Por ello y para su mejor explotación debido a que cada vez está más difundido el mapa digital de Google Earth se viene utilizando esta aplicación luego de transformar a un archivo de compatibilidad KMZ creada por el ArcGIS.

3.4.3 Sistema de audio digital

El sistema de audio digital es utilizado por la red de computadoras conectado a la salida de audio del Scanner AOR AR-8200 para grabar, almacenar y reproducir los sonidos decodificados en una señal de audio digital que puede ser grabada en las computadoras en formato WAV. Este sonido es grabado directamente de la salida de audio del scanner AOR a la entrada de audio de la tarjeta de sonido del grupo de las computadoras que convertirán la señal digital en un sonido audible, este método de conversión digital permite una conveniente manipulación, almacenaje, transmisión y recuperación de la señal de audio.

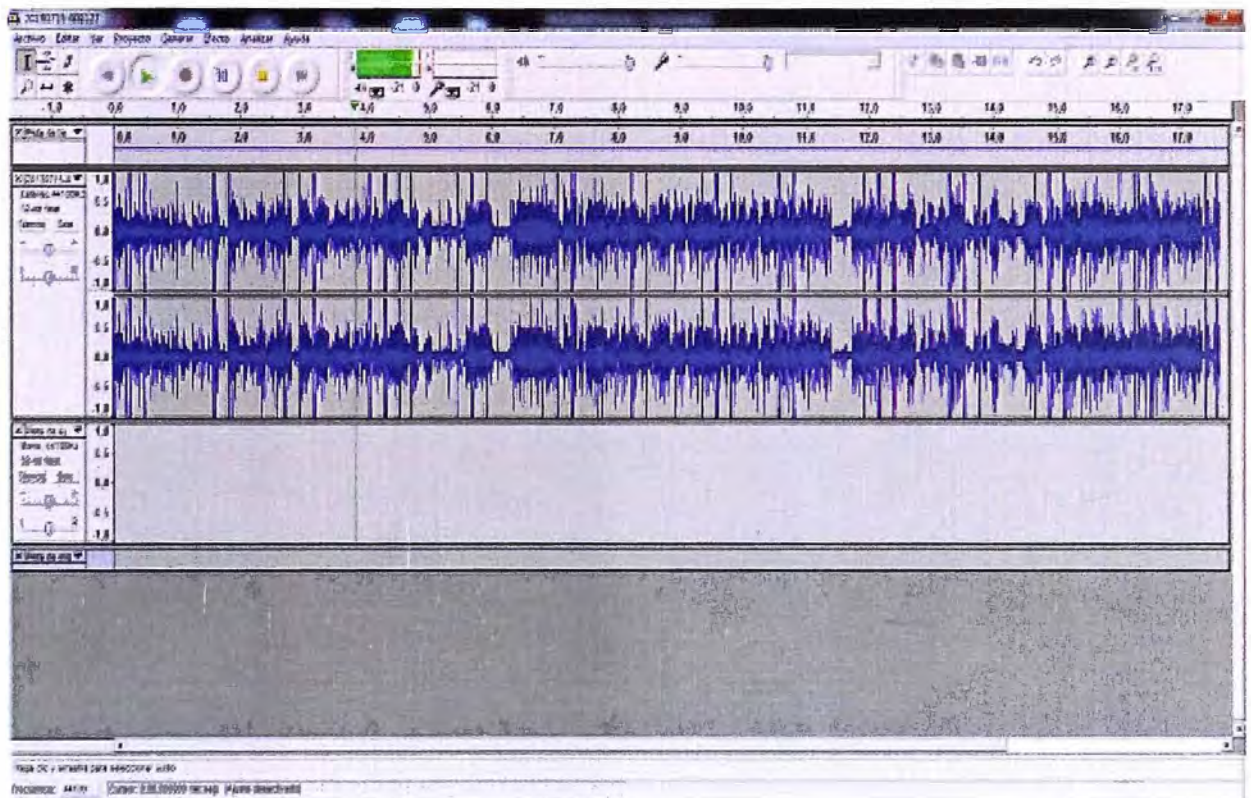


Figura 3.19 Procesamiento digital usando Audacity
Fotografía Estación de comprobación técnica (Lima, 2013)

Este procedimiento de grabación de la señal es realizado a la publicidad realizada en las estaciones de Radiodifusión sonora y televisión que no cuentan con el título habilitante, para notificar a las personas naturales o jurídicas que realizan publicidad en estos medios ya que son plausibles de sanción por contratar un espacio comercial en una estación que no cuenta con el título habilitante. Para realizar la edición de esta grabación que puede durar varios minutos se utilizan softwares gratuitos desarrollados exclusivamente para la edición de audio y/o video como Audacity y/o Total Video Converter.



