

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“ESTUDIO TÉCNICO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSMISIÓN DE
DATOS SOBRE LA RED DE RADIO DE LA POLICÍA NACIONAL
EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.”**

KARLA PAULINA ROSERO VILLAVICENCIO

SANGOLQUÍ – ECUADOR

FEBRERO 2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto fue realizado en su totalidad por la Señorita Karla Paulina Rosero Villavicencio, como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES.

Sangolquí, 10 de Febrero del 2006

ING. RODRIGO SILVA
DIRECTOR

Tnte.Crnl. XAVIER MARTINEZ
CODIRECTOR

Agradecimiento

A Dios la luz y fortaleza de mi vida, el mentor de mi fe y lucha diaria.

A mis queridos padres Fabián y Lupita, que con su amor, esfuerzo y sacrificio han hecho posible que hoy obtenga la profesión que tanto anhelaba; y que enteramente se la dedico.

A mis hermanitos Karinita y Alexandrito fuentes de inspiración y el motivo para ser mejor cada día; de igual manera a mi hermanito Cristian fallecido por ser el ángel de mi guarda y acompañarme espiritualmente cada día.

A mis abuelitos por sus oraciones, su apoyo y todos sus consejos sabios.

A mi novio César por brindarme su amor, su ternura y apoyarme en cada desafío de mi vida profesional; alimentando mi corazón con sus sentimientos.

A mis profesores, por compartir conocimientos y experiencias a lo largo de mi vida universitaria con la visión de formarme íntegramente para afrontar los desafíos personales y profesionales.

Karla P. Rosero V.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado a mi familia fuente de apoyo y comprensión, en especial a mis padres; por su sacrificio para darme la oportunidad de educarme, y sobretodo en agradecimiento por la formación más valiosa brindada que son los valores y el amor a Dios.

Karla P. Rosero V.

PROLOGO

Desde comienzos de este año las estadísticas de crónica roja han aumentando la información en los medios de comunicación, como expresión de la creciente violencia que afronta la comunidad no solo de Quito, sino del país. Comencemos analizando por ejemplo que en la actualidad el tránsito resulta preocupante, el incremento en número de conductores ebrios y sin experiencia; causantes de accidentes, con consecuencias fatales en una gran mayoría.

Según estadísticas policiales, durante los ocho últimos meses del 2005 se han provocado 484 percances, dejando 48 muertos, 528 heridos, 512 detenidos por manejar en estado etílico. Cifras que deben duplicarse en vista de que muchos casos no son denunciados, y sus protagonistas fallecen no en el acto sino al interior de los centros de salud.

Por otra parte la violencia civil también muestra cifras preocupantes. Según la central de Emergencias 911, solo los fines de semana son atendidas 35 víctimas por este problema. Agreguemos a esto; asaltos contra personas y entidades, y tendremos un panorama nada agradable para esta ciudad calificada como Patrimonio de la Humanidad.

Cuando hablamos sobre estos problemas, la mayoría piensa que su control es responsabilidad exclusiva de las autoridades. Pues no. Porque la comunidad tiene mucho que ver en su prevención y solución. Por ejemplo si la Policía decide realizar batidas en diferentes sectores de la urbe, colaborar con este empeño.

No precisamente esconder a los sospechosos como sucede en los mercados públicos, por ejemplo, ni defender actuaciones contra la ley y las costumbres, según

observamos con padres o familiares de quienes son detenidos. Llueven entonces las demandas mediante hábeas corpus o reclamos a través de los medios de comunicación. Nadie es culpable aunque haya sido detenido en escena del crimen, atentando contra bienes públicos y privados. Lo más grave es que al poco tiempo los pocos detenidos son liberados por jueces indolentes, desanimando a los elementos de orden para continuar en su tarea.

Se exige a la Policía que cumpla sus obligaciones, pero también al gobierno que dote a esta institución de los elementos, equipamiento y presupuesto indispensables. Sin embargo no se pierde nada organizándose en los hogares, en los barrios, en las comunidades, para afrontar situaciones como estas antes de que sea demasiado tarde.

Los mismos miembros de la policía no se quedan atrás, y sin generalizar; muchos de ellos son los cómplices en actos de corrupción, encubrimiento y perjuicio al bien común.

Ante estos factores negativos en la ciudad; actualmente en la DINACOM a cargo del área de Informática se encuentra en desarrollo la base de datos más completa en cuanto a información ciudadana se refiere. Esta tendrá información de record policial, registro ciudadano, denuncias, información de tránsito, operativos, etc.

Una de las principales deficiencias de esta base de datos, es la falta de conectividad con terminales móviles, portátiles y bases (por ende con oficiales en servicio); es decir que la base de datos posea la funcionalidad de base de datos móviles, permitiendo con ello que los oficiales en servicio puedan acceder a la información y obtener los datos requeridos en relación a la acción que se encuentre realizando o necesidades en operativos. Otra característica indiscutible del manejo de esta conectividad, es seguridad y restricción de información para usuarios; es decir que solo el usuario pueda acceder a cierta información, porque existe otra con carácter de restringido que se manejará en la base de datos.

Estas dos necesidades planteadas pueden ser cubiertas a través de la subred de datos propuesta, corriendo sobre software PREMIER MDC, que en su gestión tiene la capacidad de permitir a los usuarios móviles y portátiles ingresar a la base de datos; y por los parámetros de seguridad e encriptación que el sistema Astro posee, da la seguridad deseada a la información. De igual manera la administración de red, tiene la capacidad de

personalización de los usuarios, restringiendo la información para cada uno de ellos o grupos determinados en su registro.

Así por ejemplo se puede importar información necesaria de la base de datos, y posteriormente se puede generar de manera eficaz un informe concerniente y reenviar de nuevo la información a la red.

Otra posibilidad de factibilidad de acceso de datos, constituye el manejo de INTRANET del PREMIER MDC, comparada con una red cliente/servidor; en donde el usuario puede acceder a la base de datos de información, cuantas veces se desee, siendo administrada y restringida en forma personalizada.

De igual manera a través del WNG los usuarios tendrán la conectividad de red inalámbrica, a un subred constituida con la información de la base de datos; de igual manera juega un papel importantísimo todo el equipo de enrutamiento de red.

Finalmente es necesario recalcar que las comunicaciones inalámbricas debido a su versatilidad, es el medio de comunicación más efectivo y de mayor crecimiento mundial, razón por la cual se va constituyendo como una herramienta indispensable para las entidades de servicios y seguridad.

INDICE GENERAL

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1	Generalidades del proyecto	1
1.1.1	Introducción	1
1.1.2	Antecedentes	2
1.1.3	Justificación	2
1.1.4	Importancia	3
1.1.5	Objetivos	4
1.2.	Principios del sistema troncalizado	5
1.2.1	Concepto de troncalización	6
1.2.2	Definición del sistema troncalizado	7
1.2.3	Ventajas del sistema troncalizado	8
1.2.4	Señalización del sistema	10
1.2.5	Canal de control	11
1.2.6	Capacidad del sistema	12
1.2.7	Proceso de una llamada básica	13
1.3.	Protocolos	15
1.4.	Equipos	15
1.4.1	Equipos de infraestructura	16
1.4.2	Equipos de usuario	17

CAPITULO II
ESTUDIO DEL SISTEMA TRONCALIZADO QUE POSEE LA POLICÍA
NACIONAL ACTUALMENTE

2.1	Introducción	19
2.1.1	Sistema troncalizado	20
2.1.2	Sistema convencional UHF	20
2.2	Descripción del Sistema de comunicaciones troncalizado “Smartzone Motorola”	21
2.2.1	Servicios disponibles en el sistema	24
2.3	Descripción física y técnica de la infraestructura y equipo	25
2.3.1	Infraestructura física	25
2.3.2	Enlaces de microondas	26
2.3.3	Estaciones repetidoras con las implementaciones actuales	27
2.3.4	Equipos terminales de radio	30
2.3.5	Consolas de despacho	32
2.4	Descripción técnica	33
2.4.1	Enlaces de microondas	33
2.4.2	Necesidad subred de datos móviles (proyecto planteado para esta tesis)	34
2.5.	Estaciones repetidoras troncalizadas	35
2.5.1	Estaciones bases troncalizadas	36
2.5.2	Estaciones móviles troncalizadas	37
2.5.3	Estaciones portátiles troncalizadas	38
2.6.	Equipo físico características	39
2.6.1	Torres	39

2.6.2	Casetas (shelters)	40
2.6.3	Protecciones y sistemas de tierra	41
2.6.4	Generadores eléctricos	41
2.6.5	Alimentación eléctrica	42
2.6.6	Funciones para el sistema mediante la implementación de accesorios adicionales	43

CAPITULO III

TRUNKING DIGITAL

Y SISTEMAS DE DATOS MÓVILES

3.1	Sistemas troncalizados analógicos y digitales	44
3.1.1	Sistemas troncalizados analógicos	44
3.1.2	Protocolos de los sistemas troncalizados analógicos	44
3.1.2.1	Características de los protocolos	45
3.1.3	Sistemas troncalizados digitales	46
3.1.4	Protocolos de los sistemas troncalizados digitales	47
3.1.4.1	Características de los protocolos	47
3.2	Ventajas de la tecnología digital	48
3.3	Elementos de un sistema de datos móviles	49
3.3.1	Aplicaciones	49
3.3.2	Conectividad	49
3.4	Necesidad de aplicaciones inalámbricas móviles para datos	50
3.5	Infraestructuras para datos	55
3.5.1	Tecnologías disponibles para datos sobre trunking	55
3.5.2	Voz y datos integrados	56

3.5.3	Voz y datos compartidos	57
3.5.4	Datos dedicados	58
3.6	Bases de datos móviles	59
3.6.1	Desarrollo de las bases de datos móviles	59
3.6.2	Clasificación de datos en aplicaciones móviles	60
3.6.3	Ámbitos de distribución de las bases de datos móviles	60

CAPITULO IV
PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS
DIGITALES

4.1	Generalidades	61
4.2	Tecnologías de radio y protocolos utilizados	62
4.3	Características de los protocolos	63
4.3.1	Protocolo de comunicaciones	63
4.3.2	Estandarización de las diferentes interfaces	64
4.3.3	Selección del protocolo a utilizar	65
4.3.4	Protocolo Apco (association of public safety communications officials)	66
4.4	Visión global y aplicaciones de datos	67
4.4.1	Introducción al sistema astro	67
4.4.2	Características de Apco 25	68

4.5	Interfaces de la arquitectura abierta Apco	70
4.5.1	Arquitecturas del sistema astro	72
4.5.1.1	Componentes del sistema astro para aplicabilidad de datos	72
4.5.2	Topologías de infraestructura	74
4.5.3	Topologías de sitios y aplicabilidad de voz y datos	76
4.5.3.1	Sitios simples	76
4.5.3.2	Múltiples sitios simples	76
4.5.3.3	Receiver voting	77
4.5.3.4	Multicast	77
4.5.3.5	Simulcast	78
4.6	Funcionalidades del sistema	79
4.6.1	Interface “A”	80
4.6.2	Interface “Um”	81
4.6.2.1	CAI - interfaz de aire común	82
4.6.3	Interfaz de wireline	83

4.6.3.1	Consola de interfaz de DIU	84
4.6.4	Interface “Ed” de RNC to host (sr 1.7/sr 3.0)	84
4.6.4.1	Interface “Ed” de RNC to host (sr 3.0)	85
4.7.	Descripción técnica	86
4.7.1	Características técnicas del sistema Apco 25	86
4.7.2	Modelo de referencia OSI	87
4.7.3	Paquetización de datos	88
4.7.4	Técnicas de modulación multinivel	89
4.7.4.1	Las ventajas sobre los codificadores de 2 niveles	90
4.7.5	Detección y Corrección de errores	91
4.7.6	ARQ selectivo	92
4.7.6.1	Flujo de datos entrelazados	93
4.7.7	Canales de control y tráfico	94
4.7.7.1	Manejo del canal de acceso	94
4.7.7.2	Manejo del canal de entrada	94
4.7.7.2.1	Manejo del canal de acceso con (S-DSMA)	95
4.7.7.2.2	Manejo de contención	95

4.7.7.2.3	Manejo del canal de entrada usando los bits ocupados incluidos	96
4.8	Desempeño de datos	96
4.8.1	Red dedicada de datos	97
4.8.2	Modos de voz y datos	97
4.8.3	CAI de datos (capa 2)	98
4.8.4	Rendimiento y tiempo de transmisión de mensajes	98
4.8.5	Cobertura RF	99
4.9	Adherir datos al sistema astro	100
4.9.1	Característica de la plataforma astro 25 dedicada	101
4.10	Seguridad en APCO	102
4.10.1	Prestaciones de seguridad	103

CAPITULO V
ANÁLISIS TÉCNICO DE TRÁFICO, COBERTURA Y ARQUITECTURA DEL
SISTEMA

5.1	Introducción	104
5.2	Capa de radio	105
5.2.1	Área geográfica y sitios de repetición	105
5.2.2	Asignación de frecuencias	107
5.3	Estudio de tráfico	108
5.3.1	Introducción	108
5.3.2	Definición de parámetros	109
5.3.3	Estimación de la hora pico	111
5.3.4	Estimación del tiempo promedio de duración de las llamadas	116
5.3.5	Transito de mensajes y datos	118
5.3.6	Definición del número de unidades suscriptoras	121
5.3.7	Elección del modelo a utilizar	122
5.3.7.1	Cálculo del tráfico	123
5.4	Estudio de cobertura	133
5.4.1	Descripción general del terreno	133
5.4.2	Distribución territorial del Distrito Metropolitano de Quito	134
5.4.3	Elección de los sitios de repetición	135
5.4.4	Metodología del estudio de propagación	138
5.4.5	Datos técnicos de partida	139
5.4.6	Determinación del área de cobertura	141
5.4.6.1	Cálculo de la altura sobre el nivel medio del terreno	141
5.4.6.2	Cálculo de la potencia efectiva	148
5.4.6.3	Campo eléctrico necesario	148
5.4.6.4	Modelo de Hata	149
5.4.6.5	Gráficas de coberturas polar y cartesiana de los sitios	161
5.5	Arquitectura del sistema	162
5.5.1	Plan de numeración	163
5.5.2	Requerimiento de personal	168

CAPITULO VI
PROPUESTA TÉCNICA DE LA RED DE DATOS

6.1	Solución de datos móviles sobre la red de radio para Policía Nacional	169
6.1.1	Propuesta de la red de datos	170
6.1.2	Arquitectura del sistema	173
6.1.3	Distribución de DBS en los sitios	177
6.1.4	Estudio de frecuencias de operación	184
6.1.5	Capacidad de transmisión de datos	185
6.2	Detalle técnico de equipos de la red dedicada de datos	186
6.2.1	Diagrama del RACK del sitio maestro	186
6.2.2	Detalle técnico de equipos	187
6.2.3	Interconexión de los equipos a ser instalados	196
6.3	Operación y gestión de red para aplicarse en el proyecto de datos	197
6.3.1	Detalle de operación del sistema	197
6.3.2	Selección de sitios para usuario	202
6.3.3	Software de gestión de red	203
6.3.3.1	Aplicaciones móviles Premier MDC	204
6.3.3.2	Generalidades de Premier MDC	205
6.3.3.3	Funcionalidades de Premier MDC	206
6.3.4	Gestión de la red y manejo de las aplicaciones	207
6.3.4.1	Server (Message Switch)	209
6.4	Precios referenciales	218
	CONCLUSIONES	219

RECOMENDACIONES	221
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	223
ANEXOS	
Anexo 1 - Modelo encuesta para hora pico	226
Anexo 2 - Modelo de encuesta numero llamadas y duración	230
Anexo 3 - Referencias técnicas de los equipos	230
INDICE DE FIGURAS	231
INDICE DE TABLAS	237
GLOSARIO	240

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es cada vez más difundida la utilización de sistemas de comunicaciones inalámbricas y más aun sistemas de comunicaciones vía radio; especialmente en las entidades de seguridad pública y servicios.

Para las organizaciones en las que las comunicaciones deben ser en tiempo real, efectivas, privadas y seguras para la actividad diaria, un sistema de radio es la mejor solución; ya que le proporciona la cobertura, la eficiencia, la seguridad y la flexibilidad necesaria.

Dentro del campo de las telecomunicaciones las radiocomunicaciones celulares, convencionales y radio troncalizadas son las más utilizadas; proporcionando un soporte de comunicaciones para algunas aplicaciones específicas.

Para servicios de emergencia y gestión de flotas, el uso de sistemas de radio convencional sigue siendo básico, con el fin de garantizar canales específicos; pero si además de ello se requiere servicio para grupos específicos, que permita compartir un cierto número de canales de comunicación (troncales) entre un gran número de usuarios radio trunking es la alternativa.

1.1.2. ANTECEDENTES

Las comunicaciones de la Policía en la provincia de Pichincha se las realiza a través de un sistema de radio troncalizado, el cual ha venido funcionando desde hace unos 10 años atrás, por lo que en la actualidad se encuentra saturado y sus equipos en muy mal estado de funcionamiento, lo que hace que no preste las garantía suficientes que la función policial requiere para el cumplimiento de sus funciones. De igual manera posee un sistema troncalizado limitado solo a voz y con un número elevado de usuarios.

Es por esta razón que la Policía Nacional tiene como aspiración contar con un sistema de comunicaciones de radio eficiente, flexible y privado; y sobre todo que cumpla con los principios básicos de seguridad como es: “la confidencialidad, la integridad y la autenticidad”.

1.1.3. JUSTIFICACIÓN

Para todos es conocido que el índice delincencial ha aumentado considerablemente en nuestro País; y toma numerosas formas, hasta las más inusitadas. Ecuador no es la excepción a pesar de los esfuerzos aislados para mejorar las relaciones interpersonales y de la comunidad.

Surge entonces la misión de la Policía Nacional como ente encargado de mantener el orden y la seguridad ciudadana; para lo cual requiere contar con los medios logísticos y técnicos necesarios que permitan disponer de los recursos, medios tecnológicos y herramientas fundamentales de seguridad. Entre ellos, fundamentalmente; un sistema de comunicaciones moderno y confiable, que le permita desarrollar sus funciones de una manera eficiente, con un sistema tecnológico óptimo y moderno para atender las emergencias, denuncias, y tener a la mano la información ciudadana necesaria en el momento oportuno.

A partir del 2005 se le asignado a la institución el presupuesto vinculado a la explotación de recursos y mejoramientos tecnológicos, que esta permitiendo la incorporación de nuevos proyectos que contribuyan al mejoramiento de los servicios que la institución puede brindar.

El indicador principal de este proyecto surge entonces ante esta posibilidad de incorporación de nuevos proyectos para mejoramiento de las comunicaciones policiales, con una red de datos; cuya utilidad se fundamenta en tener la información ciudadana a la mano en las unidades móviles, en operativos conjuntos o servicios comunitarios individuales, en forma rápida y veraz, contribuyendo a la disminución del índice delincencial y al control ciudadano.

1.1.4. IMPORTANCIA

Las utilidades y servicios de voz, que actualmente se están usando en las comunicaciones policiales, ante el mundo de la seguridad digital, de la transmisión de datos, de mensajes de texto, datos de posición, información de mensajes cortos, etc, nos hace prever de la necesidad que posee la policía de abastecerse de información en operaciones de alto riesgo y controles ciudadanos en general que ya no dependan de un tiempo extenso de coordinación o de la factibilidad o no de la información requerida, que es solicitada vía radio-voz.

De igual manera surge la visión de incorporar los terminales finales a la base de datos más completa de información ciudadana del país, que se esta desarrollando en la institución policial. Para lo cual se hace imprescindible la incorporación de una red de datos inalámbrica en el sistema, que permita la conectividad entre esta (base de datos); y todas las unidades, pero sin descartar la posible utilización de la infraestructura existente como plataforma de la red de datos, haciendo referencia a los sitios implementados para el troncalizado de la Policía Nacional.

1.1.5. OBJETIVOS

General:

Realizar el estudio técnico de factibilidad para la implementación del servicio de transmisión de datos sobre la red de radio de la Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito.

Específicos:

- Desarrollar una subred dedicada para la transmisión inalámbrica de datos, que realizará las tareas relacionadas con la transferencia de información, tanto con equipos portátiles como en terminales móviles; la red manejará estándares de arquitectura distribuida, disponiendo de la capacidad para añadir nuevas aplicaciones sin interrumpir, ni recurrir a modificaciones de las ya existentes.
- Establecer un estudio técnico completo de la incorporación de datos al sistema de radio existente, para lo cual se realizará un análisis detallado de tecnologías, protocolos, usuarios, tráfico, cobertura y arquitectura del sistema.
- Plantear una solución de la gestión de la red y el enrutamiento de la información, necesarios entre la base de datos, la red y las radio comunicaciones; para su salida final a través de los enlaces existentes.

1.2. PRINCIPIOS DEL SISTEMA TRONCALIZADO

Se realizará un estudio del funcionamiento de un sistema troncalizado; en razón que es la tecnología de radio utilizada por la policía en el Distrito Metropolitano de Quito.

1.2.1. CONCEPTO DE TRONCALIZACIÓN

La técnica de troncalización está basada en el principio que al compartir un número reducido de enlaces de comunicación entre un gran número de usuarios es posible proveer un grado de servicio aceptable a estos usuarios; esto, debido a que la probabilidad de que

todos éstos usuarios intenten el acceso a los enlaces de comunicación al mismo tiempo, es muy pequeña.

El sistema troncalizado debe incluir todo el hardware y software necesario para su operación, administración y mantenimiento, puesto que cada fabricante desarrolla su propia tecnología.

La manera en que un sistema troncalizado puede ser mejor entendido es comparándolo con la forma en que operan los sistemas telefónicos actuales. En este, el suscriptor solo solicita hablar, y el controlador de este asignará un canal en el cual se pueda llevar a cabo la conversación.

Debido a la eficiencia inherente del concepto de troncalización, éste se aplicó a los sistemas de radio frecuencia, permitiendo la utilización eficiente de los canales de radio frecuencia (RF). De esta manera el tiempo de espera para obtener acceso al sistema disminuye, mediante la distribución proporcional del tráfico entre los canales disponibles.

En sistemas troncalizados, estos principios se pueden aplicar fácilmente si consideramos que:

- Normalmente el usuario sólo requiere el servicio de un canal de voz por cortos períodos de tiempo.
- La probabilidad de que todos o la mayoría de los usuarios requieran el uso del canal de voz al mismo tiempo es muy baja.

En un sistema convencional, cada canal es asignado a un grupo de usuarios específico. En este caso, puede observarse en la figura 1.1 que, a pesar de que algunos canales están libres, los usuarios que comparten un canal común deberán esperar antes de poder comunicarse.

RED CONVENCIONAL		RED TRONCALIZADA	
Llamadas en espera	Canales	Llamadas en espera	Canales

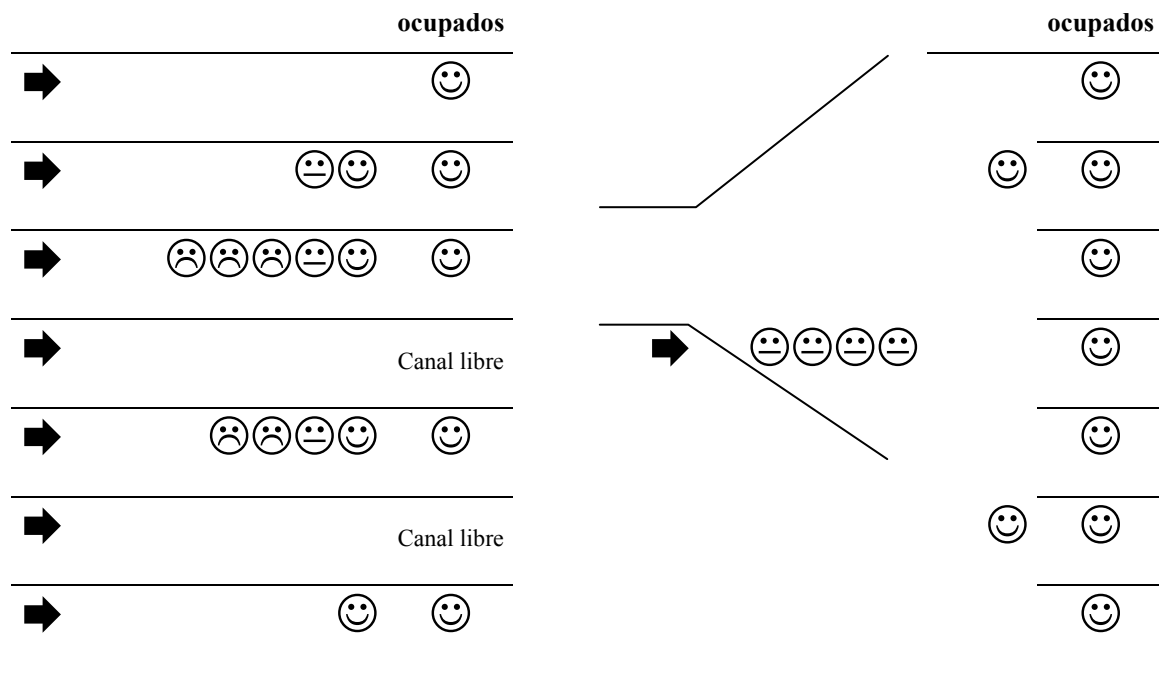


Figura. 1.1. Sistema troncalizado frente a sistemas convencionales

Por lo cual en el sistema de radio convencional, al no ser ocupados todos los canales de una manera adecuada; se provoca una mayor cola de espera de los usuarios, con el correspondiente congestionamiento de la red; lo que no sucede en el sistema de radio troncalizado, donde los canales son utilizados de una manera adecuada; evitando llamadas en espera considerables para los usuarios.

En el manejo de trunking como se observa en la figura 1.2, el principio básico radica en que; el controlador va asignando canales a los usuarios entrantes; mientras que en el centro de gestión controla el flujo de llamadas que vienen al sistema, dirigiendo el tráfico a la ruta disponible en ese momento.

Las llamadas se pueden hacer “uno a todos”, o “uno a un grupo específico” o también “uno a uno” mientras que está en contacto entre estos sitios. Puede usar un sistema de señales avanzado para priorizar llamadas, adaptar el control de su sistema a otras alarmas, timbres especiales, “desactivar” o “eliminar” los radios perdidos, y mucho más.

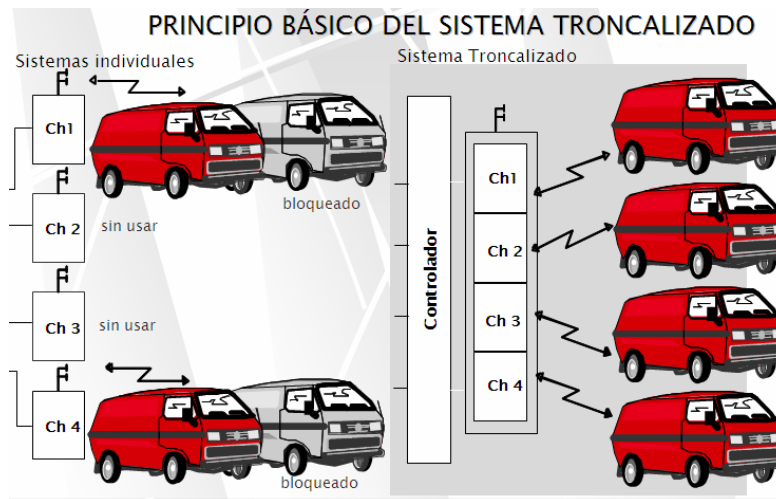


Figura. 1.2. Principio básico del sistema troncalizado

Gracias al principio troncalizado, los requisitos de comunicación son gestionados de forma eficaz mediante la asignación dinámica de canales. No existen más usuarios esperando mientras un canal esté libre.

El sistema troncalizado supera la rigidez, falta de privacidad, ineficiencia y limitaciones operacionales de los sistemas de radio convencional. Esto se debe a que todos los canales de voz en el sistema troncalizado prestan servicio a todos los usuarios del sistema, en forma consecutiva, organizada, y totalmente privada. Al mismo tiempo, se mantiene un completo control sobre todas las llamadas a las que el sistema les da curso.

1.2.2. DEFINICIÓN DEL SISTEMA TRONCALIZADO

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL en el Reglamento y Norma Técnica para los sistemas troncalizados, en su artículo 3, define al sistema troncalizado como:

- “Sistema de Radiocomunicación de los Servicios Fijo y Móvil Terrestre, que utiliza múltiples pares de frecuencia, en que las estaciones establecen comunicación mediante el acceso en forma automática a cualquiera de los canales que estén disponibles”.

Por lo que podemos definir al sistema troncalizado como:

- Sistema de radiocomunicación que asigna automáticamente un número determinado de canales entre un número considerable de usuarios.

1.2.3. VENTAJAS DEL SISTEMA TRONCALIZADO

Cuando se presenta la necesidad de instalar un sistema de radio móvil existen dos alternativas:

Primera alternativa: la red convencional que con el avance tecnológico ha mejorado y adquirido nuevas prestaciones en cuanto a llamadas selectivas, interconexión de repetidores, etc.

Segunda alternativa: el sistema troncalizado mucho más flexible en cuanto a crecimiento y servicios.

Las ventajas que podemos enumerar son varias; sin embargo, a continuación presentamos las más importantes:

- Economización de frecuencias y mejor eficiencia en el uso de los recursos (canales).
- Confiabilidad del sistema, todos los canales de comunicación están disponibles para todos los usuarios.
- Integración de diferentes tareas administrativas como: status, prioridades, limitaciones, etc.
- Privacidad y seguridad de la comunicación.

- Operación completamente simple. Para establecer una comunicación, los usuarios sólo tienen que seleccionar el grupo o individuo que quieren llamar y oprimir el botón de PTT (Push To Talk). El sistema se encarga de ubicar automáticamente los miembros del grupo, establecer las conexiones de audio, enviar la señalización apropiada, optimizar el enlace y completar la llamada. Esta gran facilidad de uso aumenta sustancialmente la efectividad del sistema.
- Mientras la avería de una instalación de radio fija en una red convencional significa la pérdida total de las comunicaciones para los afectados, en un sistema troncalizado si un canal llegara a bloquearse el tráfico que pasa por ese canal es desviado y distribuido al resto de canales.
- Control automático de la asignación de canales, por lo que existe disponibilidad de comunicación.
- División flexible del sistema en grupos y subgrupos.
- Ofrece varios tipos de llamadas: grupo, subgrupo, privada, emergencia, etc.; lo cual mejora la utilización de los canales.
- Deshabilitación remota de terminales, lo que da seguridad a las operaciones ante un posible robo o pérdida del equipo terminal.
- El sistema troncalizado permite la conexión de los usuarios con el exterior del sistema, a través de redes telefónicas, radio o datos.

Observando éstas ventajas se podría considerar en incrementarlas, pudiendo presentarse la alternativa de un sistema móvil celular, sin embargo, las operaciones policiales requieren que el tiempo de establecimiento de la comunicación entre un terminal y la central de comunicaciones sea lo más corto posible y que sea totalmente seguro y transparente, ya que no se puede admitir que en un enfrentamiento, un policía tenga que marcar un determinado número para establecer una comunicación.

1.2.4. SEÑALIZACIÓN DEL SISTEMA

Los sistemas troncalizados proveen un método eficiente para que grandes grupos de radio usuarios puedan compartir un número limitado de canales de RF. Esto se logra al asignar canales de radio para grupos de usuarios solamente durante el tiempo que la llamada se está llevando a cabo. Cuando un grupo no esté involucrado en una transmisión, todos los radios de este grupo estarán monitoreando el canal de control del sistema. El canal de control es un canal de RF que continuamente está transmitiendo datos a todos los usuarios del sistema. El canal de control asegura que todos los usuarios puedan monitorear las conversaciones de su grupo mientras provee privacidad de las comunicaciones.

El sistema troncalizado, provee una red de datos que unifica y organiza su operación. La red de datos del sistema troncalizado utiliza un formato de señalización digital que contiene toda la información necesaria para que el controlador maestro se comunique apropiadamente con todas las unidades suscriptoras y viceversa.

El controlador maestro interpreta y analiza la información que le brinda esta señalización, y genera los comandos digitales necesarios para indicar a las unidades suscriptoras que se sintonicen automáticamente a los canales de voz apropiados para poder realizar sus conversaciones (de cualquier tipo).

El sistema troncalizado puede ser configurado para operar en el modo de troncalización por transmisión o troncalización por mensaje por grupo de trabajo (talkgroup) si es deseado. Troncalización por transmisión asigna un repetidor nuevo cada vez que el usuario presiona el botón de PTT ("Push to Talk"). Los sistemas de troncalización por transmisión no tienen tiempo de desenganche de la repetidora.

En troncalización por mensaje se establece un tiempo de desenganche de la repetidora luego que se libera el botón de PTT para permitir la respuesta a la llamada inicial. Este tiempo de desenganche permite continuidad en la conversación en un sólo canal de radio frecuencia. El tiempo de desenganche de la repetidora es programable a nivel del sistema. El método deseado de operación es programable a través del Equipo de

Control de Zona. Sin embargo, la gran mayoría de los clientes prefieren el método de troncalización por mensaje.

1.2.5. CANAL DE CONTROL

El canal de control es aquel canal del sistema troncalizado cuya misión es la de soportar la señalización. El canal de control es el responsable del enlace entre los radios y el equipo de computación que controla la operación del sistema.

Canal que utiliza una estación para enviar mensajes de control del sistema y señalización de establecimiento de llamada a los terminales móviles y para transmitir mensajes de datos del usuario.

Para la señalización del canal de control, se usan dos frecuencias, una en sentido descendente, que transmite la señalización de la estación a los terminales móviles, y otra ascendente o de retorno, en la que los terminales móviles emiten la señalización de respuesta a la estación.

Los terminales deben por lo tanto sintonizarse a dicho canal, siempre que no estén realizando una comunicación. Existen dos estrategias diferentes para la asignación del canal de control:

1. Canal de control dedicado.

Se usa uno de los canales del sistema de forma exclusiva para soportar la señalización.

2. Canal de control no dedicado o distribuido.

El canal de control puede ser cualquiera de los que forma el grupo de frecuencias. En estas circunstancias, los equipos terminales deben realizar, al finalizar la comunicación, una búsqueda del canal de control para sintonizarse al mismo.

Estos dos métodos son diferentes en operabilidad, en porcentaje de retardo de acceso al sistema y en porcentaje de bloqueo con respecto a la carga del sistema troncalizado, etc.

La segunda estrategia resulta más adecuada en sistemas con pocos canales, ya que el canal de control puede utilizarse como canal de tráfico y viceversa, mientras que la primera se prefiere en aquellos sistemas que se dimensionan con un elevado número de canales.

Dentro de las principales funciones de un canal de control dentro del troncalizado tenemos: el establecimiento de llamadas, registro de terminales móviles, transferencia de mensajes de estado y de datos, radiodifusión de información sobre la red a los terminales móviles.

1.2.6. CAPACIDAD DEL SISTEMA

Generalmente, los períodos de alto tráfico en la mayoría de sistemas son relativamente cortos, y ocurren durante horas específicas del día. Sin embargo, para la Central de Radio Patrullas es necesario diseñar un sistema con una capacidad adecuada, para prestar un servicio eficiente durante éstos períodos de congestión.

La capacidad de un sistema troncalizado esta dado por varias características como son, entre las más importantes, las siguientes: número de sitios de repetición, número máximo de canales, identificaciones de usuarios y de grupo y por lo tanto el número de suscriptores o usuarios que puede soportar.

La capacidad del sistema permite que cada radio usuario del sistema tenga una identificación única que le permite desplazarse de un sitio a otro sin problemas.

1.2.7. PROCESO DE UNA LLAMADA BÁSICA

El proceso de una llamada, requiere de una determinada señalización que se lleva a cabo conforme a un protocolo de comunicación entre el controlador maestro y los equipos

suscriptores involucrados en una conversación. Es necesario recalcar que este proceso es totalmente transparente al suscriptor, y que éste sólo necesita oprimir su botón de transmisión (PTT) para que la secuencia de señalización ocurra automáticamente sin intervención adicional por parte del suscriptor.

A continuación se presenta una descripción sobre el proceso de una llamada a través de un sistema troncalizado. Considere el siguiente ejemplo, donde existen tres sitios de repetición, cuatro móviles (A, B, C, y D) y dos grupos de conversación (G1 y G2). Los móviles A, B, y C pertenecen al grupo G1, mientras el móvil D está operando en G2. Los móviles A y B se encuentran en el sitio 1, el móvil C se encuentra el sitio 2 y el móvil D se encuentra en el sitio 3.

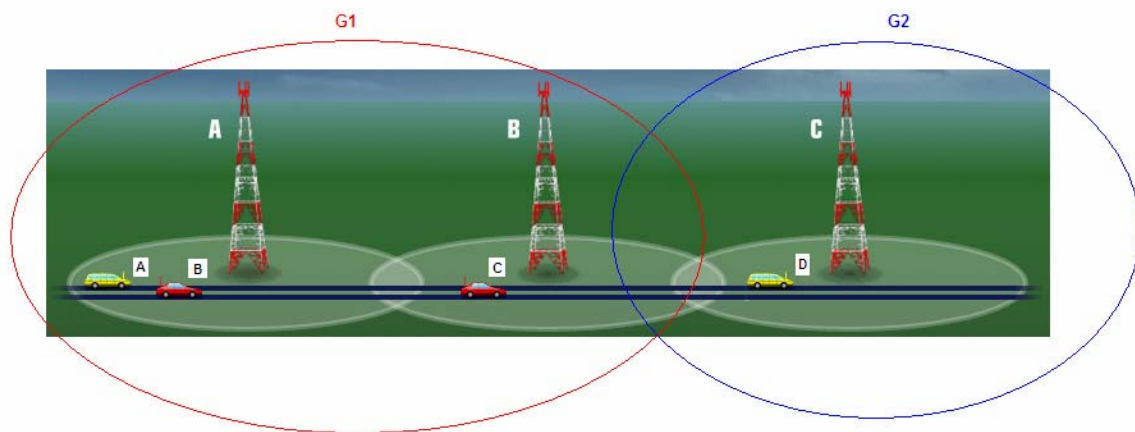


Figura. 1.3. Sitios de repetición y proceso de una llamada

1. Registro de Unidades.

El móvil A en el sitio 1 enciende su radio. El radio comienza a monitorear el canal de control. El radio envía su señal de afiliación con la información de grupo y el ID del radio al controlador maestro a través del canal de control. Lo mismo ocurre con las otras unidades móviles cuando encienden sus radios en los otros sitios de repetición. El controlador maestro recibe toda la información sobre el móvil, en términos de identificación del radio, a qué grupo pertenece y el sitio de repetición donde se encuentra y

almacena toda esta información en una base de datos que es continuamente actualizada. En este ejemplo el controlador maestro ahora sabe donde se encuentran todos los miembros de los grupos G1 y G2.

2. Pedido de Llamada.

El móvil A oprime el botón de transmisión (PTT) de su radio. El radio envía automáticamente una transmisión digital que se dirige hacia el controlador maestro, a través del canal de control. La transmisión digital contiene la identificación del sistema, la identificación del suscriptor que solicitó el canal de voz, la identificación del grupo al cual pertenece, el tipo de llamada que solicita, y hacia quién se dirige. Esta información es enviada del sitio 1 al controlador maestro.

3. Establecimiento de la Llamada.

El controlador maestro recibe la información del móvil A para una llamada de grupo con el grupo G1. El controlador maestro entonces revisa la información de afiliación de grupo y de afiliación de sitio de repetición para determinar donde están localizados todos los miembros del grupo G1.

El controlador maestro basado en su información almacenada asigna un canal de voz en cada sitio donde están localizados los miembros del grupo G1. En este caso un canal de voz es asignado en el sitio 1 y otro en el sitio 2. En el sitio 3 no se asigna un canal de voz pues no se encuentran miembros del grupo G1 en ese sitio. El controlador maestro envía información al conmutador de audio sobre cuáles sitios de repetición y canales necesitan recibir audio del sitio 1. En este caso, el audio del sitio necesita ser transmitido a los sitios 1 y 2 en los canales de voz asignados para la conversación del G1. Si existieran consolas de despacho conectadas al sistema, el audio también sería transmitido a aquellas posiciones con módulos de control del G1.

Asignación del Canal de Voz: El controlador maestro asigna los canales de voz en los sitios 1 y 2 al enviar una palabra de datos. Las asignaciones de los canales de transmisión y recepción son enviadas a los móviles a través del canal de control. El móvil A comienza a

transmitir en su canal asignado en el sitio 1 mientras el móvil B escucha y el móvil C escucha al canal asignado en el sitio 2.

4. Transmisión del Audio.

El audio del móvil A del sitio 1 es enviado al conmutador de audio. El móvil C y el móvil B reciben el audio distribuido del conmutador de audio para escuchar la transmisión del móvil A.

5. Final de la Conversación.

Una vez que termina la conversación, todas las unidades en ese grupo se sintonizan de nuevo automáticamente al canal de control de los sitios de repetición respectivos. El canal de voz queda libre para ser asignado a cualquier otra unidad que lo solicite.

El tiempo que transcurre desde que el suscriptor oprime su botón de transmisión (PTT) hasta que se le asigna un canal de voz generalmente es menos de 500 milisegundos. Este tiempo de acceso es independiente de la ubicación de los miembros del grupo, la configuración de la unidad suscriptora o del tipo de llamada (grupo, individual, etc.).

1.3. PROTOCOLOS

Los protocolos son un conjunto de normas para el intercambio de la información, desarrolladas por las partes comunicantes para llegar a un entendimiento y establecer la comunicación. O también se les puede considerar como un conjunto de reglas necesarias para la comunicación sin depender del hardware del sistema.

1.4. EQUIPOS

En cuanto al tipo y cantidad de equipos que se requieren para poner en

funcionamiento una red podemos clasificarlos en dos grupos: equipos de infraestructura y equipos de usuarios.

1.4.1. EQUIPOS DE INFRAESTRUCTURA

Son aquellos que se requieren para garantizar el cubrimiento del área deseada. Dichos equipos son los repetidores, radios microondas de enlaces, torres, antenas, equipos de control, etc. Normalmente estos elementos se instalan en los lugares de mayor altitud de la región en cuestión, denominándose cada lugar de estos, sitio de repetición.

La cantidad de sitios de repetición depende del área o la extensión de la zona que se desea cubrir y de su topografía. Una zona geográfica demasiado quebrada, obviamente requerirá más sitios de repetición. A su vez, la cantidad de equipos repetidores que se requieren en cada uno de estos sitios, depende de la cantidad de usuarios y del tráfico.

Otro de los elementos que conforma los equipos de infraestructura, es el centro de gestión. El centro de gestión, como su nombre lo dice, es el sitio donde se alojan los equipos que controlan todos los elementos que conforman la red. En este lugar se encuentran los equipos de diagnóstico de fallas, conexión de mensajes entre los diferentes sitios de repetición, etc. y normalmente la Consola de Despacho, desde la cual se regula todo el tráfico de la red y se gestiona el conexiónamiento de los usuarios del sistema.

1.4.2. EQUIPOS DE USUARIO

Los equipos de usuarios pueden ser fijos, móviles o portátiles y se requiere uno por cada sitio, vehículo o persona que se integre al sistema.

Los equipos fijos son los que se instalan, como su nombre lo indica en un sitio fijo: edificio, casa, oficina, departamento, etc. Estos equipos generalmente están conformados de la siguiente manera:

- Equipo de radio propiamente dicho.

- Micrófono de mano o sobremesa.
- Fuente de voltaje (esta puede estar incluida dentro del gabinete del equipo o puede ser externa)
- Antena.
- Torre o mástil para la antena.
- Líneas de transmisión (Cable entre el radio y la antena)
- Protecciones contra descargas eléctricas (Rayos).

Los equipos móviles son los que se instalan en los vehículos. Dichos equipos están compuestos por el radio con su respectivo micrófono y la antena vehicular; de estos equipos se requiere uno por cada vehículo.

Los equipos portátiles son los que portan las personas, que requieren comunicación desde cualquier lugar. Son unidades compactas con antena y batería recargable y de un tamaño muy cómodo para su porte. Actualmente existen modelos de este tipo de radios muy similares a los celulares de bolsillo.

1.5. ARQUITECTURA

Existen dos tipos de arquitecturas de trunking:

Monoemplazamiento, son adecuadas para la prestación de servicios trunking en zonas de cobertura como las que puede alcanzarse con un a sola estación radioeléctrica

Multiemplazamiento, en caso de coberturas de gran extensión, constituyéndose la red por un conjunto de nodos cada uno de los cuales gestionará y pondrá a disposición de los móviles de su zona un juego de frecuencias. En la figura a continuación se muestra este emplazamiento.

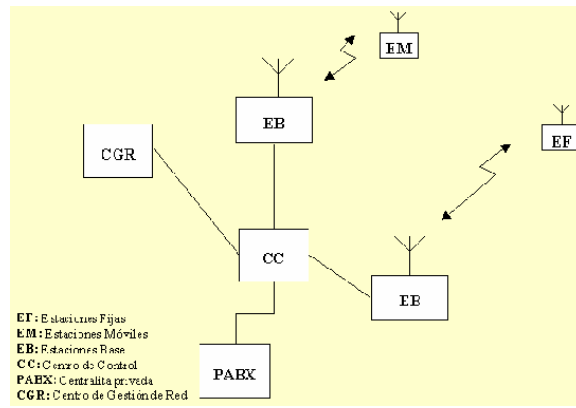


Figura. 1.4. Multiemplazamiento de trunking

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DEL SISTEMA TRONCALIZADO QUE POSEE LA POLICÍA NACIONAL ACTUALMENTE

2.1. INTRODUCCIÓN

La Policía Nacional a partir del año 2001, mediante la aprobación y asignación del Plan Nacional de frecuencias por parte de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, inició el proceso de renovación de tecnología en su red nacional, mediante la adquisición e implementación de un sistema de comunicaciones, en la banda de frecuencias UHF, a partir de lo cual se consideró la operación de las siguientes tecnologías de radio: Troncalizado en el rango de 800 MHz, y radio Convencional en el rango de frecuencias de 400 MHz.

2.1.1. SISTEMA TRONCALIZADO

Implementado en las provincias de Pichincha y Guayas, por la cantidad de usuarios de radio, la gran demanda de tráfico de comunicaciones, por seguridad en las transmisiones y por la topografía de las provincias.

El sistema troncalizado Smartzone de Motorola, es la plataforma instalada; cuenta con un controlador central instalado en la Dirección Nacional de Comunicaciones, el mismo que realiza las funciones de administración del sistema troncalizado, permitiendo realizar únicamente servicios de voz; como llamadas selectivas a determinados usuarios de radio, desactivación de ciertos usuarios en caso de pérdida del equipo, agrupamiento de

usuarios de radio en el caso de un operativo determinado, designación de grupos de comunicaciones o de trabajo temporales o fijos, monitoreo del estado de funcionamiento de las estaciones repetidoras y terminales de radio fijos, móviles o portátiles, entre otros servicios .

En los sitios instalados las repetidoras, se dispone de la infraestructura básica de telecomunicaciones a nivel de montaña: Torres autosoportadas, shelters, energía eléctrica, sistemas de protecciones, equipos de repetición (canales de voz y control); y vivienda para el personal de seguridad; la cobertura se encuentra atendida en un 60% ¹, ya que no se cuenta con los sitios de repetición suficientes que permitan brindar una cobertura total en cada provincia.

Además se dispone de un Controlador Maestro que realiza las funciones de administrador del sistema, que no puede ser explotado al 100% debido a la falta del equipamiento complementario para su funcionamiento óptimo.

Cuenta además con equipos de la línea Motorola, estaciones repetidoras modelo Quantar, equipos de radio móviles y bases modelo MCS2000 con capacidad de seguridad de voz DVI-XL.

2.1.2. SISTEMA CONVENCIONAL UHF

Implementado en las provincias del país, excepto Pichincha y Guayas; el 50% ² de las provincias trabajan en modo simplex con cobertura limitada a la parte urbana. A nivel de carreteras la cobertura de comunicaciones es insuficiente, debido a la falta de la infraestructura tecnológica necesaria, tales como: nuevos sitios de repetición en lugares estratégicos a nivel de montaña en los que debería implementarse: Torres autosoportadas, shelters para alojar los equipos, acometidas eléctricas, sistemas de protecciones, energía de respaldo (generadores eléctricos), vivienda para el Personal de seguridad.

2.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE COMUNICACIONES

TRONCALIZADO “SMARTZONE MOTOROLA” DE LA POLICIA NACIONAL

El sistema TRONCALIZADO SMARTZONE 4.1.; implementado para servicios de voz, se encuentra formado por dos sitios de repetición los cuales están ubicados para cubrir la ciudad de Quito, Valle de los Chillos y Cumbayá. Los sitios de repetición se encuentran enlazados a través de enlaces de microondas con el controlador maestro, trabajando en área extendida (Es decir tienen la capacidad de que un usuario de radio móvil (vehicular), o portátil se traslade a través de la zona de cobertura del sistema sin que tenga que buscar manualmente el sitio de repetición al cual afiliarse, automáticamente el controlador maestro le asigna el mejor sitio de afiliación, siendo totalmente transparente para el usuario.

Los servicios que cumple el sistema troncalizado que posee la Policía Nacional es para tráfico de voz entre sus unidades (el sistema cumple con los requerimientos de trunking analógico, por tanto solo para comunicación de voz).

El sistema dispone de un Controlador maestro formado por una computadora central (Controlador Maestro) que es la encargada de configurar el sistema de comunicaciones (usuarios, sitios de repetición, etc.), gerencia del sistema de fallas, del sistema de estadísticas y de la seguridad de acceso al sistema. A esta computadora se encuentran conectados el servidor para la **administración** del sistema y base de datos, un conmutador de audio (AEB) el cual recibe audio de los sitios de repetición.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En Pichincha el troncalizado se encuentra funcionando como un sistema de área extendida formado por dos **emplazamientos remotos** (sitios de repetición) los cuales están ubicados en los cerros: Condorcocha (sitio de repetición 1), para dar cobertura al sector norte; Puengasí (sitio de repetición 2) para dar cobertura al sector centro y sur; también un **emplazamiento maestro** integrado por el centro de control, administración y gestión (CAG) ubicado en el centro de comunicaciones de la Dirección Nacional de Comunicaciones, este centro cuenta con toda la infraestructura técnica necesaria para albergar y garantizar el normal funcionamiento de los equipos.

Actualmente DINACOM se encuentra desarrollando un proyecto paralelo que contempla trasladar los equipos del sitio de repetición 3 (Atacazo), que era antes usado para trunking, hacia el Cerro Bombolí; en razón del solapamiento de coberturas que existe entre los sitios Atacazo y Puengasí y la necesidad urgente de dotar de radiocomunicaciones a Santo Domingo de los Colorados; es decir, se implementaría un sitio de repetición en el Cerro Bombolí, para dar cobertura a la ciudad de Santo Domingo de los Colorados y cubrir con mayor amplitud la Provincia de Pichincha.

En los emplazamientos remotos, se ha distribuido 6 canales (de los 4 canales existentes), para el sitio de repetición 1 Condorcocha; y 8 canales (de los 6 canales existentes) para el sitio de repetición 2 Puengasí, el sitio de repetición 3 (Bombolí) cuenta actualmente con 3 canales, de éstos canales uno está destinado al control del sistema y los demás para tráfico de voz; esta distribución de canales actual se encamina con el proyecto de ampliación de los sistemas, dentro del cual se requerirá una ampliación posterior a 12 canales en Puengasí y 5 canales en Bombolí, que son los intersitios para la comunicación con Guayas; el número de canales de cada sitio se justifica por las siguientes razones:

- El número de usuarios se ha incrementando y se irá incrementando notablemente y por consiguiente el incremento del tráfico de voz.
- Equilibrar el tráfico de voz entre los sitios de repetición de acuerdo al número de usuarios que se afilian a cada sitio.
- El grado de servicio G.O.S. (probabilidad de que un usuario encuentre el canal ocupado) conforme se suman los usuarios iría aumentando y en consecuencia la calidad del servicio sería cada vez menos eficiente.

En el centro de administración y gestión (CAG) se tiene una consola de despacho local que sirve para administrar, controlar y gerenciar el sistema, esta consola se comunica al controlador central del sistema.

Para facilitar la gestión del CAG, se está trabajando sobre la instauración de un centro de radio despacho (CRD) que se ubicará en la Central de Atención Ciudadana 101 (CAC 101 Distrito Metropolitano de Quito), aquí se instalarán tres consolas remotas de

despacho, que manejarán los grupos de conversación y servirán para administrar de manera óptima el tráfico de voz de los usuarios y será el nexo de comunicación entre los usuarios de los diferentes grupos de conversación. El CAG se enlazará al CRD a través de enlaces de tipo E1.

De igual manera buscando la integración de los sitios trunking en el país, la antigua microonda se encuentra en proceso de actualización y ampliación, para no trabajar como islas separadas en Pichincha y Guayas. La administración y gestión del trunking, se lo realizará desde el **emplazamiento maestro**; y la integración de los sitios de repetición así como la integración al sitio maestro, se lo realizará a través de enlaces de microondas digital 1+1 redundante, con capacidad de 4E1 cada enlace; además deberá considerarse la diversidad de espacio, en razón, de las distancias que separan los sitios de repetición.