Figura 3.20 Procesamiento digital usando Audicity
Fotografía Estación de comprobación técnica (Lima, 2013)

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y PRESENTACION DE RESULTADOS

En este capítulo analizaremos los beneficios que se lograrán con la modernización las estaciones de comprobación técnica, la cual será de una tecnología más moderna que pueda monitorear los nuevos servicios de telecomunicaciones. Esta tecnología nueva no debe dejar de lado el costo de inversión de las antiguas estaciones CER, para lo cual se debe considerar un retiro progresivo de este equipamiento hasta que las partes y piezas de este sistema sean irreparables o que puedan ser utilizados por otro equipamiento hasta que el fabricante THALES deje de producirlos o que se solicite la baja definitiva por obsolescencia tecnológica.

4.1 Beneficios con sistema de comprobación técnica moderna.

El equipamiento moderno le permitirá al Ministerio de Transportes y Comunicaciones una mejor gestión en el control del uso del espectro radioeléctrico así como la reducción de los costos operativos.

Los beneficiarios directos de un moderno sistema son los siguientes:

a) El personal del MTC que labora en las antiguas 7 estaciones CER

El personal que labora en las estaciones de Control del Espectro Radioeléctrico ubicadas en la ciudad de Lima, Arequipa, Cusco, Trujillo, Iquitos, Huancayo y Piura contarán con un equipo más moderno y con una velocidad de procesamiento mucho mayor la cual les permitirá desarrollar sus funciones con una mayor eficacia

b) Los usuarios de los servicios de telecomunicaciones

Los usuarios de los servicios de telecomunicaciones, que son todas las personas y empresas que utilizan el espectro radioeléctrico para brindar los diversos servicios de telecomunicaciones. En el caso de interferencias perjudiciales a los diversos servicios de

4.2 Beneficios del moderno sistema de gestión.

El nuevo sistema de gestión será una herramienta de gestión del espectro e ingeniería de las redes sobre los servicios que se atienden en el VMC-MTC a nivel nacional (Servicios de Radiodifusión Sonora y TV V/UHF, Servicios Privados, Radioaficionados, Servicios Públicos), así como una herramienta administrativa que contenga información legal y los procedimientos que se atienden de acuerdo al TUPA del MTC (Servicios de Radiodifusión, Servicios Privados, Radioaficionados, Servicios Públicos, Servicios Postales, Homologación e Internamiento de Equipos de Telecomunicaciones, Inspecciones Técnicas a las Estaciones de Radiodifusión, Privados, Públicos, Postales y Cuentas por Cobrar: Tasa, Canon, Multas, Fraccionamiento). Dicho sistema contribuirá a la automatización de actividades y permitirá obtener información de manera oportuna y adecuada a las diversas instancias que la necesiten.

Este sistema es único y completamente integrado, en donde las 3 principales funciones: i) Gestión Administrativa del Espectro, ii) Gestión de Ingeniería del Espectro, y iii) Control del Espectro, se apoyen sobre la misma Base de Datos, garantizando la coherencia del sistema y la no divergencia de información entre los tres servicios que aseguran el trabajo del Subsector Comunicaciones.