La arquitectura usada es similar a la celular; es decir, el área geográfica de la Provincia a cubrir con la señal de radio esta dividida en celdas, el sistema de área extendida permite que un usuario que se encuentre afiliado a un sitio de repetición de una determinada celda al pasar a otra automáticamente se afilie al sitio de repetición de esta celda; sin que el usuario tenga que manualmente cambiar de canal; es decir, será transparente para el usuario.

La integración de todos los sitios permitirá además mantener una comunicación instantánea en las zonas de cobertura con los usuarios del sistema de las tres Provincias más grandes Pichincha, Guayas y Azuay.

A continuación se detalla un gráfico esquemático de conformación del sistema troncalizado Smartzone para voz, en su sitio maestro y sus dos emplazamientos remotos, la señalización entre sitio y capacidades administradas para el servicio:

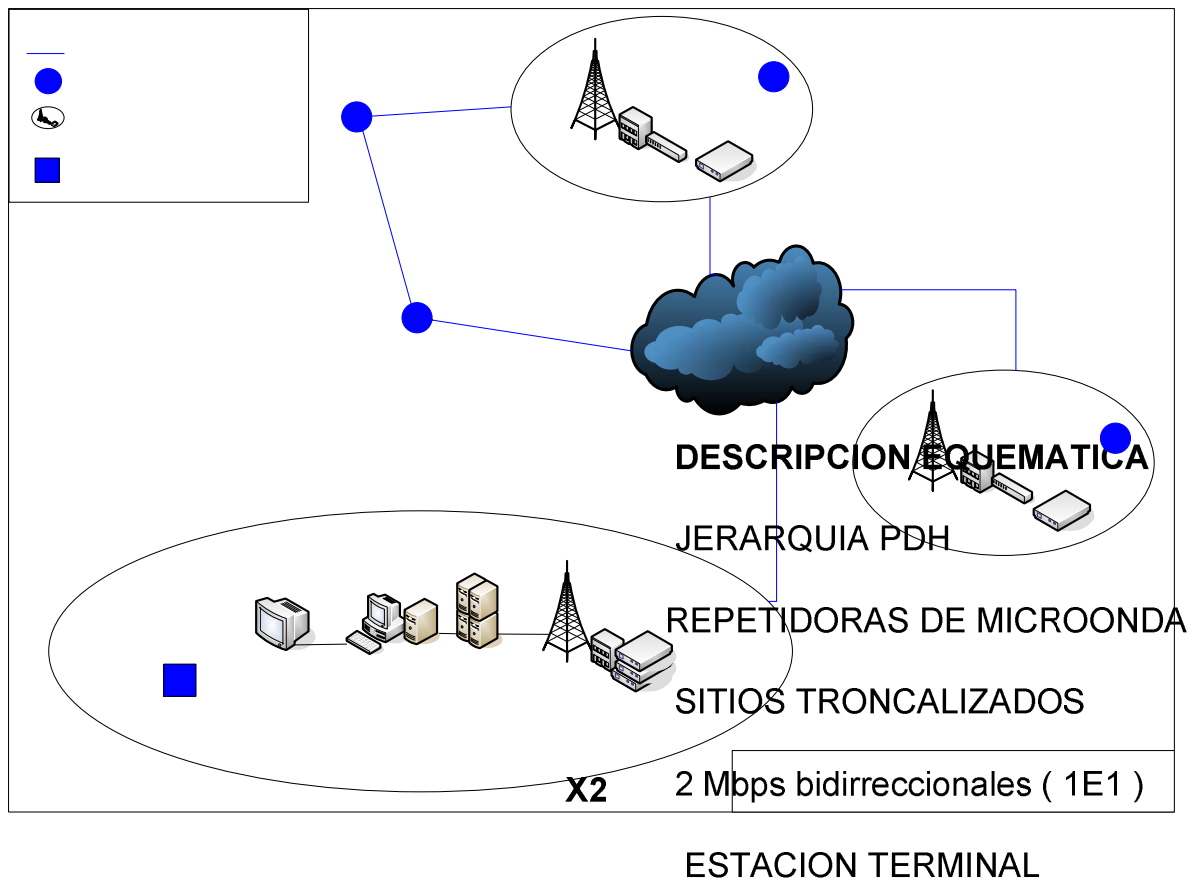


Figura. 2.1. Sistema troncalizado Smartzone en la provincia de Pichincha

2.2.1. SERVICIOS DISPONIBLES EN EL SISTEMA

- Trabajan en área extendida, los radios se desplazan a lo largo de toda la ciudad sin perder cobertura, automáticamente se enlazan al mejor sitio de repetición, sin que el usuario realice ninguna manipulación a su equipo.
- Se pueden formar grupos de trabajo totalmente independientes, sin que se interfieran unos con otros (P.ej: Grupo Norte, Grupo Centro, Grupo Sur, Grupo de Tránsito, Grupo Operativo, Grupo Unidades Especiales, etc.)
- Se pueden realizar varias comunicaciones simultáneamente sin interferir unas con otras en los diferentes grupos de trabajo.
- Se pueden realizar reagrupamientos dinámicos, es decir que “x” número de usuarios puedan estar comunicados entre sí sin que sean interferidos por otros.

- Se pueden deshabilitar los radios perdidos, desde el controlador maestro, es decir dejarlos totalmente inutilizados.
- Se pueden establecer llamadas de emergencia en cada grupo de trabajo.
- A través del Controlador Maestro se tiene control sobre la actividad y uso de cada equipo de radio, sin que el radio sea reprogramado cada vez.
- Se puede monitorear todos los radios del sistema y generar reportes de la actividad diaria.
- Únicamente el Controlador central es el que valida la operación o no de un radio, es decir si una persona compra un radio y lo hace programar con las frecuencias policiales en cualquier Empresa, no podrá operar dentro del sistema, mientras no se encuentren ingresados y reconocidos sus datos en el Controlador Maestro, garantizando en esta forma la seguridad de las comunicaciones.

2.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA Y TÉCNICA DE LA INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS

A continuación se enuncia un detalle técnico del levantamiento de la infraestructura física, enlaces y estaciones repetidoras; con las que cuenta la Policía Nacional, referidas especialmente para la Provincia de Pichincha, y por ende el Distrito de Quito.

2.3.1. INFRAESTRUCTURA FISICA

Dentro de la infraestructura física tenemos:

- Torres autosoportadas de 30 m. de altura
- Shelters (casetas para alojar los equipos repetidores de comunicaciones).

- Acometidas de energía eléctrica, protecciones contra sobrevoltajes y sistemas de tierra, que garantizan la protección de los equipos a instalarse.
- Viviendas y cerramientos para contar con personal de seguridad, que a más de dar protección al equipamiento implementado, brinda seguridad a las comunidades existentes en los páramos y montaña.

2.3.2. ENLACES DE MICROONDAS

Para la interoperatividad entre los diferentes sitios de repetición establecidos para el sistema troncalizado y el controlador central, la Policía Nacional mantiene sus enlaces de microonda entre sitios, para las provincias de Pichincha, Guayas y Azuay.

ORD.	ENLACES DE MICROONDAS
01	Controlador Maestro (DINACOM)-Puengasí
02	Puengasí-Condorcocha
03	Cerro de Osos – Condorcocha
04	Controlador Maestro - CAC 101 Quito
05	Puengasí – Atacazo
06	Atacazo – Bombolí
07	Bombolí – Azucena
08	Azucena - Cerro Azul
09	Cerro Azul – CAC 101 Guayaquil
10	Cerro Azul – Cochabamba
11	Cerro Azul - Cerro Gonzáles
12	Simbala -CAC 101 Cuenca
13	Villaflor-Simbala
14	Tres Cruces – Simbala

Tabla. 2.1. Descripción de los principales enlaces de microonda

2.3.3. ESTACIONES REPETIDORAS CON LAS IMPLEMENTACIONES DESARROLLADAS ACTUALMENTE.

En la provincia de Pichincha, se tiene dos sitios funcionando (Condorcocha y Puengasí) y un sitio en reestructuración para microonda que es Atacazo, se hizo indispensable entonces para cubrir una área más amplia de la provincia de Pichincha y por ende de operación policial, la implementación de dos celdas troncalizadas, que abarcarían el sector de Santo Domingo de Los Colorados y el sector de la carretera Los Bancos con la asignación de una capacidad 4 canales de voz y uno de control cada uno.

En total se cuenta con 11 repetidoras de voz y se requiere incrementar 2 repetidoras más.

En la provincia de Guayas, se está implementación dos nuevas celdas troncalizadas, indispensables para cubrir el sector rural de la provincia de Guayas y la Península de Santa Elena con una capacidad 4 canales de voz y uno de control cada uno.

En total cuenta con 8 repetidoras de datos y se requiere incrementar dos más.

En la provincia de Azuay, se está implementando tres celdas troncalizadas, indispensables para cubrir toda la provincia, con una capacidad de 4 canales de voz y un canal de control cada uno.

En total cuenta con 5 repetidoras de datos y se requiere incrementar dos más.

Todas las celdas troncalizadas constan de canales de voz; con el proyecto en marcha, temática de esta tesis de grado; se busca que la Policía cuente con un sistema de datos, que estará compuesto por canales para datos. A continuación se detalla el número de repetidoras de voz por sitio necesarias:

ORD.	PICHINCHA	COMANDO	UBICACIÓN	REPETIDORAS DE VOZ	REPETIDORAS DE DATOS
1	Pichincha	CP1	Atacazo	4	0
2	Pichincha	CP1	Condorcocha	2	0
3	Pichincha	CP1	Puengasi	2	0
4	Pichincha	CP1	Bomboli	4	0
5	Pichincha	CP1	Los Osos	4	0
6	Guayas	CP2	Gonzáles	4	0
7	Guayas	CP2	Cochabamba	4	0
8	Azuay	CP6	Jatumpamba	4	0
9	Azuay	CP6	Hito Cruz	4	0
10	Azuay	CP6	Pórtete	4	0
TOTAL				22	

Tabla. 2.2. Detalle de repetidoras de voz para Pichincha, Guayas y Azuay

A continuación se muestra una gráfica en detalle de la red de microondas extendida de la Policía Nacional, en donde se detalla las estaciones terminales actuales y nuevas; así como repetidoras actuales y nuevas:

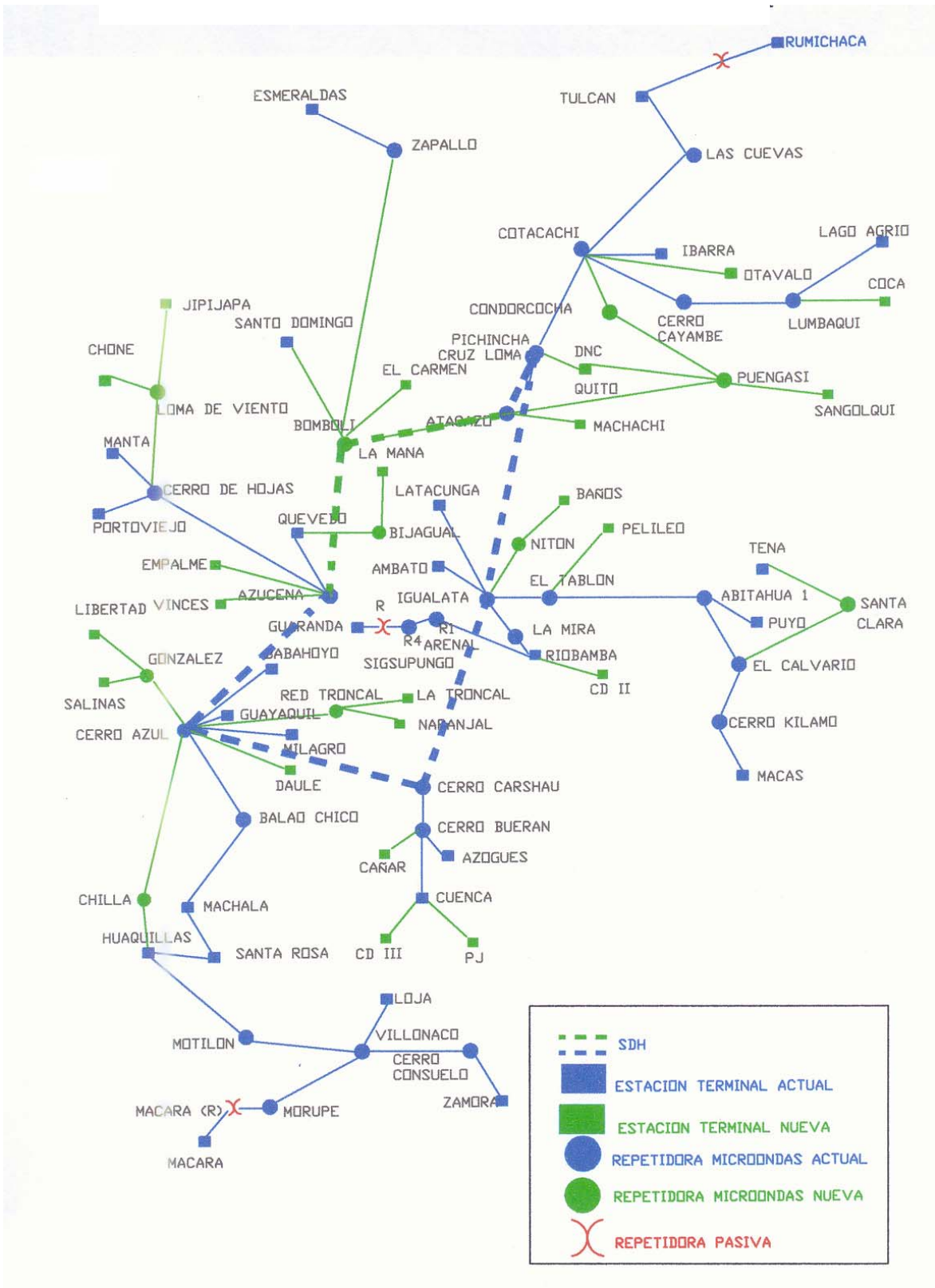


Figura. 2.2. Red de microonda extendida

2.3.4. EQUIPOS TERMINALES DE RADIO

Dentro de los equipos terminales de radio que posee en la actualidad la Policía, se tiene equipos de marca Motorola dentro de los equipos móviles el modelo MCS2000 y dentro de los equipos portátiles el modelo XTS2250:

1. Radio MCS 2000

Es el radio analógico móvil Motorola, de alta potencia. Construido sobre una plataforma muy flexible, este radio es suficientemente dinámico para cambiar con los tiempos mediante mejoras de software económicas y fáciles de implementar.

Trabaja en frecuencias de UHF, VHF de 800 y 900 MHz; con espaciamiento de canales de 12.5, 25 y 30 KHz. Posee la capacidad de manejo analógico, convencional o troncalizado. Este radio se maneja bajo plataforma APCO 16 y para configuración posee un software de FLASHport de configuración.

2. ASTRO XTS 2250 VHF (Radio Portátil Digital)

El radio portátil XTS 2250 es fácil de operar e integrar a los sistemas existentes convencionales SmartZone y ASTRO, es compatible con los accesorios actuales de los modelos XTS o MTS.

Provee la posibilidad de una migración posterior a un sistema completamente digital. Dado que el radio puede funcionar en modo analógico, se puede mantener los servicios del sistema actual mientras se construye las bases para un cambio futuro a un sistema digital.

El radio portátil XTS 2250 incorpora software basado en encriptación para sistemas ASTRO 25.

El algoritmo de Privacidad Digital Avanzada que posee, permite comunicarse en modo seguro previniendo que comunicaciones confidenciales sean escuchadas.

Características:

- Compatible con Estándares de Troncalización
- Proyecto APCO 16 (canal de control 3600)
- Proyecto APCO 25 (canal de control 9600)
- Configuraciones del Sistema
- Troncalización Analógica y Digital de SmartZone
- Troncalización Digital ASTRO 25
- Funciones de Audio Mejoradas
- Software para la Reducción de Ruido
- Control de Ganancia de Audio
- Usa Software de Programación (CPS) Basado en Windows
- Soporte FLASHport Incorporado

A continuación se detalla para las principales provincias el equipamiento existente de equipos terminales: bases, móviles y portátiles:

ORD.	PROVINCIA	BASES	MÓVILES	PORTÁTILES
1	PICHINCHA	297	172	646
2	GUAYAS	104	106	526
3	AZUAY	41	71	262
TOTAL		442	349	1434

Tabla. 2.3. Equipos terminales (bases, móviles, portátiles)

2.3.5. CONSOLAS DE DESPACHO

La consola de radio despacho es una consola de escritorio auto-contenida y multicanal. Es un equipo que hace interface directamente con los transeptores de radio y las líneas telefónicas.

Los canales se pueden configurar para soportar una mezcla de tipos de controles: DC remote, tone remote y local control. La opción de interface telefónica tiene la característica de operación telefónica manos libres y desvío automático de audio entre los canales de teléfono y radio.

La funcionalidad de las consolas de despacho nacen por la necesidad de monitorear, supervisar o gerenciar los diversos grupos del sistema de despacho de radiocomunicaciones, a través de simple control manual de tecleo, de indicadores visuales y auditivos, etc; el operador puede monitorear fácilmente los canales establecidos.

A continuación se detalla un dimensionamiento de consolas de despacho y su ubicación logística, ante la necesidad de monitoreo de los sistemas establecidos:

ORD.	PICHINCHA	COMANDO	UBICACIÓN	CONSOLAS DE DESPACHO
1	Pichincha	CP1	Controlador Maestro Dirección Nacional Comunicaciones	1
2	Pichincha	CP1	Central de Atención Ciudadana 101 Quito	4
3	Guayas	CP2	Central De Atención Ciudadana 101 Guayaquil	4
	Pichincha	CP1	Central de Atención Ciudadana 101 Cuenca.	4
TOTAL				13

Tabla. 2.4. Detalle de comandos y consolas de despacho

2.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

2.4.1 ENLACES DE MICROONDAS

Los enlaces de microondas poseen las siguientes características técnicas, en relación primero al levantamiento realizado existente, las necesidades proyectadas y en desarrollo de los sistemas:

Enlaces digitales, capacidades nx2, Mbps, la troncal principal SDH, configuración 1+1 HSB, capacidad de multiplexaje integrado, se utiliza una estructura 1+1 con diversidad de espacio en los lugares que se necesita, multiplexores "drop-insert", con tarjetas de 5 canales 4 hilos E&M, tarjeta 4 canales, tecnología V35 / V36, transmisión de voz, datos y vídeo.

Las antenas para los enlaces de microondas nuevos, están siendo instaladas en las torres existentes en cada lugar, se suministran torres autosoportadas y shelters en los sitios nuevos, para los enlaces urbanos se utilizarán mástiles.

Equipos de energía continua (48 V) compuestos de baterías selladas libres de mantenimiento y cargadores (n+1) que incluyen unidad de control basada en microprocesador.

Protecciones contra sobrevoltajes, descargas atmosféricas e instalación de sistemas (mallas) de tierra.

Sistema de supervisión constituido por un centro de supervisión nacional y cuatro centros de supervisión regional en Quito, Guayaquil, Cuenca y Riobamba, con equipamiento de última tecnología.

La topología de la red es de tipo malla, a fin de garantizar su operatividad y confiabilidad al 100%. Posee un sistema de supervisión y administración vía software, remoto y centralizado.

2.4.2 NECESIDAD SUBRED DE DATOS MÓVILES (PROYECTO PLANTEADO PARA ESTA TESIS)

Como se describe en todo el capítulo, actualmente no se tiene capacidad de datos en el sistema trunking que posee la Policía; peor aun un sistema dedicado para actividades de gestión de redes móviles.

Por lo que una subred de transmisión de datos, consistente en el equipo necesario para conformar la red inalámbrica; y con la infraestructura del sistema troncalizado en 800 MHz, es una necesidad para un mejoramiento de las comunicaciones.

Para el efecto la subred de datos móviles, objetivo principal de estudio de esta tesis; será desarrollada para que pueda realizar las tareas relacionadas con la transferencia de información entre la red física y los equipos móviles; se usará en medida de lo posible la infraestructura del sistema troncalizado en 800 SM existente, que es el sistema de radio en Pichincha; pero actuante de manera directa para transmisión de datos, evitando congestión y colas de espera en la actual red de voz.

2.5. ESTACIONES REPETIDORAS TRONCALIZADAS

A continuación se tiene las características operacionales de las estaciones repetidoras, de las bases, móviles y portátiles:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARÁMETROS
GENERALES <ul style="list-style-type: none"> • Modo de Operación • Alimentación • Temperatura de operación • Configuración • Para trabajo continuo 24H/24H 	En modo directo y troncalizado. Compatible en modo transparente con sistemas dotados de criptografía. 110Vac -30 a +60 grados C Vía software
TRANSMISOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Potencia de salida • Modulación • Ruido de FM • Distorsión de audio: 	806 a 824 Mhz 100 vatios digital al menos 40 dB 2%
RECEPTOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Rechazo de intermodulación • Estabilidad de frecuencia • Rechazo de espurias 	851 a 870 MHz 85 dB. mejor que 2 ppm -100 Db
ACCESORIOS <ul style="list-style-type: none"> • Banco de canales TenSer • Capacidad de canales 5 por sitio, 4 de voz y uno de control. • Repetidoras inteligentes, analógicas y digitales (modo mixto). • Rack, accesorios completos de instalación: antenas, cable heliax, conectores, protecciones contra transientes, sistema de tierra. 	

Tabla. 2.5. Especificaciones técnicas de las estaciones repetidoras troncalizadas

2.5.1. ESTACIONES BASES TRONCALIZADAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARÁMETROS
GENERALES	
<ul style="list-style-type: none"> • Protocolo • Número de canales • Alimentación • Modo de operación • Configuración 	<p>APCO (Smartzone)</p> <p>48 o superior</p> <p>12 VDC, negativo tierra</p> <p>Directo y troncalizado</p> <p>Vía software.</p>
TRANSMISOR	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Rango de frecuencia ◆ Potencia de salida ◆ Modulación ◆ Separación de canales: 	<p>806 a 824 MHz</p> <p>35 vatios configurable en el sitio</p> <p>QPSK (C4FM)</p> <p>25 KHz.</p>
RECEPTOR	
<ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Separación de canales 	<p>851 a 870 MHz</p> <p>25KHz</p>
ACCESORIOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Transceptor • Antena fija omnidireccional de 5 dB. de ganancia • Fuente de poder 110 VAC, 60 Hz /12 VDC-15A ASTRON • Accesorios completos de instalación: cable heliax de 1/4", conectores, jumpers, superflex de %, kit de aterrizaje a la torre o mástil, sistema de tierra (25m) • Micrófono de mesa y manual de operación 	

Tabla. 2.6. Especificaciones técnicas de las estaciones bases troncalizadas

2.5.2. ESTACIONES MÓVILES TRONCALIZADAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARÁMETROS
GENERALES <ul style="list-style-type: none"> • Protocolo • Número de canales • Alimentación • Modo de operación • Configuración 	APCO (Smartzone) 48 o superior 12 VDC, negativo tierra Directo y troncalizado Vía software
TRANSMISOR <ul style="list-style-type: none"> ◆ Rango de frecuencia ◆ Potencia de salida ◆ Modulación: ◆ Separación de canales 	806 a 824 MHz 35 vatios QPSK (C4FM) 12.5/25 KHz.
RECEPTOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Separación de canales 	851 a 870 MHz 25KHz.
ACCESORIOS <ul style="list-style-type: none"> • Transceptor • Antena vehicular de 3 dB de ganancia • Cables y accesorios completos para la instalación. • Micrófono de mano • Manual de operación. 	

Tabla. 2.7. Especificaciones técnicas de las estaciones móviles troncalizadas

2.5.3. ESTACIONES PORTÁTILES TRONCALIZADAS

A continuación se describe cada una de las características técnicas de las estaciones portátiles troncalizadas:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PARÁMETROS
GENERALES <ul style="list-style-type: none"> • Modo de operación • Protocolo • Número de canales • Fuente de alimentación • Configuración 	Directo y Troncalizado APCO (Smartzone) 48 o superior Batería recargable Ni-Cd Vía software
TRANSMISOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Potencia de salida • Modulación • Distorsión de audio • Separación de canales 	806 a 824 MHz 1 a 3 vatios QPSK (C4FM) 1.5% o superior 12.5/25KHZ
RECEPTOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Potencia de salida de audio nominal • Distorsión de audio • Sensibilidad • Separación de canales 	851 a 869 MHz 500mW o superior 1.5% o superior Digital, 0.25 V o superior 12.5KHz/25KHz
ACCESORIOS <ul style="list-style-type: none"> • Antena • Batería recargable de alta capacidad • Clip de cinturón de alta resistencia • Cargador de batería individual y de carga rápida • ACCESORIOS DE MANOS LIBRES: discrecional que incluye auricular, micrófono y PTT de anillo	

Tabla. 2.8. Especificaciones técnicas de las estaciones portátiles troncalizadas

2.6. EQUIPO FÍSICO CARACTERÍSTICAS

2.6.1. TORRES

Las características de las torres son las siguientes:

- Triangular y auto soportada de 30 metros de altura; con tramos de 6 metros cada uno.
- Escalera de acceso de acero galvanizado, con las protecciones adecuadas de seguridad para el personal (guarda cuerpos).
- Plataforma de trabajo o descansos.
- Escalerilla para cableado, por el interior de la torre en forma vertical continua y recta.
- PESO A SOPORTAR: Cargas permanentes: correspondientes al peso de la estructura, escaleras, plataformas, entre otras. Cargas accidentales: cuatro personas con un peso referencial de 75Kg. cada uno y equipamiento auxiliar de trabajo de 150 Kg.
- La estructura fue dimensionada para resistir efectos del viento con velocidades mínimas de 160 Km/h.
- La variación de la temperatura ambiental en la estructura a ser considerada está entre -10°C a 60°C.
- Todos los materiales son galvanizados al caliente. Pintura anticorrosiva color naranja - blanco según estándares internacionales.
- Cumplen con las normas internacionales establecidas para todos los materiales de acero, sus dimensiones, peso de la estructura, resistencia al viento, tolerancias mecánicas y químicas, entre otras.

Adicionalmente a esto tenemos:

- **PARARRAYOS:** Pararrayos ionizante, Cables y accesorios de instalación.
- **BALIZA:** Luz de destello especial para helipuertos. Bombillo de larga duración, color Rojo, Alimentación Eléctrica 110V o 220V. Foto célula incorporada para accionar el funcionamiento del faro, Apagado automático en el día y encendido en la noche.

2.6.2. CASETAS (SHELTERS)

- Metálicas con dimensiones de: largo: 3.00, ancho: 2.40, altura: 2.70mts; y estructura de tubo de 1/2 x 2mm.
- Cubierta exterior de tol liso de 2mm; y cubierta interior con paneles de poliuretano inyectado de caras de tol galvanizado.
- Techo metálico tipo caballete, caseta galvanizada y pintura anticorrosiva.
- Instalaciones eléctricas completas: tomacorrientes A-C, lámparas, caja de breakers, acometidas exteriores, conexión a tierra.
- Construcción de las bases de concreto, sistema de tierra; y sistema de aire acondicionado en los lugares indicados.

2.6.3. PROTECCIONES Y SISTEMAS DE TIERRA

- Protecciones contra descargas atmosféricas.
- Protecciones contra transientes incorporadas a la red telefónica.
- Protecciones a las líneas de energía eléctrica.
- Protecciones a las líneas coaxiales.

Sistema de tierra: Una malla de tierra, pozos en mampostería y cubierta desplazable para revisión, cada pozo con su respectiva varilla de cooperwell, entrelazados para unificar el sistema de tierra, cableado y uniones con suelda exotérmica.

2.6.4. GENERADORES ELÉCTRICOS

- Con potencia 10 KVA, factor de potencia 0.8 y número de fases 3 (4 hilos) monofásico. Voltaje 110/220Vac y frecuencia 60Hz, a 1800 RPM. Arranque eléctrico, sistema de enfriamiento por aire y sistema de aspiración natural.
- Para operar en alturas superiores a 4000 m.
- Accesorios: tanque de combustible, lámparas de aviso de batería, de aceite.
- Tablero de control y transferencia, con voltímetro, amperímetros, interruptor automático tripolar, horómetro, frecuencímetro.

2.6.5. ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

Todos los componentes de la infraestructura del sistema se encuentran en correcta instalación, que garantizan su correcta operación bajo condiciones de carga típica al sufrir interrupciones en el suministro normal de la energía eléctrica. Estos sistemas de respaldo han sido calculados para proveer una autonomía mínima de 12 horas, posee la Dirección la memoria técnica con los respectivos cálculos de soporte.

La alimentación eléctrica a partir de una acometida general de la red eléctrica, posee un armario de distribución dotado de las protecciones eléctricas necesarias; de el salen las líneas de alimentación, para acometidas de UPS.

2.6.6. FUNCIONES PARA EL SISTEMA MEDIANTE LA IMPLEMENTACION DE ACCESORIOS ADICIONALES.

1. Controlador maestro redundante: Para el caso de falla del computador que maneja el sistema de radio.
2. Repotenciar los sitios de repetición: Para incrementar canales de voz y aumentar nuevos sitios: Santo Domingo y sector del Noroccidente
3. Enlace de microondas entre el Controlador maestro y la Central de Atención Ciudadana: Para que la central de Atención Ciudadana pueda operar con Consolas de despacho.
4. Consolas de despacho: Que ayudan a manejar el tráfico de voz, realizar enlaces temporales entre grupos de conversación, decodificar llamadas de alerta o emergencia, controlar ubicación de usuarios, realizar llamadas de alerta. De acuerdo al número de grupos de conversación (aproximadamente 12), se recomienda el uso de tres consolas, para que cada una pueda manejar cuatro grupos de conversación.
5. Radios portátiles de teclado y display: Con llamadas selectivas, es decir se podrían efectuar llamadas individuales vía radio de persona a persona, sin ser escuchados por ningún otro usuario de la red, como si se tratará de una llamada telefónica; y llamadas de alerta, es decir un usuario podría enviar una señal de emergencia y en todos los radios del grupo se podría visualizar en el display el código del radio que envió la alarma.
6. Software NOVA (interconexión telefónica): Permite realizar o recibir llamadas telefónicas a través de la Consola de despacho y transferir a un usuario de radio.
7. Software ZONE WATCH: Para administración de los sitios de repetición y control de las afiliaciones de cada usuario.
8. Controlador electrónico central CEB: Un accesorio importante para el mejoramiento del despacho de llamadas es el uso de dos grabadoras digitales. Para poder conectar estas grabadoras y las consolas de despacho al sistema se requiere de un Banco Electrónico

Central (CEB) que es la interfase de audio entre el sitio maestro y los mencionados accesorios.

La instalación de los accesorios y equipos mencionados sobre la infraestructura básica que se encuentra actualmente funcionando permitirá que el sistema de comunicaciones Troncalizado, cumpla con el objetivo de mejorar el tiempo de respuesta, descongestionamiento y optimización de recursos en las actividades de comunicación diarias en la central de radio.

CAPÍTULO 3

TRUNKING DIGITAL Y SISTEMAS DE DATOS MÓVILES

3.1. SISTEMAS TRONCALIZADOS ANALÓGICOS Y DIGITALES

Es necesario recalcar que el manejo de voz y datos sobre un troncalizado; hace referencia específicamente a sistemas que trabajan bajo una plataforma analógica o digital para su funcionamiento; siendo varias las posibilidades de trunking que las empresas puedan adoptar como tecnología de radio, según sus requerimientos y que son de manejo comercial a nivel mundial.

3.1.1. SISTEMAS TRONCALIZADOS ANALÓGICOS

Existen actualmente tecnologías analógicas que tienen muchas ventajas y muchos años de servicio y que son complementos de las tecnologías digitales. Tradicionalmente el ancho de banda que soportan las tecnologías analógicas es de 25 y 30 KHz.

3.1.2. PROTOCOLOS DE LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS ANALÓGICOS

Dentro de los protocolos más conocidos en el mercado se encuentran LTR, MPT1327, PRIVACY PLUS, SMART TRUNK II Y ETRUNK. A continuación se presenta un resumen de las principales características de los protocolos más utilizados en el mercado.

3.1.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROTOCOLOS

1. PROTOCOLO LTR

El protocolo Logic Trunked Radio (Radio Troncalizado Lógico), es uno de los primeros en aparecer en el mercado, tiene varios años en vigencia, aparece en la década de los setenta, como una necesidad ya que el desarrollo y utilización masiva de los sistemas móviles terrestres hicieron de los sistemas convencionales empezaran a saturarse, en la actualidad es el más popular en el mercado. Este protocolo fue desarrollado por la E.F.Jonson, la banda utilizada fue de los 800 MHz.

2. PROTOCOLO MPT 1327

El protocolo MPT 1327 (Ministry of Posts and Telecommunications), al igual que el anterior, fue desarrollado en la década de los setenta, bajo el auspicio del Ministerio de Correos y Telecomunicaciones del Reino Unido y la colaboración de la empresa Philips. Este protocolo da servicio en la banda de los 800MHz, pero también da servicio en la banda VHF.

3. PROTOCOLO PRIVACY PLUS

Es un protocolo de desarrollado por Motorola. Es de arquitectura cerrada, por lo que no es posible un conocimiento total de las características que presenta dicho protocolo, utiliza un canal de control dedicado por cada siete repetidoras.

3.1.3. SISTEMAS TRONCALIZADOS DIGITALES

El espectro de radio se incrementó efectivamente a fines de los setenta, gracias a que la FCC (Federal Communications Commission) autorizó el uso de frecuencias en los 800MHz para comunicaciones móviles troncalizados.

Este nuevo recurso de espectro actuó como un resorte para el desarrollo masivo de los sistemas troncalizados digitales. Así los fabricantes y operadores de servicios empezaron a desarrollar nuevos sistemas digitales, así tenemos por ejemplo: ASTRO, SMART NET y SMAT ZONE desarrollado por Motorola, EDACS desarrollado por ERICSSON bajo el protocolo APCO; DIGICON, desarrollado por ALCATEL, DIMETRA, desarrollado por Motorola bajo el protocolo TETRA; MATRACOM 9600 desarrollado por MATRA RADIO SYSTEMS bajo el protocolo TETRAPOL y así, podríamos enumerar una gran cantidad de sistemas desarrollados alrededor del mundo. Generalmente el ancho de banda soportado por los sistemas digitales es de 25 KHz y 12,5 KHz.

3.1.4. PROTOCOLOS DE LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS DIGITALES

3.1.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PROTOCOLOS

1. APCO (Association of Public Safety Communications Officials)

Los fabricantes de radio para servicio público, conjuntamente con la Asociación de Oficiales de Comunicaciones para Seguridad Pública (APCO), desarrollaron un documento de especificaciones (APCO 16) para radio troncalizado, este acuerdo fue establecido en el año 1979.

Es un proyecto internacional que incluye representantes de las agencias gubernamentales, estatales y locales en el ámbito mundial. Este grupo de agencias y otras organizaciones de usuarios se reunieron para evaluar las bases tecnológicas con el fin de incrementar las bondades y facilidades en los servicios de radios móviles y de esta manera encontrar la mejor solución que vaya a satisfacer las necesidades del mercado de comunicaciones especialmente en el área de la seguridad pública.

APCO es un estándar de radio troncalizado **arquitectura abierta**, se puede decir que este protocolo es de carácter mixto ya que soporta la operación analógica, (sugiriendo que no es totalmente digital) lo que hace posible la migración de analógico a digital.

En la actualidad se están desarrollando nuevas especificaciones en el proyecto APCO 25, sin embargo, este proyecto no ha finalizado y se encuentra en desarrollo. Es reconocido por la ANSI (American National Standards Institute).

2. TETRA (Terrestrial Trunked Radio)

TETRA fue desarrollado a través de los operadores de trunking de servicio al público. Es un estándar de radio troncalizado digital de **arquitectura abierta** definido por la ETSI (European Telecommunications Standards Institute), TETRA es después de GSM y DECT el tercer sistema consecutivo de telecomunicaciones móviles estandarizado por ETSI y en él se ha aprovechado toda la experiencia acumulada.

En sus inicios fue desarrollado por representantes de 56 organizaciones de 18 países, entre ellas la compañía europea de PAMR Dolphin Telecom, reconocida como la principal promotora de la estandarización de TETRA. Está especialmente concebido para cubrir las necesidades de comunicaciones de voz y datos de usuarios de seguridad pública que tiene que enfrentarse a la congestión del tráfico y a una demanda creciente de servicios de voz

En noviembre de 1997 ETSI reforzó su confianza en TETRA confirmándolo como el único estándar digital respaldado por ETSI, es el único estándar europeo para redes de radio troncalizado digital avanzadas.

3. TETRAPOL

TETRAPOL fue desarrollado a través de los operadores de trunking de servicio al público, sus inicios se remonta al año 1987 debido a las fuertes demandas de las fuerzas de seguridad francesas. Es un estándar de radio troncalizado digital de **arquitectura cerrada** reconocida por la ITU (International Telecommunications Union).

Fue desarrollada de acuerdo a las demandas de los segmentos de seguridad pública y las fuerzas de protección, esto es: encriptación de principio a fin, modo directo (Talk Around), amplia cobertura, agrupamiento dinámico, etc. Las organizaciones que

desarrollaron este estándar y se ocupa de las especificaciones técnicas se agrupan en el foro TETRAPOL.

3.2. VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL

El uso de la tecnología digital, así como los avances hechos en el procesamiento de señales, permite que los sistemas garanticen prestaciones máximas en aspectos como: calidad de voz, capacidad de datos, cobertura de radio aumentada; manteniendo calidad uniforme de transmisión.

En un sistema totalmente digital, la información transmitida (voz, datos, señales) se codifica digitalmente desde el terminal transmisor hasta el receptor. Se transmite en forma de paquetes de datos por todos los enlaces de transmisión, y transita por los equipos digitales (terminales, estaciones base, conmutadores) capaces de procesar estos paquetes de datos.

Entre las bondades más significativas de la utilización de una tecnología digital tenemos: excelente calidad de voz, calidad constante hasta el límite de cobertura, protección intrínseca contra escuchas clandestinas pasivas y activas; y voz y datos integrados.

En conclusión una tecnología digital significa: óptima calidad de recepción, alto grado de seguridad y capacidad integrada de voz y datos.

3.3. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE DATOS MÓVILES

Los elementos generales de un sistema de datos son los siguientes:

- Aplicaciones: Programas de Software que satisfacen las necesidades del Cliente
- Bases de la Comunicación: Conectividad y protocolo de comunicaciones que permitan transferir los datos vía RF
- RF: El medio de Comunicación

- Terminales Móviles y Portátiles: Dispositivos de los Usuarios
- Movilidad: Bases de Datos para sistemas de área ancha permite mantener a los usuarios en comunicación (Roaming)
- Administración: Permite configurar, monitorear y dar servicios de mantenimiento

3.3.1 APLICACIONES

Las aplicaciones dentro del sistema, son básicamente programas de software que satisfacen las necesidades del cliente final y la funcionalidad de la información requerida.

La operación de las aplicaciones se desarrolla usualmente en tiempo real, cumpliendo con las expectativas y características de un sistema de datos.

Las aplicaciones de datos móviles inalámbricas deben ser acondicionadas para las transmisiones en RF, por lo tanto: Los paquetes a transmitir deben ser lo mas pequeños posibles evitando así la transmisión de toda una pantalla y datos redundantes, la utilización de Mensajes cortos para indicar estado; y formatos residentes en los dispositivos de los usuarios.

3.3.2. CONECTIVIDAD

Cuando se habla de conectividad desarrollada es importante recalcar el manejo de protocolo para transmisión vía RF y la conectividad de los Terminales a Host



Figura. 3.1. Conectividad de datos

También es importante determinar la utilización de estándares industriales en los desarrollos de las interfaces de aplicación, que permiten concentrar la mayor cantidad de los datos en las aplicaciones y menos en el enlace hacia los dispositivos externos.

Dentro de los Host el manejo de protocolos en los que se trabaja es TCP/IP, X25 y Async; siendo los Host móviles en el sentido de ubicación e incorporación. Se trabaja de igual manera con módems manejados bajo comandos AT (Hayes) en modo nativo y con APIs (application program interface).

3.4. NECESIDAD DE APLICACIONES INALÁMBRICAS MÓVILES PARA DATOS

Un número creciente de organizaciones (empresas de servicio público, agencias de seguridad pública, bomberos, empresas de ferrocarriles, servicios de mensajería, fabricantes, compañías petroquímicas y otras), aprovechan actualmente los beneficios de los datos inalámbricos y móviles.

A continuación se detalla diferentes tipos de aplicaciones inalámbricas móviles para datos y su funcionalidad:

1. Ubicación Automática de Vehículos

Esta habilidad de ofrecer al centro de despacho la ubicación precisa de los vehículos, muestra una aplicación de Despacho Asistido por Computadora. El resultado de ello puede ser un tiempo de respuesta mejorado en las situaciones de emergencia y en situaciones de requerimientos cambiantes.

La localización automática de vehículos no es más que la ubicación continuamente actualizada de los equipos móviles de un sistema o de una determinada flota de vehículos, sobre mapas cartográficos (gracias a una aplicación de software). Tareas como registro de rutas, definición y control de límites para vehículos dentro de una zona específica (ya sea

solos o en grupos de vehículos), control de desplazamiento, seguimiento automático según horarios predefinidos, registro automático de uso de vehículos para planeamiento de mantenimiento, etc.

Esta aplicación puede ser llevada a cabo en sistemas de voz y datos integrados, tanto en sistemas de radio convencional, como en sistemas de radio troncalizado:

- Despacho de vehículos eficiente con tecnología GPS
- Respuesta rápida a los incidentes
- Selección de vehículos de asistencia más cercano al incidente
- Monitoreo de las rutas de los vehículos en situaciones de emergencia



Figura. 3.2. Servicio de AVL para datos móviles

2. Consulta de Base de Datos

Las empresas de servicio público, por ejemplo, pueden localizar en forma precisa la información del cliente, el estado de entrega, el equipo y el inventario de piezas. Los agentes de policía pueden comprobar rápidamente las placas de vehículos, las licencias de conductor y los burladores de la ley perseguidos por la justicia.

El resultado final de la consulta de las bases de datos es información rápida en el momento y en el lugar preciso donde resulta necesaria. Por ejemplo para ser efectivos, los agentes de policía deben responder de manera sumamente rápida a las consultas. Antes de la introducción de sistemas de datos móviles, la respuesta a una consulta requería varios minutos. Ahora bastaría segundos.

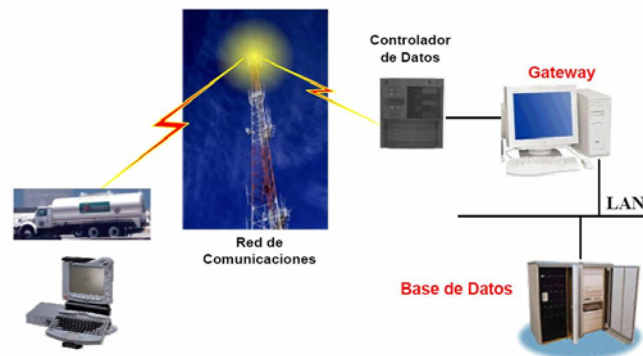


Figura. 3.3. Servicio de acceso a base de datos

3. Despacho asistido por computadora (CAD)

Este sistema permite la rápida administración de información para la oportuna operabilidad de las actividades de gestión y control. Son varias las aplicaciones de los sistemas asistidos por despacho:

- Menor tiempo de respuesta en situaciones de urgencia
- Registra y archiva los incidentes automáticamente
- Reduce los errores en la comunicación
- Simplifica el trabajo del despachador
- Mejora el despacho de las unidades de campo

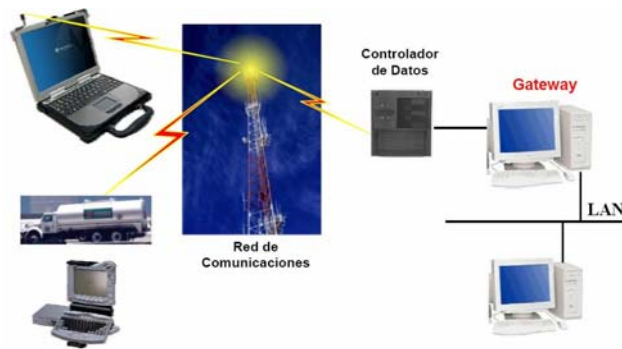


Figura. 3.4. Servicio de despacho asistido para datos móviles

4. Transferencia de imágenes

Alguien que opera sobre el terreno necesita un mapa actualizado, por ejemplo un diagrama de cableado o el plan de un edificio para ubicar materiales peligrosos. O pudiera necesitar registros de incidentes, etc. Con esta aplicación se puede disponer de esos datos en el sitio mismo. Además, el programa puede otorgar a la policía acceso en línea a los archivos y le permitirá verificar cosas como huellas dactilares y fotos de un sujeto tomadas al ingresar en prisión.

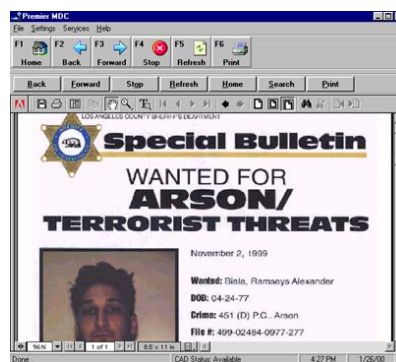


Figura. 3.5. Servicio de transferencia de imágenes

5. Creación de informes

El personal de campo puede escribir y transmitir inmediatamente la información necesaria para producir un informe, una factura o un archivo

actualizado de cliente. Esto mantiene a los agentes de policía en su actividad regular, en lugar de obligarlos a permanecer frente a una computadora de la Comisaría de Policía. También racionaliza los negocios reduciendo los esfuerzos por mantener al día los archivos del cliente.

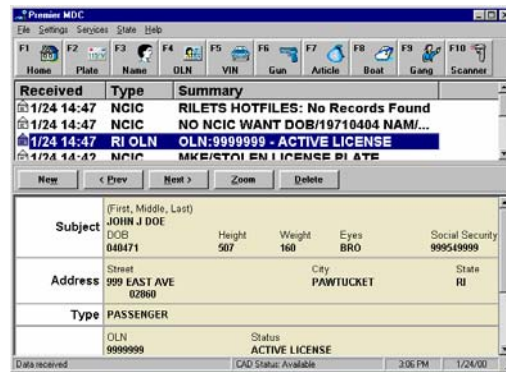


Figura. 3.6. Servicio de creación de informes

6. Sistema de información de clientes

El personal de campo puede acceder al archivo del cliente para comprobar los datos de facturación y el historial de servicio. Después, sus informes inalámbricos podrán poner al día el archivo del cliente.

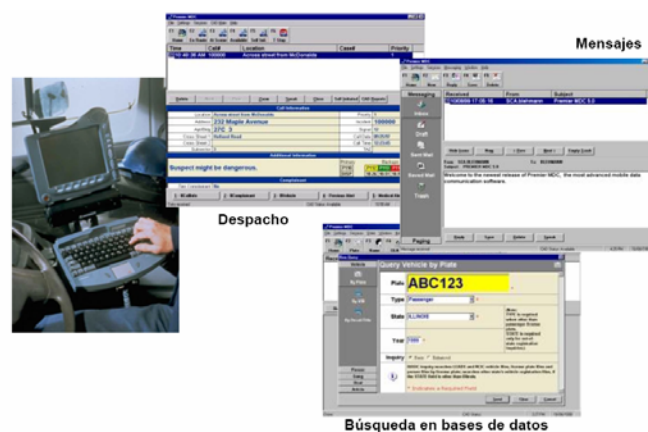


Figura. 3.7. Servicio de información de clientes

7. Capacidad de impresión

Impresoras enchufables pueden permitir al personal de campo completar las tareas sobre el terreno, entregando instantáneamente al cliente un ejemplar de la tarjeta de trabajo, las facturas, las multas de tráfico o de aparcamiento, y las tarjetas de incidente.

3.5. INFRAESTRUCTURAS PARA DATOS

3.5.1. TECNOLOGÍAS DISPONIBLES PARA DATOS SOBRE TRUNKING

Se cuenta con numerosas soluciones y aplicaciones para la transmisión de datos móviles. Puede proporcionar datos móviles sobre sistemas de radio convencional o troncalizado, como en una infraestructura de transmisión de datos dedicada. Asimismo, dentro de las aplicaciones la localización Automática de Vehículos es la más conocida, pero se cuenta con otras como recopilación de datos, etc.

Entre las tecnologías de aplicación de sistemas de datos tenemos:

- Tecnología de Radio de Datos Dedicados
- Tecnología de Radio de Voz y Datos Integrados
- Tecnología de Radio HF de Voz y Datos Integrados



Figura. 3.8. Tecnologías disponibles para datos móviles

Voz y Datos Integrados	Voz y Datos Compartidos	Datos Dedicados
<ul style="list-style-type: none"> • Un solo Radio • Sobre la misma plataforma 	<ul style="list-style-type: none"> • Un solo Radio • Diferentes infraestructuras 	<ul style="list-style-type: none"> • Radios diferentes • Infraestructuras diferentes

Tabla. 3.1. Descripción de las tecnologías para datos sobre trunking

3.5.2. VOZ Y DATOS INTEGRADOS

Utiliza la plataforma del Sistema Troncalizado y los terminales móviles. Todos los dispositivos móviles e infraestructura troncalizada pueden modificarse para soportar comunicaciones de datos.

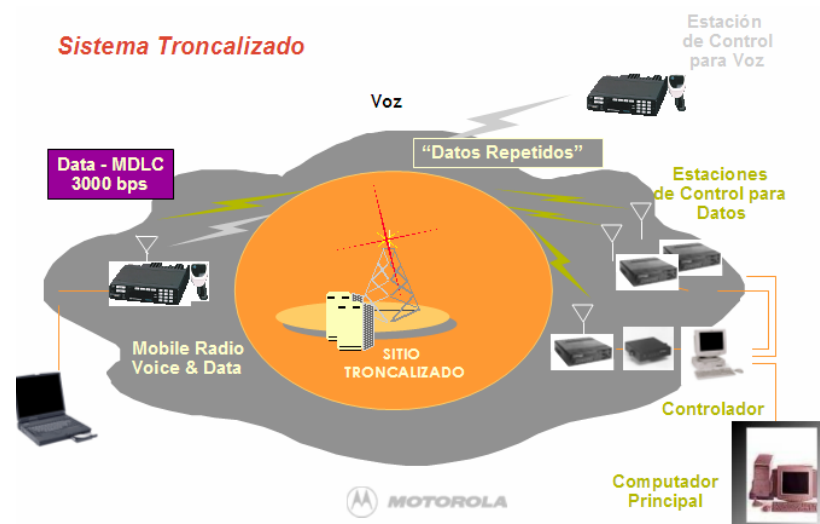


Figura. 3.9. Voz y datos integrados sobre trunking

3.5.3. VOZ Y DATOS COMPARTIDOS

En esta tecnología la voz y los datos son compartidos, para ello se utilizan diferentes infraestructuras pero el mismo radio.



Figura. 3.10. Voz y datos compartidos sobre trunking

Voz con transmisiones ocasionales de Datos

También se puede presentar una solución de datos con transmisiones ocasionales de voz. En cualquiera de los escenarios anteriores la solución presenta media capacidad de manejo de datos.

3.5.4. DATOS DEDICADOS

Es una aplicación; como su nombre lo indica, con el objetivo específico de ser una red de datos independiente al servicio de voz. Con medio, gestión, infraestructura y equipos terminales diferentes y en muchas aplicaciones propietarias.

Esencialmente se usa cuando se requiere alta capacidad de datos y tiempos rápidos de respuesta, permite al usuario tener un manejo efectivo de datos, es posible soportar sobre la red un tráfico elevado de usuarios, y con aplicaciones dedicadas.

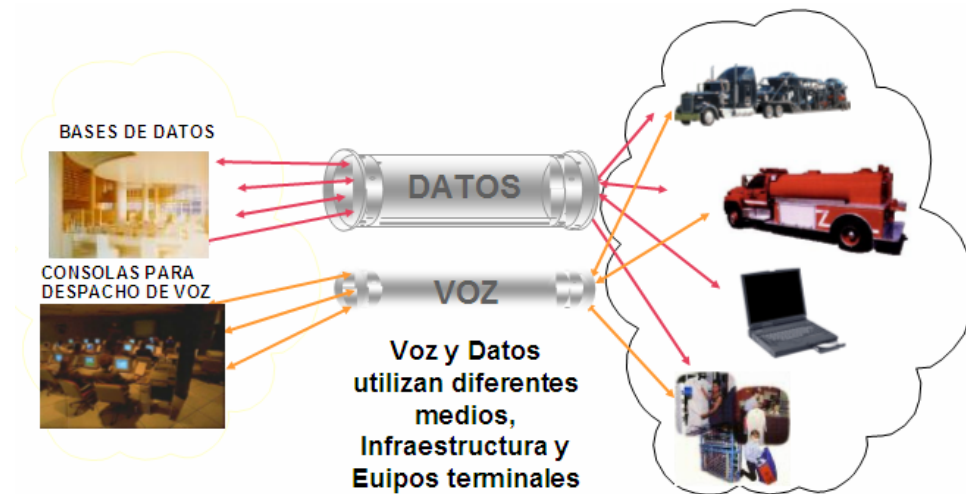


Figura. 3.11. Voz y datos integrados sobre trunking

Cada una de estas tecnologías en particular ha sido desarrollada para proveer una óptima relación costo-beneficio en función a tres factores:

- Número de usuarios

- Volumen de tráfico
- Extensión territorial

Según estos criterios se puede disponer de una red de datos óptima:

Si se requiere un sistema de alta densidad de tráfico de datos y un gran número de usuarios, la solución es una **tecnología de radios dedicada** a transmisión de datos.