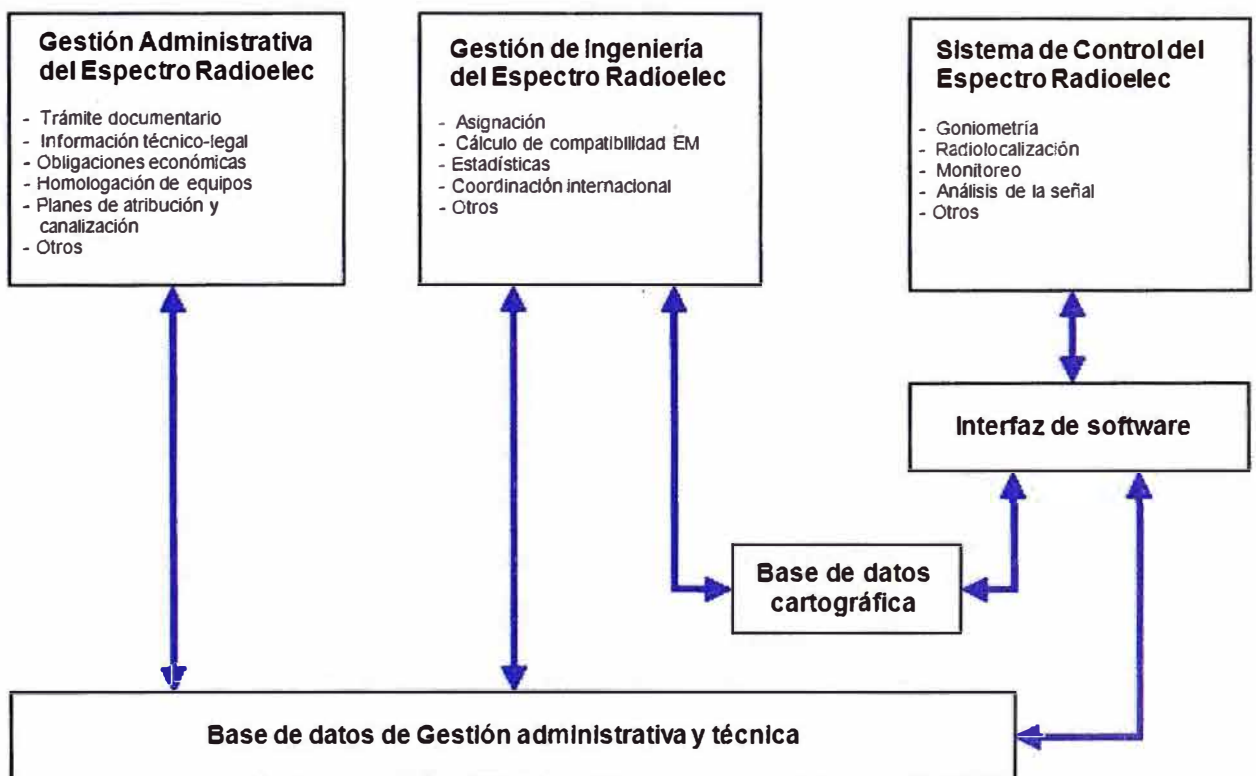


FIGURA 4.1 ESTRUCTURA BÁSICA A SER DESARROLLADO POR LA OTI
Fuente: Propuesta técnica sistema de gestión (MTC, 2013)

Para fortalecer la Oficina de Tecnología de la Información debe realizar lo siguiente:

- Garantizar la seguridad de la información y tener un control de los usuarios que ingresen al sistema, con manejo de perfiles según el tipo de usuario y área a la que pertenece.
- Contar con un sistema de backup de la información de la Base de Datos.
- Desarrollar una interfaz gráfica amigable (GUI) en español, personalizada para la gestión administrativa del MTC, con reportes estadísticos exportables a Excel, Word, etc., y con la capacidad de poder incluir nuevos reportes según la necesidad.
- Sesiones ilimitadas de usuarios concurrentes (para la Gestión Administrativa).
- No debe tener llave de seguridad que ligue el Sistema al Hardware (para la Gestión Administrativa).
- Capacitación de acuerdo al perfil del usuario.
- Personal contratado que asegure su permanencia en la OTI un tiempo no menor a 5 años para un mejor desarrollo de los sistemas.

Plan de renovación de servidores no mayor a 4 años.

4.3 Costos fijos del proyecto de modernización.

Las partes, piezas y software necesarios para la modernización del Sistema Nacional de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro debe tomar en cuenta modernizar los equipos del sistema de Gestión como son los servidores y el motor de base de datos, debido a que el sistema requiere constantemente información en tiempo real de todas las estaciones autorizadas que se encuentran accesibles desde la base de datos Ellipse.

4.4 Costos de operación del sistema

Una vez que se haya modernizado el sistema, es necesario mantener de manera adecuada el funcionamiento y la operación del sistema, lo que involucra una buena mano de obra así como la compra de suministros necesarios para mantener el sistema en funcionamiento durante el periodo de renovación del equipo:

Suministros: Estos son las partes o piezas del sistema necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, los cuales pueden ser Hardware o Software.