En cambio, si se necesita un sistema con una cantidad relativamente baja de usuarios o bajo volumen de tráfico, un sistema de transmisión de datos sobre radio convencional o **troncalizado compartido** sería lo más adecuado.

Finalmente, si cuenta con una cantidad bastante baja de usuarios, tiene una carga de tráfico bastante disminuida, y lo que le interesa es la accesibilidad de las comunicaciones (miles de kilómetros de distancia, terreno muy accidentado, lugares muy remotos entre sí), la solución es un sistema HF con capacidad de transmisión de voz, datos o ambos; o un **sistema de voz y datos integrados**.

3.6. BASES DE DATOS MÓVILES

3.6.1 DESARROLLO DE LAS BASES DE DATOS MÓVILES

Las bases de datos móviles se desarrollaron ante la necesidades de información y de movilidad creciente en las actividades profesionales y de la vida cotidiana (Portátiles, PDAs, teléfonos móviles). Con la información de las bases estratégicamente distribuidas.

El poseer una base de datos móviles, implica la posibilidad de que la información almacenada, sea distribuida de una manera efectiva hacia los usuarios y empleados de una institución; a través de la habilitación de un medio de conectividad entre bases de datos computarizadas, a una red y con salida móvil hacia suscriptores.

3.6.2. CLASIFICACIÓN DE DATOS EN APLICACIONES MÓVILES

1. Datos Privados

El propietario de los datos es el único que puede manejarlos. Manejados por aplicaciones Verticales.

2. Datos Públicos

Todos los usuarios pueden utilizarlos. Son actualizados por una única fuente. Ej. Precio de las acciones.

3. Datos Compartidos

Cuando un grupo de usuarios acceden a los datos. Manejados por aplicaciones Horizontales. Ej. Inventario stock de una empresa.

3.6.3. ÁMBITOS DE DISTRIBUCIÓN DE LAS BASES DE DATOS MÓVILES

Dentro de los ámbitos de distribución de las bases de datos se tiene:

- Base de datos se distribuye parcialmente entre todos los componentes conectados. La gestión de datos es realizada por las estaciones base.
- Base de datos se distribuye entre componentes conectados e inalámbricos. La gestión de datos es compartida entre las estaciones base y las unidades móviles.

CAPÍTULO 4

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS DIGITALES

4.1. GENERALIDADES

A la hora de elegir un protocolo de comunicaciones debemos poner en la balanza que es mejor para nosotros. El protocolo a ser utilizado como base del proyecto debe cumplir una serie de principios básicos que no solo aseguren la operatividad y soporte del mismo, sino que cumplan con los requerimientos que la Policía Nacional como institución pública encargada de la seguridad y paz ciudadana debe cumplir; así tenemos:

Integración: Garantice un sistema que a la par modernice la infraestructura existente, optimice las operaciones policiales en su conjunto, dotándola de una solución avanzada.

Desarrollo: Propicie una evolución tecnológica que permita a la Policía Nacional utilizar soluciones de última generación.

Continuidad: Asegure los servicios de mantenimiento y asistencia técnica necesarios, para asegurar la plena operatividad del sistema y los mecanismos para asegurar su posterior continuidad.

Respaldo: Debe estar reconocido por un organismo internacional y garantizado por sistemas instalados.

Escalabilidad: El sistema debe tener una plataforma modular que permita garantizar el crecimiento del sistema sin desaprovechar la capacidad instalada.

Universalidad: Contemplar la totalidad del ámbito de operatividad de la Policía Nacional, de manera que en el futuro se puedan implanta

Carácter abierto: Contemplar el uso de estándares que garanticen la inversión presente y futura sin que la institución quede sujeta a una sola vía para solventar sus requerimientos, optimizando los costos y permitiendo elegir entre un amplio panorama de opciones.

Seguridad: El protocolo debe asegurar el cumplimiento a cabalidad de los principios básicos de seguridad en las comunicaciones; esto es, confidencialidad, integridad, autenticidad y confiabilidad.

4.2. TECNOLOGÍAS DE RADIO Y PROTOCOLOS UTILIZADOS

Dentro de las tecnologías de radio utilizadas en telecomunicaciones para un sin número de aplicaciones tenemos:

- Sistemas convencionales
- Sistemas convencionales de llamada selectiva
- Sistemas trunking (señalización digital y voz analógica)
- Sistemas trunking digital (señalización, datos y voz digital encriptada)
- Celulares (GSM, CDMA, TDMA)

Cada unas de estas tecnologías de radio se maneja a través de un protocolo específico, diseñado para su manejo y el desarrollo de las comunicaciones.

4.3. CARÁCTERÍSTICAS DE LOS PROTOCOLOS

4.3.1. PROTOCOLO DE COMUNICACIONES

Cuando hablamos de un protocolo nos referimos al medio utilizado para controlar la comunicación ordenada de información entre estaciones en un enlace de datos o una red de comunicaciones de datos. Un conjunto de formatos y procedimientos acordados que gobiernan la transferencia de información entre dispositivos.

Refiriéndonos a los protocolos (aplicabilidad definida en el capítulo 1 de esta tesis), de comunicaciones y su existencia real en el mercado, se determina la presencia de protocolos cerrados a sus clientes y abiertos, en relación a su entorno de competencia, precios, alternativas empresariales y adaptación a requisitos especiales:

1. Tecnologías cerradas

Dentro de los protocolos de tecnología cerrada tenemos por ejemplo en relación a la tecnología de radio los siguientes:

Convencional: MDC1200

Trunking: Smartnet, Smartzone, Edacs, Apco16

Trunking digital: Tetrapol

2. Tecnologías abiertas

Dentro de los protocolos de tecnología abierta tenemos:

Convencional: CTCSS, 5 tonos, voting

Trunking: MPT- 1327

Trunking digital: Apco25, IDEN, TETRA

4.3.2. ESTANDARIZACIÓN DE LAS DIFERENTES INTERFACES

Los sistemas de radiocomunicaciones móviles para aplicaciones privadas, son sistemas que han ido estandarizando las diferentes interfaces desde su introducción en 1977; en la actualidad se esta produciendo un proceso de estandarización con los sistemas digitales, en la gráfica se muestra el proceso de desarrollo de los troncalizados:

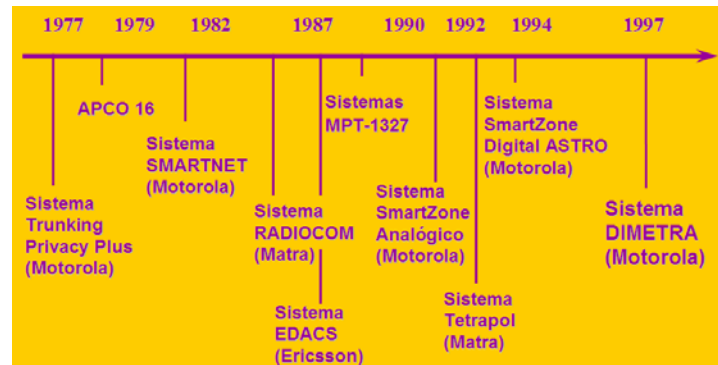


Figura. 4.1. Estándares de trunking desde sus inicios

Principales estándares para trunking digital con norma abierta:

Para nuestra aplicación específica es importante la determinación de los principales sistemas digitales que se usan sobre trunking, con la caracterización de normativa abierta; uno de las cuales será utilizada como protocolo básico del proyecto en curso.

Dentro del proceso de evolución de los estándares así como del desarrollo de su infraestructura de red, se tiene tres estándares utilizados actualmente por sus características y funcionalidades: **sistema iDEM, APCO 25 y TETRA.**

4.3.3. SELECCIÓN DEL PROTOCOLO A UTILIZAR

Todos los protocolos anotados aseguran el cumplimiento de los principios anotados en el ítem 4.1 de este capítulo; sin embargo, hay un aspecto fundamental a tomar en cuenta a la hora de elegir uno u otro protocolo, esto es el carácter abierto o cerrado del protocolo,

si bien este principio a sido motivo de constantes discusiones, la experiencia adquirida por parte de la Dirección Nacional de Comunicaciones de la Policía Nacional ha hecho de que en sus proyectos de exija un protocolo de arquitectura abierta.

Si bien es cierto que una arquitectura cerrada garantiza una seguridad mayor, también en cierto que esclavizan al usuario a utilizar las bondades de un modelo o equipo que no es compatible con ninguna otra marca y dejarle al fabricante la responsabilidad total de que el sistema funcione a las especificaciones tanto tecnológica como económica que éste le imponga. Cuando estas especificaciones cambian, el equipo se discontinúa, queda obsoleto y al no tener más opción que requerir la participación de un único fabricante, las imposiciones económicas terminarán por aceptarse.

Una arquitectura abierta asegura más fabricantes, mayor soporte técnico, mayor competitividad, desarrollo tecnológico acelerado y por lo tanto mayor calidad, mayor valor agregado y menor costo.

Agregado a ello también hay que considerar, que en el caso de la institución, cuando entro a concurso el sistema troncalizado ha ser instalado para la Policía Nacional en el 2000, y por la no factibilidad de financiamiento extranjero, se opto por la opción mas ventajosa económicamente hablando en ese tiempo para la implementación del troncalizado, por lo que el sistema instaurado y en funcionamiento actualmente lo constituye Smartzone de Motorola, por tanto la infraestructura de sitios levantada en todo el país constituye la opción Motorola, por lo que en el aspecto económico y logístico habría una ventaja sobre los otros sistemas; es decir se utilizaría la infraestructura existente del sistema troncalizado para nuestro proyecto.

Por estas razones y otras que se seguirá estudiando más adelante, **el protocolo a utilizarse en el presente diseño es el protocolo APCO 25, dentro del sistema ASTRO DE MOTOROLA.**

4.3.4. PROTOCOLO APCO (Association of Public Safety Communications Officials)

Es un estándar de radio troncalizado de **arquitectura abierta**, en el capítulo anterior ya se hizo mención, al nacimiento y desarrollo del protocolo para trunking y sistema convencional APCO de Motorola; que presenta las siguientes características principales:

- Utiliza tecnología FDMA (Acceso Múltiple por División de frecuencia) con canales de 12,5 KHz y se tiene previsto en la fase 2 la utilización de tecnología FDMA y reducir a canales de 6,25 KHz.
- Capacidad para proveer prestaciones y características nuevas que pueden maximizar el rendimiento del sistema.
- Provee la interfaz necesaria para la integración con redes externas.
- Compatibilidad con tecnologías anteriores y capacidad de crecimiento.
- Ambiente seguro de operación.
- Múltiples proveedores, lo que permite ofertas competitivas.
- Primer sistema de datos inalámbricos en transmitir 9,6 kbps de datos en la actual banda privada de frecuencia de radio.
- El sistema inalámbrico opera tanto en el espectro de 700 MHz como en el de 800 MHz y utiliza las asignaciones de canales de 25 kHz estándares con una cobertura móvil similar a los sistemas de voz de 800 MHz.

4.4. VISIÓN GLOBAL Y APLICACIONES DE DATOS

Para continuar con nuestro estudio, una vez definido el protocolo a ser utilizado es necesario determinar la plataforma de aplicación sobre la cual se desarrollará la red de datos:

Private Data-TAC

Presenta aplicaciones de equipo terminal; con soporte centralizado en las aplicaciones de Host para conectividad. Posee un canal dedicado para datos y radios de datos. Permite optimización de datos para alta capacidad.

Astro Systems

Presenta aplicaciones de equipo terminal; con soporte centralizado en las aplicaciones de Host para conectividad. Permite transmisión de voz simple, con radio de datos e infraestructura de radio frecuencia. Capacidad de datos y voz combinados con media capacidad. Permite optimización de datos de alta capacidad. Cumple con los estándares de Proyecto 25 con canales de 12.5 kHz

La plataforma ha ser utilizada para nuestra red de datos es **la plataforma ASTRO SYSTEM** que cumple con los estándares de proyecto 25 (protocolo APCO 25).

4.4.1. INTRODUCCIÓN AL SISTEMA ASTRO

Es una solución de radio de dos vías digital de banda angosta. ASTRO tanto para sistemas troncalizados como convencionales están diseñados para brindar una calidad de audio clara, consistente y confiable en el área de cobertura y datos de alta capacidad.

Este sistema presenta entre una de las características importantes eficiencia mejorada del uso del espectro. Esto da la oportunidad de tener más canales, lo que significa menor congestión en el tráfico de radio y un uso eficiente de dichos canales sin dejar fuera algunas capacidades necesarias.

Con Astro la claridad del audio es evidente, se obtiene una señal fuerte y clara, aún en condiciones en las que la señal es variable dentro del área de cobertura. Esto se debe a

que la tecnología de radio digital de ASTRO reconoce y corrige la interferencia de la señal antes de que se escuche.

La calidad de audio es la misma si se opera en el modo transparente o en el encriptado. Se puede entonces integrar voz y datos en un solo sistema ASTRO. Además, tanto el modo de voz como el de datos pueden ser soportados por el mismo radio.

Esto es mucho más económico que manejar dos sistemas separados para voz y datos, pero si no se tiene necesidad de manejar gran capacidad de información; en este caso un sistema de datos dedicados es la mejor opción. La comunicación de dos vías permanece sin obstáculos debido a que el sistema está diseñado para ayudar a los mensajes tanto de voz como de datos para evitar colisiones. Un radio, un canal, tanto para voz como para datos.

4.4.2. CARACTERÍSTICAS DE APCO 25

- Mejoramiento de la productividad

ASTRO es el vehículo de comunicación que cuenta con las capacidades necesarias, con velocidad de datos rápida y confiable, los usuarios móviles pueden tener acceso fácil a la información que se encuentra en las computadoras base.

- Seguridad mejorada

Sus múltiples algoritmos de encriptación mantienen las transmisiones confidenciales. Para tener aun mayor seguridad, OTAR, recodificación en el aire, ofrece un sistema de administración de encriptación APCO Project 25. Esto ayuda a aumentar la seguridad, ya que prácticamente elimina el tiempo y el costo de reprogramar las claves de

los radios y la infraestructura en forma manual. La identificación de la unidad da mayor seguridad, ya que ahora es menos necesario confiar solo en la identificación de voz.

- Respuesta inmediata

Cuando surge una situación crítica, con la alarma y la llamada de emergencia, se puede pedir ayuda con solo presionar un botón.

- Mayor eficiencia

Debido a que ASTRO es un producto de banda angosta hace un mejor uso de radiofrecuencias. Esto brinda la oportunidad de aumentar la disponibilidad de canales y de disminuir la congestión de los mismos.

- Compatibilidad mejorada

ASTRO también brinda compatibilidad a otros niveles, con sistemas SMARTNET, SmartZone y SmartZone OmniLine para una sola locación o bien una muy extensa área de cobertura.

- Mayor crecimiento

Si alguna vez un sistema necesita una ruta de migración clara y con costos efectivos, ASTRO puede llegar ahí también. De analógico a digital, de banda amplia a banda angosta, de una sola locación a un área amplia y de convencional a troncalizado.

- Mayor control

Se trata de un sistema de radio de dos vías. Las características tales como la interrupción del despachador, el control adaptativo de energía para un uso más eficiente de la batería y una función prioritaria que brinda al usuario un acceso ordenado al sistema.

- Mejoras

Los radios digitales de banda angosta de dos vías pueden ayudar a mejorar la productividad de los usuarios. Las operaciones con respecto a usuarios móviles, ya sea que sean policías, oficiales de seguridad pública, agentes gubernamentales, o trabajadores de servicio o de manufactura. Una plataforma confiable para el crecimiento a futuro.

- Seguridad de equipo Motorola

Porque Motorola es el proveedor líder de sistemas de radio de dos vías en el mundo. ASTRO de Motorola da un control inteligente que mejora los sistemas en productividad y confiabilidad.

4.5. INTERFACES DE LA ARQUITECTURA ABIERTA APCO

Para garantizar una arquitectura abierta y consecuentemente un mercado abierto, APCO especifica las siguientes interfaces:

1. Air Interface (AI).

Garantiza la interoperatividad del equipo terminal de diferentes fabricantes.

2. System

ISSI, interfaz de interconexión telefónica e interfaz de manejo de red. Permite la interconexión de la red APCO de diferentes fabricantes. Se trata de una interface entre

sistemas APCO que permite la interconexión de sistemas de distintos fabricantes de forma que puedan trabajar conjuntamente y permitir a los usuarios de una red poder migrar a un área donde otro sistema es la que da servicio.

3. Encryption

Referido a los servicios de seguridad, protocolo de encriptación DES y protocolo OTAR

4. Data

Servicio de datos, especificación de los paquetes, circuito de datos y protocolo de control de radio.

5. Trunking

Canal de control de mensajes sobre trunking, formatos del canal de control, link de control de palabras, canal de control de mensajes sobre convencional, procesos de trunking.

A continuación se muestra el conjunto de estándares de Proyecto 25, mencionados anteriormente:

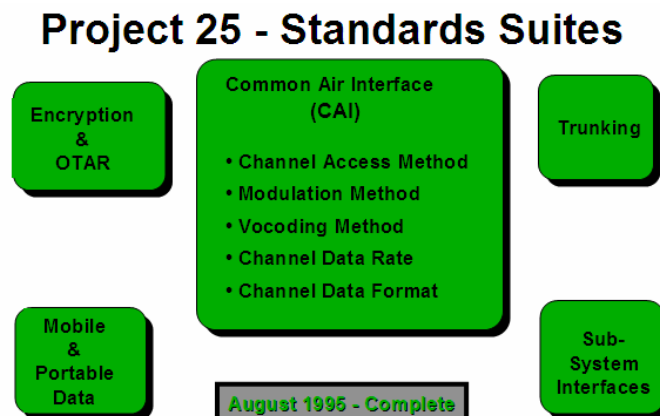


Figura. 4.2. Estándares de proyecto 25

4.5.1. ARQUITECTURAS DEL SISTEMA ASTRO

Dentro de las arquitecturas generales desarrolladas para un troncalizado se tiene como ya se estudio anteriormente los Monoemplazamiento y los Multiemplazamiento.

ASTRO en su topología de emplazamientos maneja diferentes configuraciones de sitio, que surgen en función de las necesidades de comunicación, ya sea un sitio simple como un sitio múltiple.

Añadido a ello, en función de un equipamiento dedicado se hace factible la disponibilidad de manejo de voz y datos, en las diferentes configuraciones de sitios.

4.5.1.1. COMPONENTES DEL SISTEMA ASTRO PARA APLICABILIDAD DE DATOS

Un sistema de datos Astro consiste de 7 Componentes que lo conforman, y que representan la base del backbone principal del sistema, en el capítulo seis se estudia más a detalle las características técnicas y funcionalidades de los equipos; para el diseño del sistema en estudio:

1. Computadora central y Aplicación

Esta es la razón para el sistema de datos, sin la aplicación el cliente no habría un sistema de radio apto para manejo de información y servicios.

Se necesita de igual manera un diseño de mensajería del sistema para verificar que la red de RF seleccionada llevará la carga de los datos anticipadamente.

2. Gateway de red inalámbrica

El Gateway cumple con ciertas funciones específicas en la red de datos como: la conectividad (como un router IP) al estar fijo al final de la red de computadora instaurada, puerta de enlace del computador central al RNC, mantiene una tabla de ID de radio a

dirección IP vinculada al equipo terminal, agrega el header de FLM a los paquetes que salen y despoja el header de FLM de los paquetes entrantes; y la paquetización de los mensajes grandes.

3. Funcionalidad de controlador de red

El controlador de red de radio (RNC3000) es el elemento principal para el funcionamiento de la red de datos; el mismo que proporciona la interface de la red de computadora del Cliente a la Red de RF, bajo estándares de interface de TCP/IP, X.25 y Async. La función esencial es la administración de la red de RF, dentro de la cual realiza las operaciones de:

- Rutear los Mensajes entre el Host y los móviles
- Rastrear la localización de los terminales móviles dentro de la Red
- Selecciona el mejor sitio para transmitir los mensajes que salen
- Asegura la entrega de mensajes (Closed Loop Protocol - ACK)
- Usa ARQ Selectivo para retransmisión de bloques con error.

4. Unidad de Interfaz digital (DIU)

Define las rutas de los mensajes de voz a la Consola y mensajes de datos al controlador de red. Realiza la conversión análogo- Digital a los despachadores de consola.

5. Funcionalidad de la estación base

Recibe los Mensajes del controlador de Red y adhiere forward de corrección de error a los Mensajes, transmite los Mensajes a las Unidades Móviles, recibe los mensajes de las unidades móviles y los Remite al controlador de Red, corrige los errores para voz y mensajes de los datos.

Utilizado para ASTRO systems, es integrado por el controlador de la estación base. Es de peso ligero con diseño de tamaño reducido (5 unidades de rack, menos que 12" de alto) y trabaja en bandas de 800MHz, UHF, bandas de frecuencia de VHF

6. Radio móvil

Trabajan en frecuencias de VHF, UHF, 800 MHz, presentan una interface RS-232 de puerto de datos, una interface SLIP, opción de RCP reforzada disponible y un interface API propietario de Motorola (Requerimiento de los dispositivos de terminal Windows MagicPipe™ API o stock de IP para comunicación).

7. Dispositivos de usuario

Dispositivos de uso final para usuario incluye tanto equipo terminal propietario como Laptop con conectividad para datos

4.5.2. TOPOLOGÍAS DE INFRAESTRUCTURA

Según el releases de la plataforma Astro tenemos las configuraciones básicas del sistema:

ASTRO 1.7: Para un Sitio simple o múltiples simples sitios que no tienen interferidos los transmisores. Usa los formatos de estándares de datos (FLM) y vocoder VSELP.

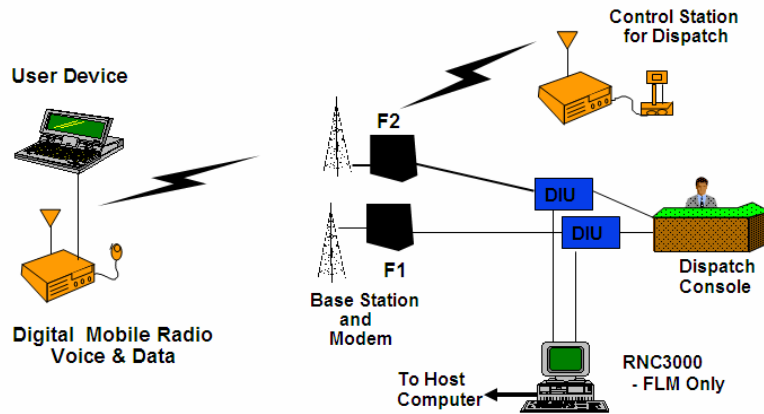


Figura. 4.3. Sistema Astro release 1.7

ASTRO 3.0: Para sistemas de banda ancha que tienen interferidos los transmisores. End-to-End del direccionamiento IP e IMBE Vocoder (estándar de Project 25).

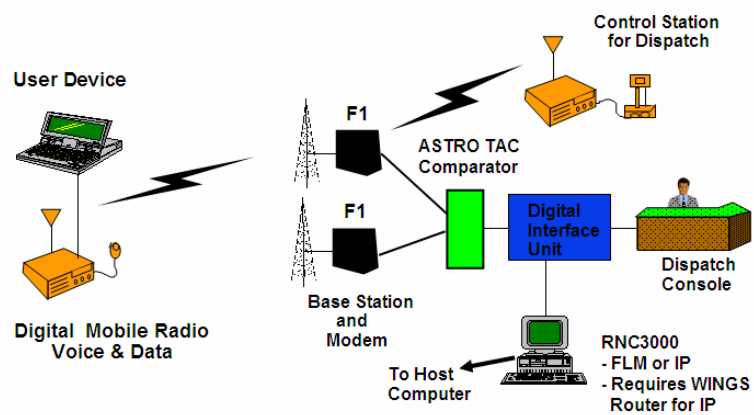


Figura. 4.4. Sistema Astro release 3.0

4.5.3. TOPOLOGÍAS DE SITIOS Y APLICABILIDAD DE VOZ Y DATOS

4.5.3.1. SITIOS SIMPLES

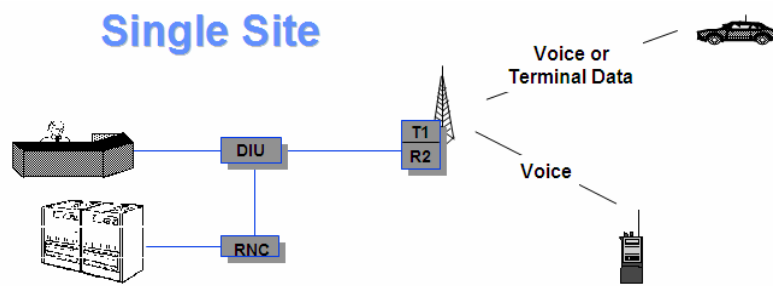


Figura. 4.5. Topología de sitios_sitio simple

Los usuarios de terminales móviles se registran con el controlador de red RNC3000 para recibir los servicios de datos. Los radios ASTRO son terminales con capacidad de voz y datos.

4.5.3.2. MÚLTIPLES SITIOS SIMPLES

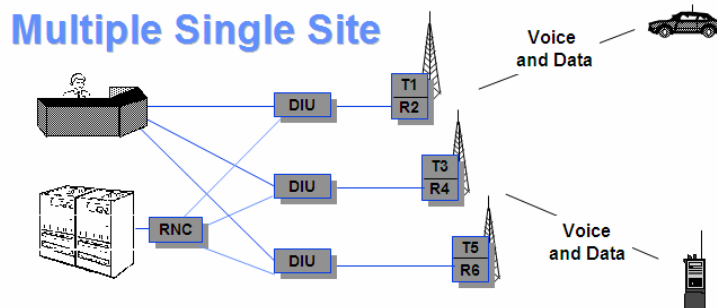


Figura. 4.6. Topología de sitios_múltiples sitios simples

Cada sitio funciona independientemente. El RNC administra la localización por sitios de afiliación a la base de datos para cada terminal. Los terminales deben registrarse al pasar de una área de cobertura a otra (automáticamente en el cambio del canal móvil). No se puede realizar rastreo para los datos.

4.5.3.3. RECEIVER VOTING

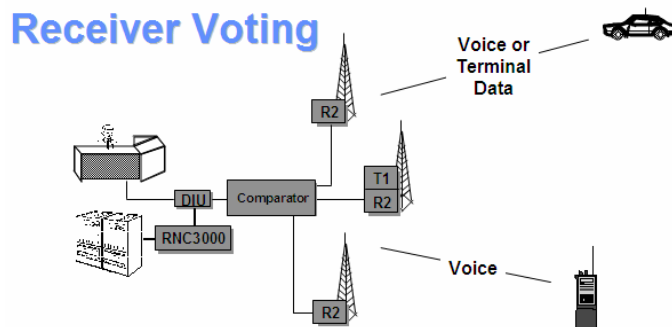


Figura. 4.7. Topología de sitios_receiver voting

Sistema Voting incrementa la capacidad de voz en cobertura. Múltiples sitios concentrados (un DIU y un puerto al RNC). El sistema tiene sitios de canal simple con capacidad de mensajes.

4.5.3.4. MULTICAST

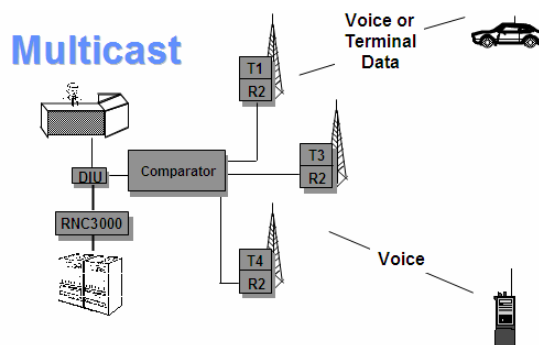


Figura. 4.8. Topología de sitios_multicast

Voz y datos son transmitidos seguidamente sobre todos los transmisores del sistema. El scan del canal móvil no se permite en modos dónde el funcionamiento de los datos se habilita. La dirección de movilidad es manual.

4.5.3.5. SIMULCAST

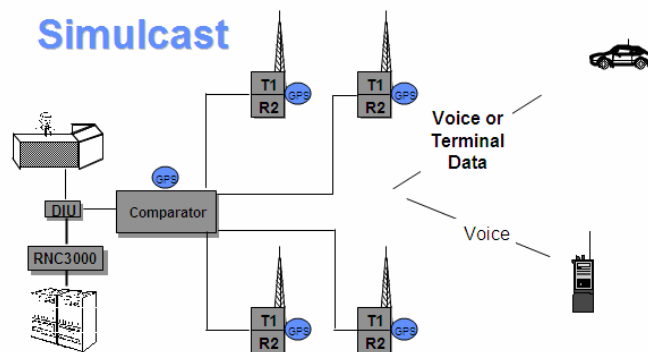


Figura. 4.9. Topología de sitios_simulcast

Voz esta siempre en simulcast. Los datos normalmente se transmiten solo a través del sitio de registro móvil. Los datos estarán en simulcast al restablecer una afiliación del sitio móvil ("FINDER").

4.6. FUNCIONALIDADES DEL SISTEMA

Dentro de las funcionalidades del sistema se estudiará las redes e interfaces desarrolladas que maneja proyecto 25 y los protocolos aplicados en las mismas.

Proyecto 25 abarca seis interfaces para todo el proceso de funcionalidad del sistema: Interface de puerto de datos, interface de Host de datos, interface de CAI, interface de interconexión (PSTN), interface de Inter-System, e interface de manejo de red

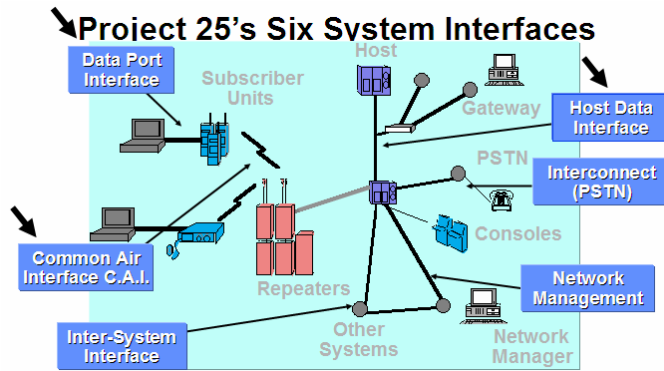


Figura. 4.10. Interfaces de Project 25

Las interfaces anteriormente mencionadas de manera funcional se hayan agrupadas en 4 unidades de interfaces globales:

- Entre el dispositivo de usuario y radio móvil: Interface A
- Entre el radio móvil y la estación base: Interface Um
- Entre la estación base y el RNC incluye el DIU: Infraestructura ASTRO
- Entre el RNC y el computador de Host: Interface Ed

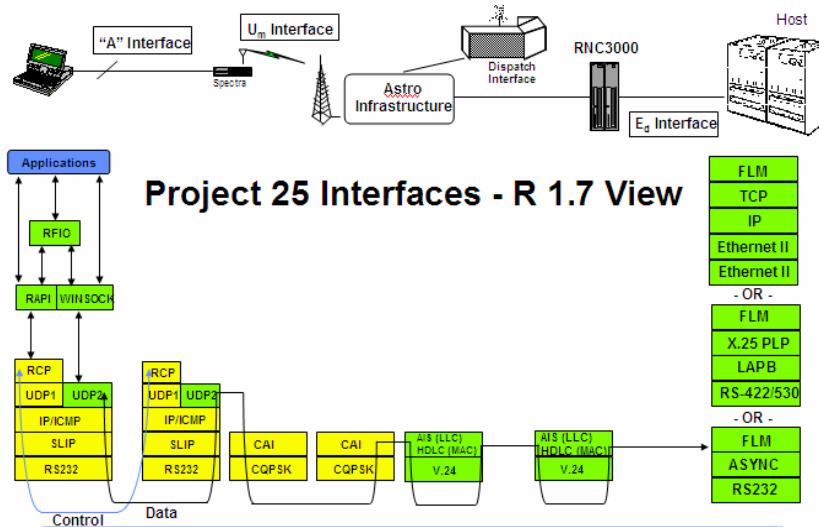


Figura. 4.11. Interfaces de Project 25- R. 1.7

De igual manera se definen las características para cada release de la plataforma ASTRO (1.7 y 3), en relación al manejo de voz, datos y la aplicación de los protocolos de comunicaciones existentes.

4.6.1. INTERFACE A

La interface “A”, permite el manejo de datos, entre el radio móvil digital y la conectividad hacia las PC robustas de visualización, en este interface se detalla los protocolos de manejo para aplicación y equipo terminal.

En la capa física se maneja conectividad con la interfaces RS232 entre equipos para el manejo de los bits; para el enlace se maneja protocolo SLIP en vínculos series de las tramas de bits, para la red se maneja los protocolos IP e ICMP de los paquetes de datos, para transporte el protocolo UDP; y para el manejo de capas superiores se utilizada los protocolos propietarios RAPI, para obtener la envoltura de RCP; y WIN SOCK para manejar los datagramas de capa inferior, esto para conectividad con la aplicación y RFIO para manejo de aplicación; es necesario recalcar que los tres últimos protocolos mencionados son desarrollados por Motorola para sus equipos de radio.

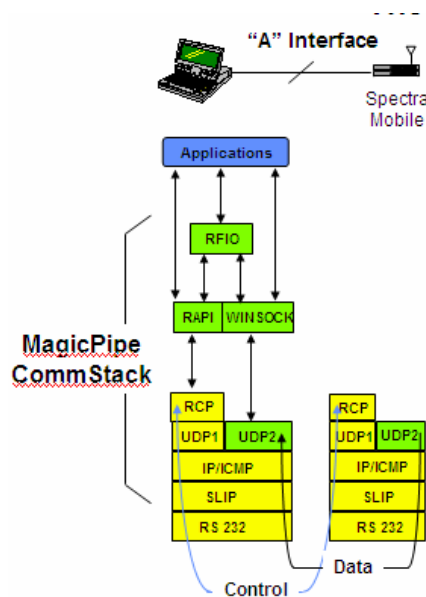


Figura. 4.12. Interface “A” de proyecto 25

Manejo de protocolos: Ambos Astro (releases 1.7 y 3.0) manejan envoltura RCP y mensajes de datos en el datagrama de UDP; de igual manera sacan el header de UDP/IP antes de pasar el paquete al CAI. El protocolo de internet de línea serie (SLIP), va a permitir la transmisión de datos a través de vínculos serie entre equipos. ICMP es usado principalmente para enviar mensajes de error, indicando por ejemplo que un servicio determinado no está disponible ó que un router ó host no puede ser localizado. RAPI y RFIO son protocolos para manejo de aplicaciones.

A través de estos protocolos la interface “A”, permite que el radio envíe los datos a través de su medio en serie a la unidad robusta, la cual visualizará en su pantalla, el detalle de las aplicaciones de software desarrolladas, con los datos requeridos.

4.6.2. INTERFACE Um

Como se observa esta interface nos permite visualizar el manejo de protocolos para conectividad vía aire, entre el radio móvil digital y las estaciones base de datos. En esta interface se manejan protocolos de capas inferiores.

En el release 3.0 las estaciones base de datos, ya poseen el manejo IP para los datos que se requiere enviar a los radio móviles. El manejo de las unidades de paquetes de datos o PDUs, incluyen la cabecera de la interfaz aire, el protocolo IP de paquetes de datos y el protocolo UDP de segmento de datos.

Se especifica la modulación multinivel CQPSK de los bits a ser enviados y el manejo de CAI de enlace para voz y datos.

Mediante estos protocolos la estación de datos recibe la información y la retransmite vía aire a los radios móviles suscritos, siendo un manejo IP de datos.

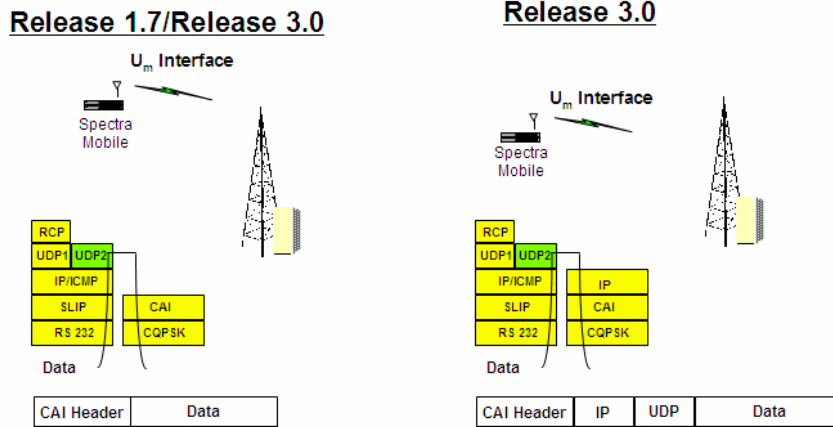


Figura. 4.13. Interface “Um” de proyecto 25. Relesase 1.7 y 3.0

4.6.2.1. CAI - Interfaz de Aire Común

De los protocolos de transmisión orientados a paquetes para voz y datos:

Para ASTRO 1.7, Proyecto 25 usa la propiedad de voz VSELP, que es una técnica de compresión de código de predicción lineal; y CAI de formato de datos.

Para ASTRO 3.0 usa CAI el estándar de codificación de voz IMBE y CAI de formato de datos, FLM e IP. ASTRO 3.0 también completa la CAI de datos "suite", agrega encriptación y 512 bytes de "MTU".

Se habilita la compartición de un canal para voz y datos y soporte de S-DSMA para la contención de administración de la voz y datos (digital). Otorga prioridad para el tráfico de voz y ayudas para prevención de "colisiones".

La operación de datos no está disponible mientras se realiza un modo scan: Se determina un registro de los móviles con RNC cuando se pone en modo scan y automáticamente las salidas examinan cuando el terminal vinculado envía un mensaje.

4.6.3. INTERFAZ DE WIRELINE

En esta interfaz tenemos el manejo de capa física vía V.24, entre los terminales del DIU, en la capa de enlace tenemos para la transición con la capa de red el protocolo AIS y para la transición hacia los medios HDLC. Se tiene manejo IP de capa de red.

Esta interface permite el despacho de información entre el controlador central y las estaciones base, distribuyendo los servicios de voz y datos.

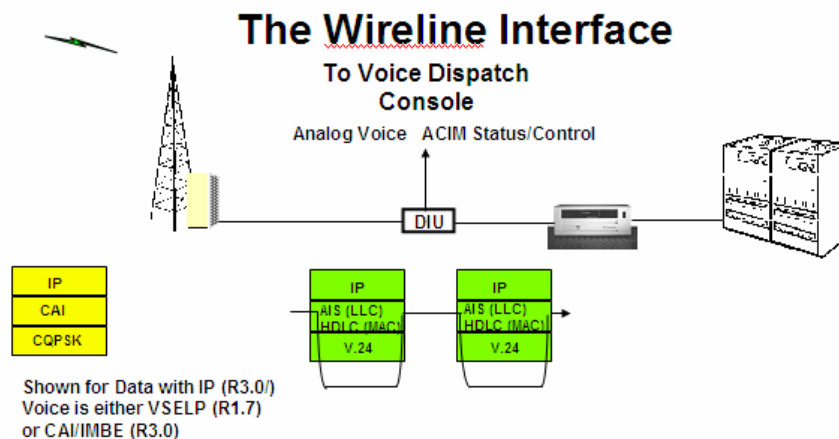


Figura. 4.14. Interface de wireline para despacho por consola

Manejo de protocolos: Voz (digital) o datos son enmarcados en HDLC en la MAC para control de acceso al medio; y para el control de enlace lógico AIS (Infraestructura de señalización Astro), proporcionando la información de estado y control. AIS y HDLC permiten un manejo de datos y respuesta al "estado" de DIU.

Se usa HDLC por permitir un control de enlace de datos de alto nivel; siendo un protocolo de alto rendimiento que permite transferencia de datos serie.

4.6.3.1. CONSOLA DE INTERFAZ DE DIU

Las consolas de interfaz para Voz y sistemas de control de datos. Para DIU se han desarrollado los siguientes interfaces:

Consola simple: Control de señalización efectuado sobre enlace digital ACIM. No utiliza señalización.

Consolas paralelas combinadas: Control de señalización de CentraCom efectuado sobre enlace digital ACIM. Las consolas paralelas usan señalización.

Consolas paralela: Es usado solamente señalización, no desarrolla enlace ACIM.

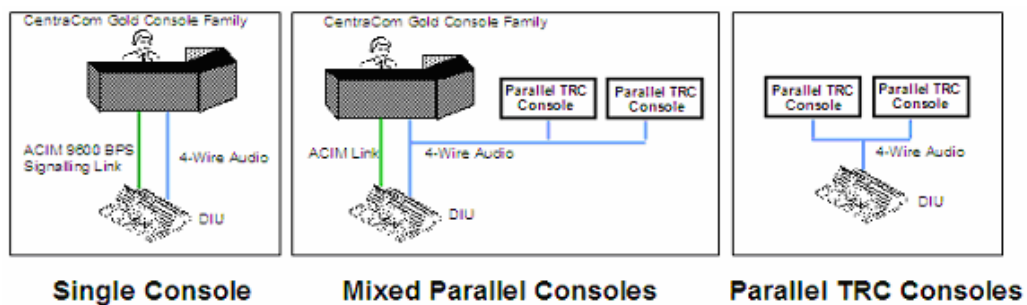


Figura. 4.15. Consolas de interfaz de DIU

4.6.4. INTERFACE “ED” DE RNC TO HOST (SR 1.7/SR 3.0)

En el caso de la interface “Ed” para el release 1.7 y 3.0; desde el RNC al HOST, el sistema se adapta a los estándares como son: Ethernet II, X.25 y ASYNC, bajo conectividad de interfaz ethernet, RS422/530 y RS232 respectivamente; donde el protocolo de formato de datos estándar de Motorola (FLM) se encuentra adaptado.

En el caso de manejo de conectividad y transporte con ethernet, se tiene los protocolos IP y TCP, y para plataforma x.25, se tiene los protocolos de manejo de red y conectividad PLP y LAPB.

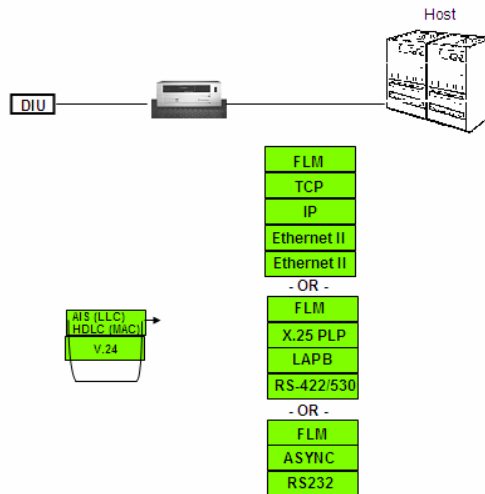


Figura. 4.16. Interface “Ed” de RNC to Host (SR 1.7/SR 3.0)

4.6.4.1. INTERFACE ED DE RNC TO HOST (SR 3.0)

En la interface “Ed” para el release 3.0 de internet, se tiene específicamente el manejo IP de una red de datos. Con la gateway de red bajo ethernet 802.3 y 802.2, el medio físico 802.3.

En esta interface el controlador de red de radio, realiza la conectividad con una red LAN, a través de la gateway de salida y por el otro lado se enlaza vía serial al DIU para salida a la estación base.

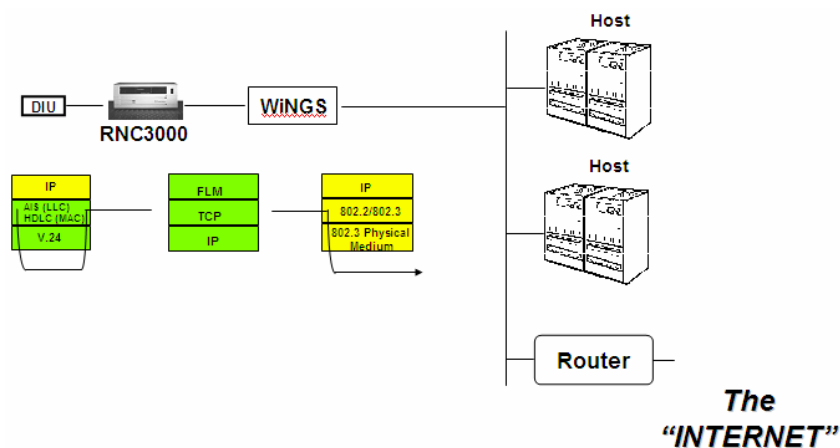


Figura. 4.17. Interface “Ed” de RNC to Host (SR 3.0)

4.7. DESCRIPCIÓN TÉCNICA

4.7.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA APCO 25

El sistema Astro posee las siguientes características técnicas de funcionamiento:

- Tiempo de establecimiento de llamada menor 300 mseg.
- Tecnología de Acceso: FDMA
- Grado de servicio: 5%
- Calidad de voz: Óptima, superior que en los sistemas analógicos
- Voz / Datos integrados: posible
- Tiempo de establecimiento de llamadas de datos:
 - Conmutación de circuitos menor 300 mseg.
 - Conmutación de paquetes menor 2 seg.
- Retardo de tránsito para datos en modo paquete orientados a conexión inferior a 500 mseg. (Paquete de 100 octetos).
- Velocidad (bruta): 9,600 Kbps
- Velocidad de datos útil: 7,200 Kbps
- Eficiencia espectral (25 KHz): 2:1
- Banda Frecuencias: VHF/UHF/800
- Es un sistema Quasi-síncrono
- Trabaja en modo directo
- Es un sistema Full Duplex
- Organismo Regulador: APCO

4.7.2. MODELO DE REFERENCIA OSI

Para asegurar su correcto funcionamiento, de manera general las redes de comunicación tienen que soportar dos aspectos fundamentales de la transferencia de protocolos, estos son:

“peer to peer” en lo que cada nivel intercambia información con su entidad peer en el extremo remoto.

Los niveles de cada ubicación quedan así autocontenidos y aislados unos de otros. Este concepto lleva a equipos (habitualmente, con un gran contenido de software) en los que cada nivel pueda ser desarrollado en teoría de una manera separada. El resultado de cualquier cambio en un nivel es transparente para los niveles superior e inferior siempre que las señales de la interfaz pasadas entre niveles permanezcan sin cambios.

Uno de los motivos principales del desarrollo del protocolo por niveles APCO fue la reutilización del nivel superior de la red. El estándar APCO define los protocolos de red hasta el nivel 4 del modelo OSI, y en su desarrollo de aplicaciones de equipo terminal, hasta capa superior. El nivel cuarto asociado exclusivamente el transporte de los paquetes.

4.7.3. PAQUETIZACIÓN DE DATOS

Los paquetes de datos Astro tienen una longitud variable con un tamaño Máximo de 512 Bytes (los Octetos).

Los mensajes más pequeños que se ponen son de 512 Bytes en los paquetes más pequeños. Los mensajes más grandes que 512 Bytes están particionados en los Paquetes Múltiples. El tamaño del mensaje máximo que puede enviarse es 2K (Inbound) y 2K (Outbound).

4.7.4. TÉCNICAS DE MODULACIÓN MULTINIVEL

Sistema Astro presenta codificación de 4 niveles y usa 2 bits por Baudio
La codificación es QPSK que es compatible con (QPSK-C) usado en sistemas de datos ASTRO.

QPSK (Transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria)

Se lo llama también en cuadratura (QPSK). Es modulación angular de amplitud constante; siendo posibles cuatro fases de salida diferentes con una sola frecuencia portadora.

QPSK presenta cuatro entradas diferentes en su transmisor, con dos bits se tiene cuatro opciones: 00,01, 10 ,11; por lo tanto los datos de entrada se combina en grupos de dos (Dibits). Cada código genera una fase diferente y por cada Dibits ocurre un solo cambio en la salida. Por lo que la razón de cambio de baudio es la mitad de la razón de bit.

El transmisor QPSK posee dos canales de manejo de bits (canal I y canal Q). Al dividirse en canal I canal Q, la tasa de bits es $f_b/2$. Por lo tanto el ancho de banda del modulador es igual a la mitad de la tasa de bits. Con QPSK se reduce el ancho de banda y la tasa de baudios se reduce a la mitad ya que solo existen cambios cada dos bits de entrada.

4.7.4.1. LAS VENTAJAS SOBRE LOS CODIFICADORES DE 2 NIVELES

Los estándares de 2 niveles FSK o las técnicas de FM Directas limitan a 1 bit por Baudio su funcionamiento, por lo que son protocolos de menor eficiencia, a continuación se muestra las modulaciones FSK y QPSK.

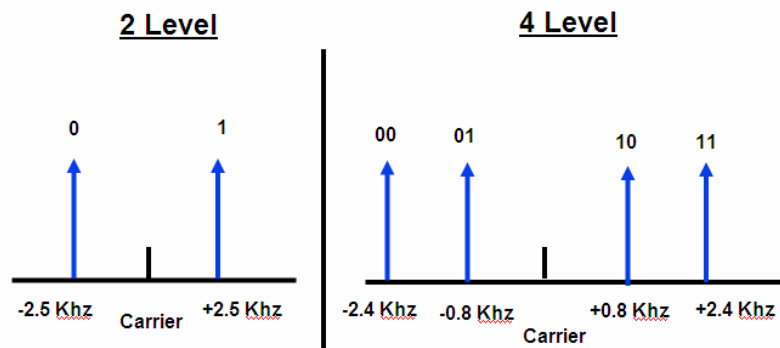


Figura. 4.19. Modulación FSK y QPSK

Las ventajas de una modulación multinivel radican en que: permiten transmitir los datos de alta velocidad sobre la banda estrecha de los canales de RF; proporcionan un incremento de la tasa o la velocidad de transmisión de datos al ancho de banda de canal RF. Por lo tanto se incrementa la capacidad de la red y se reduce los tiempos de respuesta de la misma.

4.7.5. DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DE ERRORES

Una de las características principales del protocolo APCO es la seguridad con un completo manejo de detección y corrección de errores, sean estos por fading, ruidos o interferencias de RFI.

Detección de error:

Mediante la redundancia cíclica para verificación CRC (Cyclical Redundancy Checking) de bits el sistema ASTRO desarrolla la detección rápida de errores, CRC se encuentra enmarcado dentro de los estándares de la industria para detección y corrección de errores.

Corrección del error:

La corrección de errores se lo realiza mediante los forward de corrección de errores FEC (Forward Error Correction). El sistema Astro posee este algoritmo de corrección de error inteligente avanzado. En donde por ejemplo:

- Para “ $1/2$ rate code” en la cabecera se tiene una eficiencia de 50% en la codificación
- Para “ $3/4$ rate code” sobre los datos de usuario se tiene una eficiencia de 75% en la codificación.

Beneficios:

Cuando combinamos con el flujo de datos entrelazado una tasa de FEC de 3/4 se puede totalmente corregir algún mensaje con error sobre el 24%. De igual manera permite retransmisión selectiva de mensajes incorrectos.

Impacto del forward de corrección de error:

Como la señal fuerte se degrada gradualmente alrededor del área de cobertura, el FEC incrementa la probabilidad de recibir un mensaje correcto.

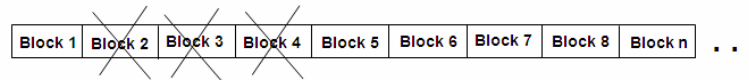
De cuyo resultado se obtiene un número reducido de reintentos a lo largo del área de cobertura; por lo tanto el área de cobertura confiable es incrementada, con el correspondiente incremento en la capacidad de la red y decremento en el tiempo de respuesta de la misma.

4.7.6. ARQ SELECTIVO

ASTRO es un Protocolo del Closed-loop. Cada mensaje requiere una respuesta positiva o el reconocimiento negativo con respecto a la entrega del mensaje.

Si un mensaje está incorrecto más allá del punto dónde el trellis FEC no puede corregir el mensaje; entonces sólo los bloques corrompidos dentro del mensaje deben ser retransmitidos (no el mensaje entero). Dentro de ello pequeños mensajes tiene menos susceptibilidad a desaparecer.

Por ejemplo: Un mensaje de 500 caracteres que tiene 3 bloques corrompidos dentro de un paquete.



- Using ASTRO - Just retransmit the blocks that were corrupted.



- Other Vendors must retransmit the entire message!