Mano de obra directa: Son los trabajos necesarios a ser realizados por las empresas que ofrecen los bienes para mantener en funcionamiento de los suministros entregados.

Mano de obra indirecta

El plan de mantenimiento preventivo y correctivo se realiza mensualmente para mantener operando el sistema, esto consta de un mantenimiento general al sistema que mantengan los parámetros técnicos solicitados por el fabricante.

Por tal razón, se ha considerado la compra de hardware y software necesarios para la modernización del sistema lo cual consta de lo siguiente:

TABLA 4.2 CUADRO DE EVALUACION DE COSTOS

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	465700EA TARJETA PRU108 - CARAIBE	17	\$26,737	\$454,529
2	465776AA TARJETA PRU109 - BIAC 2	17	\$32,214	\$547,638
3	Advantech Computadora industrial	17	\$9,279	\$157,743
4	LG 319 para la explotación del XE	17	\$6,628	\$112,676
5	LG 302 Nueva Generación (NG)	17	\$6,628	\$112,676
6	Software Mapinfo para cartografía	17	\$6,628	\$112,676
7	Esmeralda XE I HDVU	17	\$220,000	\$3'740,000
8	Servidor Sparc T4-1	1	\$28,965	\$28,965
9	Oracle database	1	\$47,500	\$47,500
10	Citrix Xen App (paquete de 5 licencias)	2	\$1,245	\$2,490
11	Computadora con Windows 7	1	\$1,000	\$1,000
12	Licencias SMS4DC	20	\$1,098	\$21,960
			TOTAL:	\$5'227,177

Fuente: Propuesta económica DOLPHIN (MTC, 2012)

4.5 Proceso de Compra del Equipamiento

El artículo 6° del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado aprobado por Decreto Supremo N° 184-2008-EF, señala que cada una de las dependencias de la Entidad determinará sus requerimientos anualmente. Estos requerimientos serán incluidos en el cuadro de necesidades remitido a la OGA para su consolidación e inclusión en el Plan Anual de Contrataciones, y estará sujeto al Presupuestos Institucional. En tal sentido, la compra del equipamiento que permita la modernización del Sistema Nacional de Gestión y

Comprobación Técnica del Espectro deberá estar incluida dentro de la programación del plan anual de la Dirección General de Control y Supervisión en Comunicaciones, como esta programación se realiza por anticipado el año anterior, esto implica que la adquisición de los repuestos necesarios tiene que realizarse el próximo año 2014, tiempo en la cual se realizará el proceso de licitación para la compra de las partes y pieza con el presupuesto solicitado el presente año.

Para llevar a cabo este proceso de licitación pública, se debe seguir los siguientes pasos:

- Determinación del tipo de equipamiento requerido
- Elaboración de los términos de referencia
- Solicitud a la Oficina General de Administración (OGA)
- Estudio de mercado de los bienes solicitados
- Elaboración de las bases de licitación
- Convocatoria
- Registro de participantes
- Formulación y absolución de consultas y/o observaciones
- Presentación de propuestas
- Evaluación de propuestas
- Otorgamiento de la buena pro

4.6 Forma de financiamiento

El Ministerio cuenta con el capital necesario para financiar la modernización de las estaciones de CER a nivel nacional solo tiene que solicitar su inclusión en el plan anual de adquisiciones, lo que hace que no se requiera de ninguna fuente de financiamiento externo, conforme se muestra en la tabla 4.3 el capital necesario que se deberá aportar según el cuadro anterior es de \$5'227,177.

El trámite necesario que debe realizarse es que la OGA genera el presupuesto al Ministerio de Economía y Finanzas para que se incremente el presupuesto de la entidad, una vez que este sea aprobado se inicia con el procedimiento señalado en el párrafo anterior.

4.7 Análisis de costo entre modernización y renovación del sistema

Modernizar el sistema de gestión y comprobación técnica es mucho más ventajoso

que renovar todo el sistema debido a que se utilizan partes y piezas del antiguo sistema que son compatibles con las partes y piezas a instalar ya que son hechos por el mismo fabricante THALES, asegurando su explotación hasta que el equipamiento cumpla con su tiempo de vida útil, lo cual genera un gasto mucho menor que renovar el sistema. Asimismo, se reducen los tiempos de fabricación y se mantiene en operación en forma continua el sistema con un software de gestión amigable tal como se muestra en los cuadros I y II del Anexo I.