Figura. 4.20. ARQ selectivo

4.7.6.1. FLUJO DE DATOS ENTRELAZADOS

Los bits en el flujo de datos son distribuidos indistintamente; así que los bits adyacentes son separados; con ello se reduce la oportunidad de tener errores secuenciales múltiples en un paquete de datos y se incrementa la tolerancia de duración para desaparecer. FEC e interleaving pueden producir una tasa del 95% de paquetes con éxito.

A continuación se muestra un gráfico de flujo de datos entrelazados:

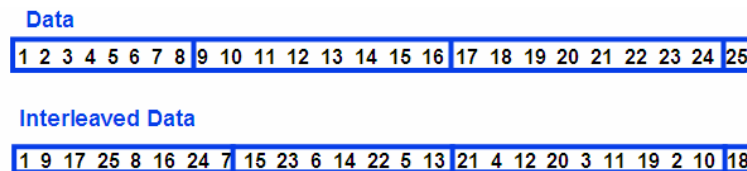


Figura. 4.21. Flujo de datos entrelazados

La secuencia de flujo de datos entrelazados se muestra a continuación:

Datos en bruto:

En la primera gráfica se observa el envío de datos en bruto, los bits 1,5, 9 y 11 están corrompidos, existiendo 2 bits de error por byte, con la correspondiente pérdida de información final, al ser destruidos los bytes con error (byte 1 y 2).

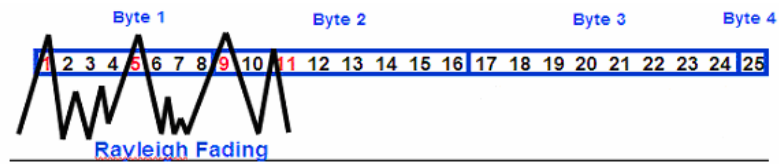


Figura. 4.22. Gráfica de envío de datos en bruto

Cuando se usa el entrelazado de datos de ASTRO, solamente se tiene un error por byte, los mismos que no son destruidos:

Interleaved Data:

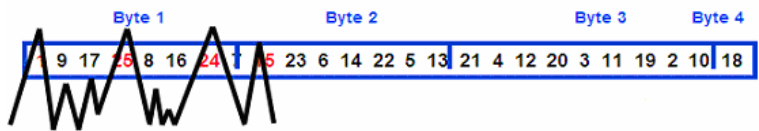


Figura. 4.23. Gráfica de interleaved data

Result:

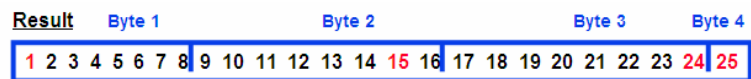


Figura. 4.24. Gráfica de resultados con un error por byte

4.7.7. CANALES DE CONTROL Y TRÁFICO

4.7.7.1. MANEJO DEL CANAL DE ACCESO

El RNC3000 maneja la prioridad entre los mensajes de datos (host realiza el reconocimiento de los mensajes entrantes). RNC atiende a los mensajes en el orden de su recepción, pero otorga prioridad al reconocimiento de los mensajes entrantes.

DIU maneja la prioridad entre el tráfico de voz de consola y tráfico de datos del RNC3000. El tráfico de voz originado en consola tomará la prioridad sobre cualquier mensaje de datos, y puede interrumpir un mensaje de datos.

4.7.7.2. MANEJO DEL CANAL DE ENTRADA

El Canal de entrada es como una calle principal que no tiene una señal de pare o luz. Como la cantidad de tráfico en la calle se incrementa también el número de colisiones.

Un efectivo método de contención del canal de entrada permitiría:

- Reducir el número de mensajes que chocan
- Reducir la cantidad de tráfico adicional en el canal de entrada que es debido a retransmisiones
- Produciría un tiempo de respuesta rápido
- Aumenta el número máximo de usuarios activos sobre el canal

Todo ello se consigue con un Slotted Digital Sense Multiple Access (S-DSMA). En donde los bits ocupados son colocados en el canal de salida de alerta de usuario al status del canal de entrada con un 81.5% de eficiencia máxima teórica.

4.7.7.2.1. MANEJO DEL CANAL DE ACCESO CON (S-DSMA)

Cada móvil entra a un sistema de chequeo del estado de los bits S-DSMA antes de comenzar la transmisión de datos.

El móvil no comenzará una transmisión de datos si se da cuenta de la condición ocupada de S-DSMA sobre la frecuencia de datos de salida. El status de los bits es fijo, para cualquier mensaje de voz digital entrante o datos entrantes. S-DSMA previene la

Para el manejo de este canal se pueden presentar tres posibilidades de funcionamiento: Datos de entrada, ningún dato de salida, entrada de voz con salida de datos, entrada de datos con salida de datos

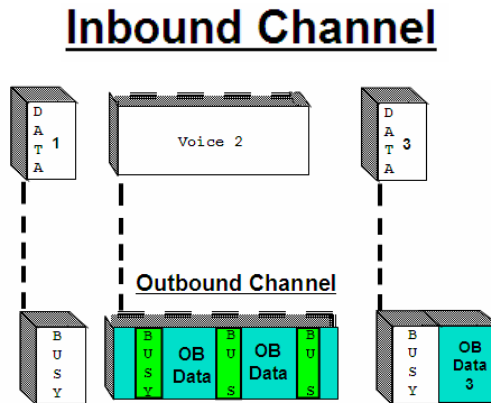


Figura. 4.26. Manejo del canal de entrada y salida

4.8. DESEMPEÑO DE DATOS

Una vez realizado un análisis del protocolo APCO 25, y las tecnologías de voz/datos integrados y datos dedicados; y ante las necesidades de tráfico de datos, usuarios y capacidad de manejo de datos, **la tecnología elegida para el proyecto en curso es a partir de una red de datos dedicados con alto desempeño, sobre protocolo APCO 25.**

4.8.1. RED DEDICADA DE DATOS

Para sistemas con requerimiento de alta capacidad y velocidad de transmisión de datos. Eso significa tiempos de respuesta más rápidos en aplicaciones que manejan transacciones en forma intensiva. Ello conlleva también una capacidad superior para apoyar las aplicaciones actuales de ciclo pesado y el crecimiento futuro.

Operación de redes en el Protocolo de Internet (IP) para facilitar la extensión inalámbrica de la red empresarial ofreciendo el enrutamiento de mensajes a través de IP entre sistemas LAN principales y redes inalámbricas.

Tecnología para la detección y corrección de errores y para el acuse de recibo automático de mensajes garantiza tanto la entrega fiable de los mensajes como su integridad. En resumen, una solución dedicada móvil para datos es la elección correcta para necesidades críticas de datos móviles cuando el mensaje necesita circular, y en forma rápida.

4.8.2. MODOS DE VOZ Y DATOS

Una de las razones para haber seleccionado un sistema dedicado es por la capacidad de manejo de datos, como se muestra en la figura a continuación:

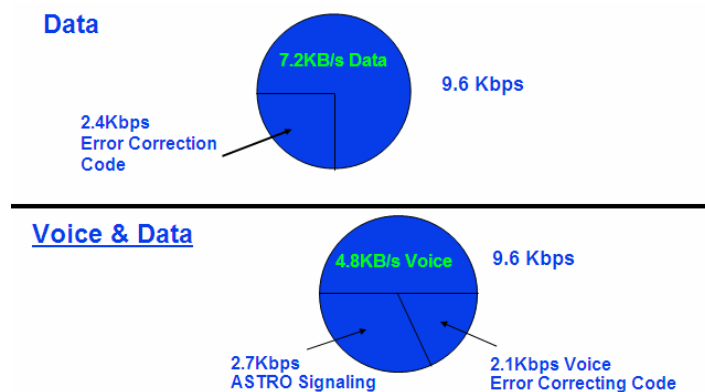


Figura. 4.27. Capacidad de los modos de voz y datos

Cuando se trabaja en un modo solo datos se tiene que de una capacidad de 9.6 Kbps, esta se haya distribuida en 7.2 KB/s para datos y 2.4Kbps para código de corrección de error.

Cuando se trabaja en un modo voz y datos se tiene que de una capacidad de 9.6 Kbps, esta se haya distribuida en 4.8 KB/s para voz, 2.7Kbps para señalización Astro y 2.1Kbps para código de corrección de error.

4.8.3. CAI DE DATOS (CAPA 2)

Dentro del host fijo o el terminal móvil, un mensaje de datos se construye. Los fragmentos de datos del terminal móvil no son más grandes que 512 bytes; incluyendo cualquier overhead pasado abajo de las capas más altas. Se muestra el CAI de datos del sistema ASTRO en la figura siguiente.

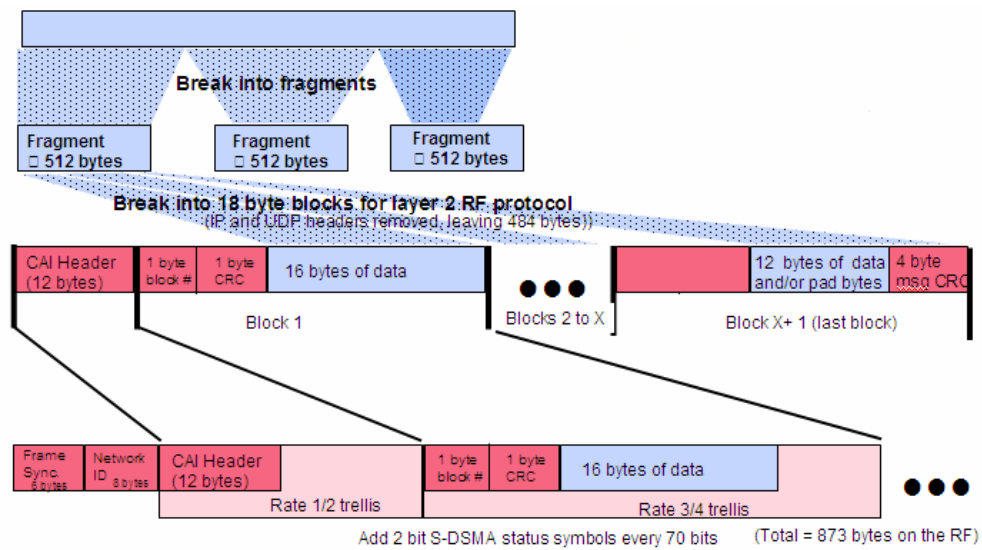


Figura. 4.28. CAI de datos

4.8.4. RENDIMIENTO Y TIEMPO DE TRANSMISIÓN DE MENSAJES

Para evaluar y disponer de los canales para una red de datos, el diseño más óptimo se basaría en un estudio de tráfico, para observar el rendimiento de la transmisión.

Pero surge un inconveniente, un sistema de flujo de tráfico de datos es estadísticamente complejo. El requisito de tráfico de cada cliente es diferente. La entrada y salida de mensajes afecta de uno a otro.

Existen para este inconveniente dos soluciones posibles:

- 1.- Uso generalizado de perfiles de mensajería de usuario que aproximan un sistema de datos real del cliente.
- 2.- Análisis de único perfil de mensajería vía modelos de contención de paquete. Computador de simulación y predicción de tráfico de red.

Un ejemplo del análisis de perfil de usuario se tiene a continuación (se especifica un modelo de contención de paquete).

<u>OUTBOUND MESSAGES</u>			<u>INBOUND MESSAGES</u>		
Message Type	User Bytes per Message	Number of Messages/Hr per Terminal	Message Type	User Bytes per Message	Number of Messages/Hr per Terminal
Terminal Alert	20	3	Log In/Alert Response Message	40	3
Short Status	39	2	Status Update - Short	60	1
Work Order Update	50	0.5	E-Mail	70	0.3
E-Mail	110	0.3	Work Order Close Detail	150	0.5
Work Order Detail 1	190	0.5	Status Update - Long	230	0.5
Work Order Detail 2	285	0.5	System Detail Query	300	0.25
System Detail Upload	400	0.25	Daily Log Summary Download	400	0.12

Number of
Terminals
100

Figura. 4.29. Ejemplo del análisis de perfil de usuario

4.8.5. COBERTURA RF

Para realizar un buen diseño de cobertura, este depende del desempeño de los requerimientos de mensajes, para ello es necesario considerar:

Perfil de mensaje: los mensajes más largos requieren un sistema de mayor margen de rendimiento.

Requerimiento: (Capacidad) y tiempo de respuesta.

Un plan de mensajería: de cliente puede requerir un gran margen de diseño RF

4.9. ADHERIR DATOS AL SISTEMA ASTRO

La adherencia de datos a un sistema ASTRO tiene tres elementos básicos y actuantes:

- Software de aplicación (diseño y desarrollo)
- Análisis del rendimiento de datos
- Cliente puede actuar como integrador, o puede tener un tercer participante

Actualmente ASTRO system y como se estudio durante el desarrollo de este capítulo, posee la facultad de servir de plataforma para un sistema de datos confiable, de alta capacidad y rendimiento; esto se lo hace mediante:

- Activación de las opciones de datos para radios.
- Conectividad de red y RF con un RNC 3000.
- Para la capacidad de IP, se agrega un Wireless Network Gateway (WINGs).
- Software y versiones de hardware para cada elemento del sistema.
Instalación de puertos FlashPort y un “upgrade” como requerimiento: Panel de Com II para DIUs.
- Instalación de nuevo hardware de datos: Opciones de datos para radios, Terminales de datos (Forte, MW520, u otras opciones), RNC 3000, WINGs.
- Requerimiento de cambios en la programación MRSS (para configuración de los radios a datos)

4.9.1. CARACTERÍSTICA DE LA PLATAFORMA ASTRO 25 DEDICADA QUE SERÁ UTILIZADA EN ESTA TESIS

ASTRO 25 de Motorola con datos de alto desempeño es la plataforma escogida para el diseño de la red de datos; este es el primer sistema de datos inalámbricos en transmitir 9,6 kbps de datos en la actual banda privada de frecuencia de radio. El nuevo sistema inalámbrico de Motorola opera tanto en el espectro de 700 MHz como en el de 800 MHz y utiliza las asignaciones de canales de 25 kHz estándares con una cobertura móvil similar a los sistemas de voz de 800 MHz.

ASTRO 25 con datos de alto desempeño está diseñado para satisfacer las necesidades especiales y urgentes de las redes privadas de datos en entidades de servicio.

La red de ASTRO 25 con datos de alto desempeño es una solución basada en IP que permite a las aplicaciones tradicionales de escritorio extenderse fácilmente en el campo. Esto aumenta la esfera de información del usuario, aprovechando las aplicaciones de software existente y ampliando el alcance de Intranet e Internet para trabajadores móviles.

El núcleo de la red de datos de alto desempeño es la base para servicios de banda amplia que operan en los canales de banda amplia de 800MHz. ASTRO 25 con datos de alto desempeño sienta las bases para la transición a aplicaciones de datos de banda amplia de alta velocidad, tales como video digital.

4.10. SEGURIDAD EN APCO

Las acciones policiales y los escenarios en que se desarrollan requieren que sus sistemas de comunicaciones cumplan con los principios básicos de seguridad como son la confidencialidad, la integridad, la autenticidad y un cuarto aspecto externo a los sistemas de comunicaciones como tales, pero de igual trascendencia como es la confiabilidad.

La integración de la seguridad es una de las características que ha venido siendo esencial para los sistemas de comunicaciones móviles modernos. Desde hace unos años, los sistemas de comunicaciones analógicos han sido, y son cada vez más, objetos de todo tipo de amenazas y ataques, que van desde las escuchas clandestinas pasivas hasta los intentos de suplantación de identidades de usuarios; pero en los sistemas digitales se han

incrementen en gran medida estos problemas, por ello la seguridad se ha convertido en aspecto fundamental en el desarrollo de cualquier tecnología de comunicaciones.

Dentro de los sistemas digitales estandarizados por APCO, la seguridad es muy importante ya que el principal grupo de usuarios son las organizaciones de seguridad pública, siendo esto para las organizaciones un requisito indispensable. APCO para tal objetivo ha integrado un gran número de funciones de seguridad, lo que ha posibilitado la obtención de niveles de seguridad muy altos en sus sistemas.

Por las razones expuestas es necesario que el sistema a diseñar, cumpla con una serie de exigencias de seguridad, y es por ello que a continuación se detalla la seguridad ofrecida por APCO para manejo de datos.

4.10.1. PRESTACIONES DE SEGURIDAD

El diseño y la especificación de las prestaciones de seguridad en APCO se pueden calificar de estructurado y abierto.

Estructurado:

Para permitir la máxima flexibilidad en la aplicación final de las diferentes prestaciones. Con este objetivo APCO formó el grupo de seguridad que desarrolló la especificación con los requisitos de seguridad definidos por diferentes grupos representativos de usuarios de seguridad pública. El resultado es las especificaciones TIA-102.AACB sobre protocolo OTAR de encriptación y TIA/EIA-102.AAAA-A sobre seguridad de encriptación DES, en las que se definen todas las prestaciones de seguridad proporcionadas por el sistema APCO.

Abierto:

Desde el inicio estaba claro que se debía utilizar un diseño abierto para reservar los beneficios propios de un estándar y para garantizar que la seguridad de APCO se basara en la robustez de los mecanismos diseñados y no en el hecho, por otra parte fácilmente

vulnerable, de que las especificaciones de seguridad sean secretas como ocurre con la mayoría de sistemas cerrados.

4.10.2. MECANISMOS DE SEGURIDAD

Estas son funciones autosuficientes independientes que intentan lograr un objetivo de seguridad específico como confidencialidad de la información y autenticación de usuarios. Los mecanismos de seguridad son la parte principal de un sistema de comunicaciones encaminada a brindar seguridad. Los mecanismos de seguridad integrados en APCO son:

- Autenticación mutua en el interfaz aire.
- Encriptado en el interfaz aire (Air interface encryption).
- Encriptado extremo a extremo (End to end encryption).
- Habilitación y deshabilitación de seguridad de terminales.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS TÉCNICO DE TRÁFICO, COBERTURA Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

5.1. INTRODUCCIÓN

La mejor manera de describir la estructura de una red de comunicaciones es considerando varias capas interconectadas:

Capa de radio: La arquitectura de radio la definiremos de acuerdo a los requisitos de tráfico y a la disponibilidad de frecuencias.

Capa de transporte intersitio: Generalmente esta capa es denominada como de conmutación, lo que significa que tiene como elemento principal un conmutador, sin embargo, la red a diseñar no tiene como elemento fundamental en esta capa un conmutador, por esta razón se le ha denominado como capa de transporte intersitio y es aquella que proporciona el enlace entre las distintas células dentro de la red, y se usa para realizar el encaminamiento de las llamadas y las prestaciones de gestión de movilidad.

Capa de gestión de red: Permite la configuración del equipo y la supervisión de la operación de la red.

En este capítulo se estudiará exclusivamente la capa de radio y se comenzará a estudiar la capa de transporte intersitio; para culminar el estudio en el capítulo seis con la gestión de red.

5.2. CAPA DE RADIO

La primera tarea en el diseño de la red es la estructuración de la capa de radio, quizá esta es la más importante para un correcto funcionamiento del sistema, ya que en esta se definen entre otras cosas: las células que cubrirán el área geográfica, las ubicaciones de las estaciones repetidoras, la topología de la red, la asignación de frecuencias, el estudio del tráfico y cobertura.

5.2.1. ÁREA GEOGRÁFICA Y SITIOS DE REPETICIÓN

El área a cubrir con el sistema de radio inicialmente es el Distrito Metropolitano de Quito que por su extensión vendría a constituirse en una red de tipo regional multisitio; sin embargo, definiremos a esta cobertura como nuestro objetivo principal sin descuidar la posibilidad que podamos cubrir un área mucho mayor, considerando que para la configuración de la red se mantendrá el esquema de sectorización con que ha venido trabajando la Policía Nacional esto es dividir a la ciudad en tres sectores:

- Sector norte
- Sector centro
- Sector sur

Por lo cual cada uno de éstos sectores se constituirán en una célula dentro del sistema. La selección de los sitios de repetición para cada una de estas células se realizará dependiendo del estudio de las coberturas que se realizará más adelante, razón por la cual definimos los siguientes sitios alternativos de repetición: Pichincha, Puengasí, Cruz Loma, Atacazo y Condorcocha (en el análisis de cobertura se definirá los sitios a ser utilizados).

Es condición para el diseño la **utilización de la infraestructura existente de propiedad de la Policía Nacional**, ya que minimiza en gran medida la inversión económica para su implementación.

Para cualquier diseño aspectos importantes para la selección de los sitios de repetición son: vías de acceso, disponibilidad de energía eléctrica y respaldo de energía, etc. **Sin embargo, el criterio a prevalecer para la selección es la cobertura que puedan ofrecer.**

El estudio del área geográfica, tráfico y los sitios de repetición se lo hará más adelante en este mismo capítulo.

Arquitectura celular

Se define a una célula de radio como la superficie terrestre continua en la cual cualquier terminal puede desplazarse y encontrarse de forma permanente dentro del rango de radio frecuencia de una estación base determinada.

Cada estación base dispone de una serie de radio canales, cada canal usando una pareja de frecuencias. Se usan diferentes grupos de canales en células adyacentes según la configuración de reutilización de frecuencias. La cobertura celular se aplica a situaciones en las que la mayoría de comunicaciones son locales, a fin de optimizar el uso de diferentes frecuencias en la red. Como se muestra en la figura 5.1.

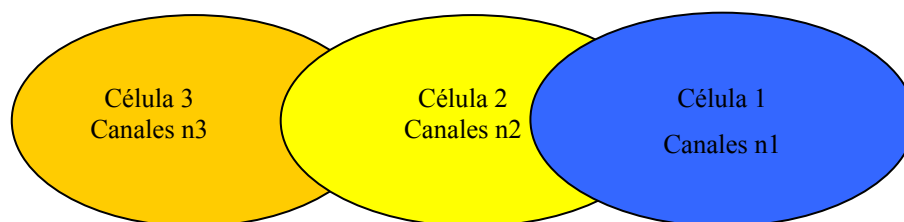


Figura. 5.1. Cobertura celular, cada estación base usa un grupo de frecuencias diferentes

5.2.2. ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

La planificación de frecuencias es parte importante de la ingeniería de radio y están íntimamente relacionadas, la planificación de frecuencias necesita ser optimizada en función de los parámetros del usuario.

La asignación y uso de frecuencias se hará por grupos. Se tiene 880 canales radioeléctricos que pueden ser asignados y distribuidos en el territorio asignado.

Dentro de este contexto es crítica la eficiencia espectral y la minimización de interferencias de repetidoras adyacentes, para lo cual el sistema en estudio tendrá las siguientes características:

- Un canal con espaciamiento de 25 KHz.
- La banda de frecuencia estará en los 800 MHz, la banda específica **se omite en este estudio por motivos de seguridad.**

El CONATEL a través de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SNT) a autorizado y asignado a la Policía Nacional en su plan de frecuencias, la banda de 800 MHz, precisamente concebida para el servicio en las provincias de Pichincha y Guayas.

Bases para la Distribución de Frecuencias en el Territorio Nacional:

- Una separación mínima entre grupos de canales de 250 KHz y 1 MHz entre canales de un mismo grupo, para la asignación de frecuencias en una misma zona para Sistemas Troncalizados con tecnología analógica.
- Una separación mínima entre grupos de canales de 125 KHz y 25 KHz entre canales del mismo grupo, para la asignación de frecuencias en una misma zona para Sistemas Troncalizados con tecnología digital.

5.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

5.3.1. INTRODUCCIÓN

Para el cálculo del número de canales a ser usados, se deben considerar el número de usuarios por unidad de área, el volumen de tráfico generado por usuario, las condiciones de hora pico y el área de cobertura, pero estos factores están propensos a cambios, por lo que no se puede hacer una predicción exacta del volumen de tráfico. Muchas de las radio bases son diseñadas para un determinado número de usuarios, lamentablemente se han dado casos de congestión ó sobre-dimensionamiento por los factores mencionados anteriormente.

Conociendo éstos antecedentes se puede estimar un tráfico esperado para el área que se requiere dar cobertura, lo que nos indicará el número posible de canales necesarios. Se debe también estimar una capacidad mínima en la cual se incluya a los usuarios de roaming, y de horas pico.

Esta estimación de tráfico debe ir de la mano con la capacidad de la red de transmisión para que ésta no se convierta en el cuello de botella.

El dimensionamiento de la red será diseñada usando “estadísticas de servicio de asistencia vía radio” realizado en los estamentos de la Policía Nacional. A partir de esto se determinará el tráfico esperado por usuario, proyectándolo hacia el manejo de tiempo de datos y funcionamiento del software de aplicación.

La teoría de tráfico tiene por objeto predecir el comportamiento del tráfico que tendrá el sistema, basándonos en métodos estadísticos desarrollados para modelar matemáticamente las características del sistema.

5.3.2. DEFINICIÓN DE PARÁMETROS

En primer lugar es muy importante definir el período de tiempo en que se realiza la estimación (para nuestro caso durante qué hora del día). Nos estamos refiriendo a la hora de mayor o máximo tráfico de comunicación en el sistema. Este es el momento en que los

usuarios incurren la mayor demanda de los recursos del sistema. A este período se lo denomina como Período de Hora Pico de Tráfico (Peak Busy Hour) (Hp).

Toda estimación de cálculo de tráfico para que pueda ser considerada como válida debe ser llevada a cabo durante este período de tiempo.

La probabilidad de encontrar congestión es un parámetro muy importante en la predicción del tráfico, si se esperan condiciones de congestión en el sistema troncalizado, lo más probable es que se presente durante la hora pico, de ahí su importancia en el diseño.

Por lo tanto este diseño se manejará bajo la opción de dimensionar el sistema para que éste maneje la carga de tráfico de la hora pico, teniendo presente el criterio de varios diseñadores de éste tipo de sistema, quienes por experiencia manifiestan que aún con un sistema bien diseñado se espera que durante las horas pico más ocupadas se presenten momentos de congestión en los que los intentos de llamadas encontrarán un bloqueo. El **grado de servicio (GOS)** expresa la probabilidad de encontrar congestión durante la hora pico.

Es importante identificar claramente varios conceptos que nos permitirán interpretar correctamente el estudio del tráfico. Así tenemos el tiempo de duración de llamada o holding time (**H**). El holding time está constituido por la suma de los siguientes tiempos:

- Tiempo desde que se presiona el PTT en un terminal de radio
- Tiempo en que es asignado un canal de voz
- Tiempo utilizado en la transmisión e intercambio de mensaje
- Tiempo de desconexión de la llamada.

Este tiempo es de vital importancia para los sistemas que poseen un sistema de cola de espera, tal como es el caso del sistema de comunicaciones a diseñar. Un sistema de este tipo se dice ser un sistema que maneja el tráfico ofrecido al mismo sin bloquear las llamadas del sistema por lo que conforma el modelo de tráfico conocido por su nombre en inglés como non blocking Erlang C model.