CONCLUSIONES

La propuesta de modernización presentada es el resultado de evaluar el costo de inversión realizada para la compra del equipamiento THALES en el año 1997 y el tiempo que se requeriría para adquirir un nuevo sistema, por lo que se consideró no desecharlo completamente sino modernizarlo y aprovechar al máximo el equipamiento de las estaciones de comprobación técnica del espectro radioeléctrico.

Como en este sistema se realizaba medición de frecuencias, medición del ancho de banda, medición de la intensidad de campo, medición de la modulación, comprobación técnica de la ocupación del espectro, identificación y decodificación, radiogoniometría y localización con un rango de operación de 9kHz a 3GHz, se podía realizar la comprobación técnica. La propuesta de implementarlo con equipamiento portátil permite monitorear un rango de frecuencia mayor al que posee el equipamiento actual y realizar el análisis de los nuevos servicios digitales que vienen ofreciendo los operadores de servicio público como son la tecnología LTE, WIMAX, TETRA, etc. Así como, realizar mediciones de las estaciones de radiodifusión que vienen implementando la televisión digital ISDB-T.

Con relación a la gestión administrativa, la propuesta de que ésta sea desarrollada por la OTI en coordinación con las oficinas involucradas del MTC obedece al cumplimiento de sus necesidades administrativas sin límite de licencias. Sin embargo, se ha propuesto para la gestión técnica el programa SMS4DC diseñado por la UIT, ya que permitirá complementar las aplicaciones administrativas que desarrolla la OTI, debido a que es un software complejo que requiere diseño de ingeniería y demanda mucho tiempo.

Finalmente, los requerimientos técnicos propuestos para la implementación de nuevas estaciones es el resultado de la experiencia obtenida durante el manejo de las estaciones fijas y móviles, y de las necesidades actuales con la aparición de los nuevos servicios de telecomunicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Oficina de Radiocomunicaciones, “Manual Comprobación Técnica de Espectro”,
- [2]. Unión Internacional de Telecomunicaciones, Edición 2002.
<http://www.itu.int/publ/R-HDB-23/es>
- [3]. Oficina de Radiocomunicaciones, “Manual Gestión Nacional del Espectro”, Unión Internacional de Telecomunicaciones, Edición 1995.
<http://www.itu.int/publ/R-HDB-21/es>
- [4]. Oficina de Radiocomunicaciones “Recomendaciones de la UIT-R” Edición 2004
<http://www.itu.int/publ/R-REC/es>
- [5]. Oficina de Radiocomunicaciones, “Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT”
- <http://www.itu.int/publ/R-REG-RR-2004/es>
- [6]. Normas Legales del sector comunicaciones del MTC
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/normaslegales2.html>
- [7]. Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones
http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/basicadetelecomuni/TUO_Ley_de_Telecomunicaciones.pdf
- [8]. Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley de Telecomunicaciones
http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/DS_020_2007_MTC_Nuevo_TUO_Telecomunicaciones0001.pdf
- [9]. Plan Nacional de Atribución de Frecuencia de Perú - PNAF), aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005 –MTC/03
http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/normaslegales/pnaf_act_feb08.pdf
- [10]. Thales Communications:
<http://www.thalesgroup.com/>
- [11]. <http://www.thales-c4isr-solutions.com/subdomain-Spectrum+monitoring-29.php>
- [12]. Ministerio de Transportes y Comunicaciones:
<http://www.mtc.gob.pe/portal/inicio.html>
<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/control/sistemanacional.htm>

- [13]. Unión Internacional de Telecomunicaciones:
<http://www.itu.int/en/pages/default.aspx>
- [14]. Rohde & Schwarz:
<http://www2.rohde-schwarz.com/>
http://www.rohde-schwarz.com/spectrum_monitoring_management/
- [15]. TADIRAN Electronic Systems Ltd.:
<http://www.tadsys.com/>
http://www.tadsys.com/spectr_s.htm
- [16]. TCI International, Inc. (TCI):
<http://www.tcibr.com/>
<http://www.tcibr.com/spectrum-monitoring-systems.html>
- [17]. Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) 2001

Ley N° 28278 de Radio y Televisión 23.06.04

Decreto Ley N° 17271; el 1° de abril de 1969

ANEXOS

DOLPHIN TELECOM DEL PERU S.A.C.

OFERTA ECONOMICA

1 LISTA DE PRECIOS DE LOS REPUESTOS (OPCION 1)

ITEM	DESCRIPCION DE LOS MODULOS	CANT	P.UNIT	P.EXT
1	465700EA TARJETA PRU108 - CARAIBE	12	20,170.00 €	242,040.00 €
2	465776AA TARJETA PRU109 - BIAC 2	4	25,810.00 €	103,240.00 €
3	465705AA TARJETA QSHARC BASE	5	7,315.00 €	36,575.00 €
4	Advantech Computadora con SW XP	7	22,691.43 €	158,840.00 €
TOTAL				540,695.00 €
IGV				97,325.10 €
TOTAL INCLUIDO IGV				638,020.10 €

2 LISTA DE PRECIOS DE LOS REPUESTOS (OPCION 2 CTAD = 7)

ITEM	DESCRIPCION	CANT	P.UNIT	P.EXT
I	ESMERALDA MRE XE I HDVU incluyendo:	7	160,000.00 €	1,120,000.00 €
	* Receptor para Goniometría en la bandas V/UHF y Receptor para Monitoreo en las bandas H/V/UHF incluyendo : A- Modulo RF HF 2000 NW2 (Ctad = 1) B- Modulo RADIO BW 40 MRE (Ctad =2) C- Modulo LO MRE (Ctad = 1) D- Cuva equipada y programada (Ctad = 1) E- Caja frente equipada (Ctad = 1) F- Juego de cables completo de Interconexión IHDVU (Ctad = 1) G- Juego completo de documentación en español (Ctad =1) * Brújula electronica (7 Unidades)			
II	SOFTWARE incluyendo:	7		
	LG 319 para la explotación del XE LG 302 Nueva Generación (NG) Software Mapinfo para cartografía			
III	SERVICIOS	1		
	12 meses de garantía Pruebas de aceptación en Francia (sin el cliente) CIP LIMA- PERU			
IV	ADICIONAL			
	Computadoras portátiles configurados para XE	7		
TOTAL VENTA				1,120,000.00 €
IGV				201,600.00 €
TOTAL VENTA INCLUIDO IGV				1,321,600.00 €

DOLPHIN TELECOM DEL PERU S.A.C.

OFERTA ECONOMICA

3 LISTA DE PRECIOS DE LOS REPUESTOS (OPCION 2 CTAD=1)

ITEM	DESCRIPCION	CANT	P.UNIT	P.EXT
I	ESMERALDA MRE XE I HDVU incluyendo:			
	Receptor para Goniometría en la bandas V/UHF y Receptor para Monitoreo en las bandas H/V/UHF incluyendo : A- Modulo RF HF 2000 NW2 (Ctad = 1) B- Modulo RADIO BW 40 MRE (Ctad =2) C- Modulo LO MRE (Ctad = 1) D- Cuva equipada y programada (Ctad = 1) E- Caja frente equipada (Ctad = 1) F- Juego de cables completo de Interconexión IHDVU (Ctad = 1) G- Juego completo de documentación en español (Ctad =1) * Brújula electronica (2 Unidades)	1	215,000.00 €	215,000.00 €
II	SOFTWARE incluyendo:	1		
	LG 319 para la explotación del XE LG 302 Nueva Generación (NG) Software Mapinfo para cartografía			
III	SERVICIOS	1		
	12 meses de garantía Pruebas de aceptación en Francia (sin el cliente) CIP LIMA- PERU Asistencia técnica en LIMA - PERU (2 semanas)			
IV	ADICIONAL			
	Computadoras portátiles configurados para XE	1		
	TOTAL VENTA			215,000.00 €
	IGV			38,700.00 €
	TOTAL VENTAINCLUIDO IGV			253,700.00 €

3 RESUMEN

TOTAL PRECIOS OPCION 1	638,020.10 €
TOTAL PRECIOS OPCION 2	1,321,600.00 €
TOTAL PRECIOS OPCION 2 (REPUESTOS)	253,700.00 €