Otros parámetros importantes a determinar son:

- El promedio de llamadas por usuario durante la hora pico o de máximo tráfico (**R**).
- El porcentaje de usuarios activos a la hora pico de tráfico.

En base a encuestas realizadas por oficiales de policía de la DINACOM (**Anexo 1 y 2**) se desarrollará el primer estudio de tráfico, con el objeto de tener una apreciación más real, están dirigidas al personal que trabaja como operadores en la Central de Radio Patrullas y al personal que realiza patrullaje tanto vehicular como a pie.

La primera encuesta está dirigida a establecer con mejor criterio la hora pico, cabe indicar que esta encuesta fue realizada **durante los días jueves, viernes y sábados que son los días en que el tráfico aumenta considerablemente** en comparación con los demás días, mientras que la segunda está dirigida a establecer el tiempo de duración de llamada y el promedio de llamadas por suscriptor durante la hora pico.

5.3.3. ESTIMACIÓN DE LA HORA PICO

La intensidad del tráfico varía irregularmente a lo largo del año y no es frecuente que las cargas más altas se produzcan en los mismos días de una semana a otra y peor todavía de una año a otro, podemos afirmar sin lugar a dudas que el tráfico es de naturaleza aleatoria; sin embargo en nuestro caso se puede observar cierta consistencia ya que, generalmente hay más tráfico de jueves a sábado. También se puede encontrar cierta consistencia en cuanto a las horas durante un día normal de trabajo, esto contrariamente a lo que manifiesta la recomendación de la UIT-T E.492, donde se indica que las intensidades bajas aparecen casi siempre los fines de semana u otros días festivos.

Observando la variación de un día cualquiera se nota que cierto período de tiempo (1 hora) es el que muestra la mayor lectura, este es el objetivo de nuestra medición. A pesar de todas estas consideraciones, se puede obtener resultados lo suficientemente adecuados para ser tomados en cuenta como base de nuestro diseño.

Los resultados recogidos se muestran en las siguientes tablas (se han aproximado los datos decimales para obtener datos enteros):

SITIO NORTE				
Determinación de la hora pico				
Hora	Número de llamadas			Promedio de llamadas
	Jueves	Viernes	Sábado	
24H00 a 01H00	31	36	100	56
01H00 a 02H00	8	20	112	47
02H00 a 03H00	2	19	86	36
03H00 a 04H00	0	15	42	19
04H00 a 05H00	0	12	29	14
05H00 a 06H00	8	16	10	11
06H00 a 07H00	23	28	24	25
07H00 a 08H00	40	42	18	33
08H00 a 09H00	86	89	26	67
09H00 a 10H00	105	101	38	81
10H00 a 11H00	125	129	50	101
11H00 a 12H00	113	98	53	88
12H00 a 13H00	103	111	41	85
13H00 a 14H00	83	88	23	65
14H00 a 15H00	77	75	44	65
15H00 a 16H00	53	57	59	56
16H00 a 17H00	21	32	75	43
17H00 a 18H00	23	28	41	31
18H00 a 19H00	47	50	23	40
19H00 a 20H00	59	63	29	50
20H00 a 21H00	37	44	35	39
21H00 a 22H00	28	41	38	36
22H00 a 23H00	19	64	44	42
23H00 a 24H00	26	98	59	61



 	<p>Número mayor de llamadas en un día</p> <p>Promedio mayor de llamadas en los tres días</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla. 5.1. Resultados de la encuesta (Determinación de la hora pico, sitio norte)

SITIO CENTRO				
Determinación de la hora pico				
Hora	Número de llamadas			Promedio de llamadas
	Jueves	Viernes	Sábado	
24H00 a 01H00	33	42	116	64
01H00 a 02H00	17	27	141	62
02H00 a 03H00	5	24	102	44
03H00 a 04H00	7	16	59	28
04H00 a 05H00	3	9	36	16
05H00 a 06H00	11	21	17	16
06H00 a 07H00	27	40	24	30
07H00 a 08H00	51	55	28	45
08H00 a 09H00	79	84	42	68
09H00 a 10H00	87	100	59	82
10H00 a 11H00	143	146	98	129
11H00 a 12H00	110	147	62	106
12H00 a 13H00	114	117	63	98
13H00 a 14H00	78	94	17	63
14H00 a 15H00	86	77	25	63
15H00 a 16H00	49	60	21	43
16H00 a 17H00	24	42	18	28
17H00 a 18H00	18	31	17	22
18H00 a 19H00	35	57	29	40
19H00 a 20H00	43	61	23	45
20H00 a 21H00	44	55	37	45
21H00 a 22H00	36	40	45	40

22H00 a 23H00	27	68	63	53
23H00 a 24H00	25	102	105	77

Tabla. 5.2. Resultados de la encuesta (Determinación de la hora pico, sitio centro)

SITIO SUR				
Determinación de la hora pico				
Hora	Número de llamadas			Promedio de llamadas
	Jueves	Viernes	Sábado	
24H00 a 01H00	27	48	119	65
01H00 a 02H00	11	26	116	51
02H00 a 03H00	4	10	95	36
03H00 a 04H00	7	9	48	21
04H00 a 05H00	1	6	13	7
05H00 a 06H00	4	18	16	13
06H00 a 07H00	28	34	22	28
07H00 a 08H00	36	51	27	38
08H00 a 09H00	79	96	39	71
09H00 a 10H00	91	114	49	85
10H00 a 11H00	120	139	78	112
11H00 a 12H00	118	100	69	96
12H00 a 13H00	100	115	58	91
13H00 a 14H00	44	90	41	58
14H00 a 15H00	68	66	39	58
15H00 a 16H00	41	41	26	36
16H00 a 17H00	37	35	10	27
17H00 a 18H00	20	21	19	20
18H00 a 19H00	43	67	41	50
19H00 a 20H00	41	56	20	39
20H00 a 21H00	44	38	14	32
21H00 a 22H00	36	25	80	47
22H00 a 23H00	21	114	76	70
23H00 a 24H00	29	100	91	73

Tabla. 5.3. Resultados de la encuesta (Determinación de la hora pico, sitio sur)

RESULTADOS ESTADÍSTICOS:

La figura muestra la variación, hora por hora, durante los tres días en cada uno de los sitios para la Central de Radio Patrulla, en los tres sectores.

SECTOR NORTE:

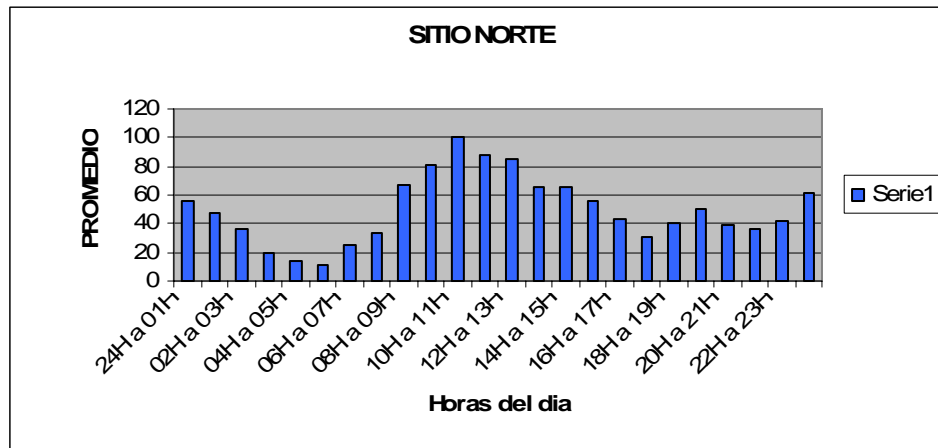


Figura. 5.2. Gráfica de resultados de la encuesta sitio Norte

SECTOR CENTRO:

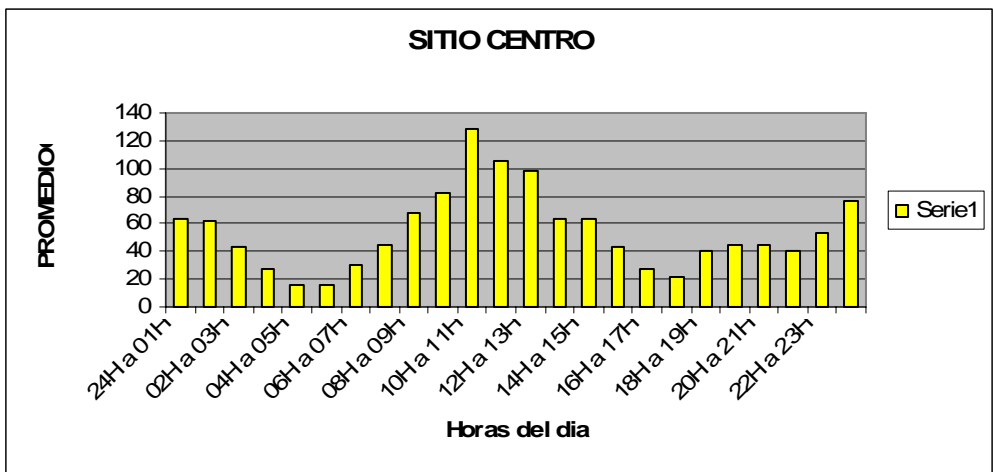


Figura. 5.3. Gráfica de resultados de la encuesta sitio Centro

SECTOR SUR:

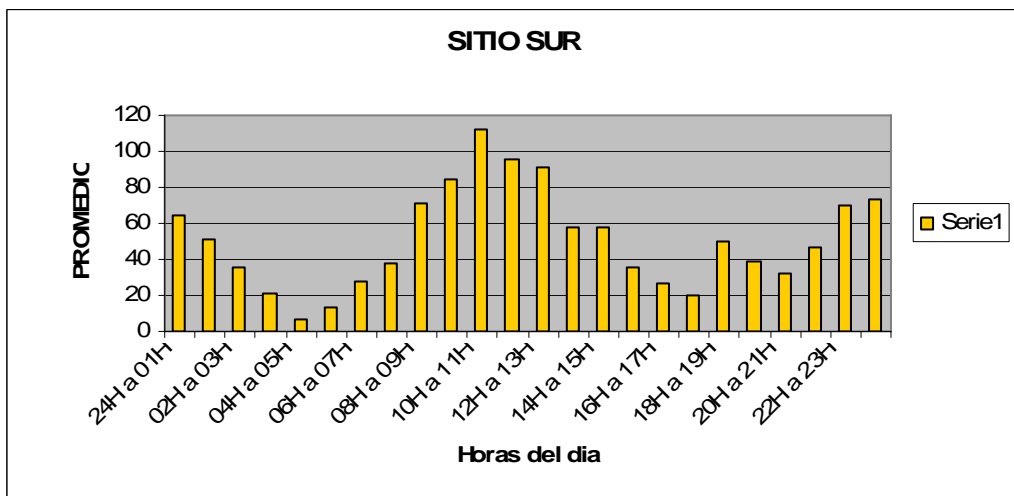


Figura. 5.4. Gráfica de resultados de la encuesta sitio Sur

RESULTADOS TOTALES:

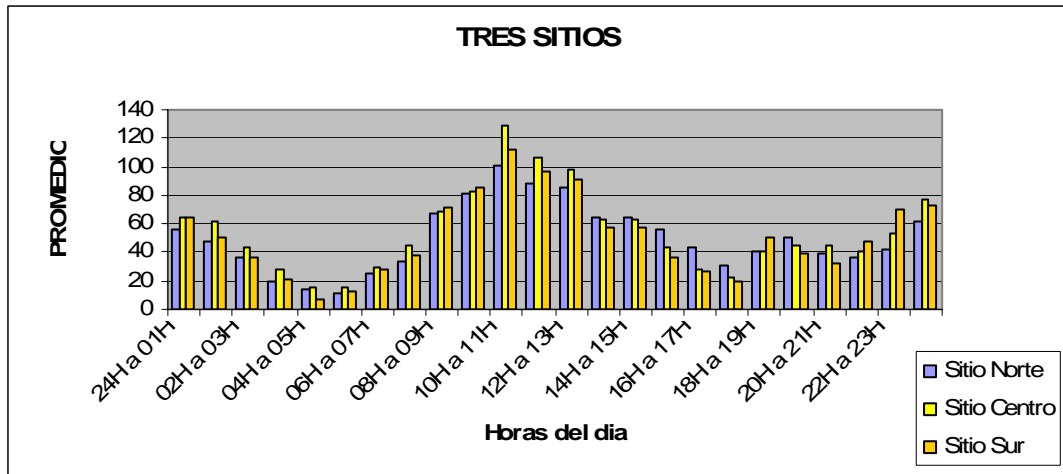


Figura. 5.5. Variación hora a hora del tráfico en los tres sitios

Se puede observar que las variaciones anteriores son razonablemente regulares y mantienen un patrón en los tres sitios; sin embargo, se presentan picos de tráfico impredecibles provocados por actividades y factores como:

- Clima
- Eventos deportivos
- Eventos y espectáculos públicos
- Manifestaciones y concentraciones
- Desastres naturales, etc.

5.3.4. ESTIMACIÓN DEL TIEMPO PROMEDIO DE DURACIÓN DE LAS LLAMADAS

Una vez conocida la hora pico, se medirá el promedio de llamadas por usuario durante esta hora, y el tiempo de duración de las mismas.

SITIO NORTE		
Usuario N°	Promedio de llamadas (R)	Promedio de tiempo de duración de las llamadas (H) (seg.)
1	5	16
2	4	11,75
3	6	16,17
4	4	20,75
5	2	12
Promedio final	4,2	15,33

Tabla. 5.4. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H para el sitio norte)

SITIO CENTRO		
Usuario N°	Promedio de llamadas (R) por suscriptor	Promedio de tiempo de duración de las llamadas (H) (seg.)
1	7	16
2	3	10
3	4	15,25
4	4	17,25
5	6	18,83
Promedio final	4,8	15,46

Tabla. 5.5. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H para el sitio centro)

SITIO SUR		
Usuario N°	Promedio de llamadas (R) por suscriptor	Promedio de tiempo de duración de las llamadas (H) (seg.)
1	4	14,25
2	5	12,60
3	6	17,67
4	5	18,20
5	1	7
Promedio final	4	13,94

Tabla. 5.6. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H para el sitio sur)

RESULTADOS:

	HORA PICO (Hp)	Promedio de llamadas (R) por suscriptor	Promedio de tiempo de duración de las llamadas (H) (seg.)
SECTOR NORTE	10H00 a 11H00	4,2	15,33
SECTOR CENTRO	10H00 a 11H00	4,8	15,46
SECTOR SUR	10H00 a 11H00	4	13,94
PROMEDIO	10H00 a 11H00	4.33	14.91

Tabla. 5.7. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H) y promedio de sitios

Por lo tanto tenemos que:

$H_p = 10H00$ a $11H00$

$H = 14,91 \approx 15$ seg.

$R = 4,33 \approx 4$ usuarios/hora

Se asumirá que un 80% de los usuarios normalmente afiliados a cada sitio se encontrarán activos durante la hora pico en el sistema.

5.3.5. TRANSITO DE MENSAJES Y DATOS

Problemas:

Un sistema de flujo de tráfico de datos es estadísticamente complejo de ser dimensionado. El requisito de tráfico de cada cliente es diferente. La entrada y salida de mensajes afecta directamente a quien hace el pedido y a quien lo envía. En la policía Nacional no se tiene un análisis y sistemas de tráfico de datos, en razón que su sistema es netamente para servicio de voz.

Soluciones:

1.- Uso generalizado de perfiles de mensajería de usuario que aproximan un sistema de datos real del usuario. En el caso del planteamiento de esta tesis, se hizo un perfil a partir de una aproximación de tiempo de duración de envío y recepción de información; que se genera en el sistema TETRA (trunking digital) de la Fuerza Marítima del Ecuador (Comando Conjunto), a partir de una referencia de tiempo de posible tránsito de mensajes, propuesta por los ingenieros encargados de la red. Igual proceso se sometió hacia servicios de datos en mensajería celular y servicios de navegación, realizando pruebas con cinco usuarios en cada caso, y sometidos a condiciones de envío normales de mensajes y recepción de los mismos, bajo condiciones de respuesta de prioridad media y lenta. Obteniendo tiempos muy similares de demora.

2.- Análisis de perfil único de mensajería vía modelos de contención de paquete. Con simulación y predicción de tráfico de red; es otra aplicación para estudio de tiempo de demora. Pero para ello se requiere del módulo aplicativo real con equipos de datos para prueba y terminales dedicadas, que no es disponible para esta tesis, siendo de uso empresarial y de alto costo.

REPORTE DE SERVICIO DE DATOS:

Usuario N°	Promedio de servicio ® por suscriptor (reportes y acceso a base de datos)	Promedio de tiempo de duración de las llamadas (H) (seg.)
1	4	97.7
2	4	92.5
3	4	115
4	4	148
5	4	151
Promedio final	4	120.84

Tabla. 5.8. Resultados de la encuesta a partir de un sistema de datos

En el caso de tráfico de datos, se dimensionó un aproximado de **Promedio de tiempo de duración de las llamadas (H) (seg.)**, ya que no se tiene modelos de contención de paquete, considerando la Hp y R de llamadas obtenidas anteriormente (precisamente referidas a las centrales de radio patrulla y entidades policiales), y el H obtenido de aplicaciones de datos reales (celular y trunking digital).

Por lo tanto tenemos que:

$H_p = 10H_{00}$ a $11H_{00}$

$H_T = H_d + H$

$H_d = 1.86$ seg. por demora de gestión y aplicaciones

$H = 121$ seg.

$H_T = 1.86$ seg. + 121 seg. = 123 seg.

$H_T \approx 123$ seg.

$R \approx 4$ usuarios/hora

5.3.6. DEFINICIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES SUSCRIPTORAS

El número de unidades suscriptoras (**L**) del sistema está definiendo el número de terminales totales que tendrá el sistema. De igual manera esta definición se la realiza conservando el esquema actual de sectorización policial que la hemos venido planteando, y tomando en cuenta la población policial operativa en cada sitio y su proyección a futuro, así tenemos que los resultados son los siguientes:

USUARIOS				
		ESTACIONES		
Nº DE GRUPO	SECTOR	FIJA	MÓVIL	PORTÁTIL
1	SECTOR NORTE	NO	37	30
2	SECTOR CENTRO	NO	38	30
3	SECTOR SUR	NO	37	30
TOTAL PARCIAL		NO	112	90

TOTAL DE UNIDADES SUScriptoras (L)	202
------------------------------------	-----

Tabla. 5.9. Número de unidades suscriptoras

Hay que considerar que varios de estos grupos no trabajan exclusivamente en el sitio donde están ubicados; sino que en determinadas ocasiones tendrán que desplazarse a los otros sitios; este es un aspecto muy importante a considerar al momento del dimensionamiento.

5.3.7. ELECCIÓN DEL MODELO A UTILIZAR

Un aspecto muy importante es que los usuarios que piden acceso al sistema cuando todos los canales están ocupados, son colocados en una cola de espera por el controlador del sistema. Tan pronto como el canal se encuentra disponible para ser asignado, el controlador central deberá atender los pedidos en la cola de espera de acuerdo al orden de llegada de cada usuario y sus respectivas prioridades; es decir, la política de gestión seleccionada, será la FIFO (First In First Out).

Este esquema, permitirá la utilización del modelo matemático estadístico Erlang C para estimar el manejo del tráfico ofrecido al sistema y dimensionar al mismo adecuadamente.

El modelo Erlang C permite estimar la probabilidad de que una llamada al sistema sea colocada en cola de espera o en otras palabras nos permite estimar el G.O.S. que puede proporcionar el sistema.

Este modelo toma en cuenta lo siguiente:

- Cola de espera
- Los tiempos de ocupación de canal están distribuidos exponencialmente

- Las llamadas son atendidas según su orden de llegada.

Cola de espera. Las llamadas que no pueden ser atendidas instantáneamente por el sistema son colocadas en una lista de espera para su posterior atención. Se debe tener en cuenta que las llamadas son atendidas según su orden de llegada (de acuerdo al modelo). Hay que anotar que el protocolo APCO permite atender y dar prioridad a las llamadas por orden de llegada y además por el nivel de prioridad previamente asignado al usuario para obtener acceso a los recursos del sistema.

Tiempos de ocupación de canal distribuidos exponencialmente. Los tiempos de ocupación (holding time) de canales o duración de un llamado, son variables y su distribución es exponencial. Se considera una distribución exponencial ya que se supone que la cantidad de llamadas de corta duración es mucho mayor que las de larga duración, en mayor medida en nuestro caso, que en un 90% son llamadas para atender procedimientos o informar de los mismos.

Llamadas atendidas según su orden de llegada. Las llamadas que no son atendidas inmediatamente por no existir un canal disponible, son colocadas en la cola de espera. Las mismas son atendidas bajo la condición de que la primera llamada recibida es la primera en ser atendida (FIFO).

5.3.7.1. CÁLCULO DEL TRÁFICO

Debido a la arquitectura multisitio del sistema y a la característica de asignación dinámica de los canales, es posible que una llamada de grupo requiera y utilice más de un sitio de repetición durante el transcurso de la misma. Es sumamente difícil predecir exactamente en qué forma se desplazarán los usuarios del sistema entre los distintos sitios de repetición y como éstos desplazamientos afectarán la capacidad de manejo de tráfico del sistema en forma conjunta.

Sin embargo, el análisis de tráfico de un sistema multisitio puede ser simplificado. Esto se logra analizando en forma independiente cada sitio de repetición del sistema. Para asegurar la integridad del análisis se deben realizar ciertas suposiciones específicas. En este caso en particular, se ha realizado un análisis del tráfico en el cual se reduce el modelo de multisitio a un modelo más simple de varios monositios individuales. Esto se logra al analizar cada sitio de repetición por separado estimando la carga máxima de tráfico que cada uno podría experimentar por tránsito de usuarios (roaming) provenientes de otros sitios. Los resultados de este análisis de tráfico nos permitirán estimar la capacidad de manejo de tráfico del sistema basado en el número de canales disponibles por sitio.

A fin de estimar el grado de servicio que se puede alcanzar con el sistema propuesto, es necesario definir las suposiciones que regirán el estudio. Estas suposiciones están basadas en estimados realizados sobre la posible distribución de los usuarios. Además, se requiere también hacer suposiciones sobre el tráfico generado por cada usuario individualmente.

Durante el análisis se estimará o definirá el número de unidades por sitio de repetición que estarán activas durante la hora de máximo tráfico en el sistema y la carga de tráfico que estas unidades ofrecen a cada sitio particular. Esto nos permitirá determinar la carga de tráfico ofrecida a cada sitio en Erlangs. Recordemos las relaciones fundamentales que serán utilizadas en el estudio de tráfico, así:

$$A = \frac{L \times R \times H}{3600}$$

L = número de unidades suscriptoras

R = promedio de llamadas por suscriptor durante la hora pico

H_T = tiempo promedio de llamada (holding time)

N = canales de tráfico disponibles

W_A = promedio de retraso en todas las llamadas

1. Distribución de usuarios por sitio de repetición

El sistema a diseñar consiste en una zona de servicio que consta de tres sectores: norte, centro y sur cada uno con su respectivo sitio de repetición. Ya que no se ha definido todavía cuales serán los sitios de repetición para fines de identificación hablaremos de:

- Sitio N (norte)
- Sitio C (centro)
- Sitio S (sur)

Entonces tenemos que:

Sitio	Número de unidades suscriptoras (L)
N	67
C	68
S	67
Total	202

Tabla. 5.10. Total unidades suscriptoras

2. Usuarios flotantes

En la siguiente tabla se detalla la forma en que se ha considerado la posible distribución de los usuarios del sistema. La tabla se lee de izquierda a derecha y denota el número de usuarios que se espera se desplazarán de un sitio a otro como usuarios de tráfico entrante (entrante al sitio en la columna vertical).

Por ejemplo en la tabla podemos ver que desde el sitio C en la línea “b” se desplazarán 7 usuarios al sitio N en la columna “a”, e igual número al sitio S en la columna “c”.

		(a) Sitio N	(b) Sitio C	(c) Sitio S
	Usuario actuales	67	68	67
(a)	Sitio N	0	5	5
(b)	Sitio C	7	0	7
(c)	Sitio S	8	8	0
	Usuarios flotantes	15	13	12
	Usuarios activos	54	54	54
	Total usuarios activos	69	67	66

Tabla. 5.11. Número de Usuarios Flotantes y activos

Nota.- Como se había anotado esta tabla asume que un 80% de las unidades suscriptoras están normalmente activas durante la hora pico.

Para esta distribución de usuarios flotantes se ha considerado que un 7% de los usuarios pertenecientes al sitio norte, un 12% al sitio sur y un 10% del sitio centro podrían desplazarse a los sitios no correspondientes a su ubicación. Estos porcentajes considerando que en el sector norte se encuentra el Grupo de Intervención y Rescate (GIR), en el centro el Grupo de Operaciones Especiales (GOE), el Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito (SIAT), etc., que por ser únicos en la ciudad, eventualmente podrían ser requeridos a los diferentes sitios.

3. Análisis de carga de tráfico por sitio

Se realiza a continuación un análisis de tráfico para cada uno de los sitios.

Sitio Norte:

La carga de tráfico de este sitio será determinada para el siguiente número efectivo de usuarios:

$L_{ef} = 69$ usuarios efectivo máximo

Número de usuarios normalmente afiliados al sitio = 67

Número máximo de usuarios entrando a este sitio (usuarios flotantes) = 15

Usuarios activos en la hora pico = 54 (80% del efectivo máximo)

Aplicando la ecuación tenemos que el tráfico total sería:

$$A_T = A_r + A_t$$

Donde:

A_r = tráfico de radio

A_t = tráfico telefónico

$$A_r = \left[\frac{(L_{ef} \times R_r \times H_r)}{3600} \right]$$

Donde:

L_{ef} = carga efectiva incluye efectos de roaming = 69 usuarios

R_r = llamadas por usuario por hora = 4/llamadas/hora

H_r = tiempo promedio de todas las llamadas = 123 seg.

Por lo que tenemos:

$$A_r = \frac{69 \times 4 \times 123}{3600} = 9,43 \text{ Erlangs}$$

Para el tráfico telefónico tenemos:

$$A_t = \frac{L_{ef} \times R_t \times H_t}{3600}$$

Sobre la interconexión telefónica se asume que:

- 2% de todos los usuarios tendrán acceso a interconexión telefónica
- Las llamadas tendrán un tiempo de duración promedio de 90 segundos
- Cada usuario realizará un máximo de 1 llamada telefónica en la hora pico

Por lo tanto tenemos:

R_t = llamadas con interconexión telefónica por usuario por hora = 1/usuario/hora

H_t = tiempo promedio de todas las llamadas telefónicas = 90 seg.

Debido que una conversación telefónica es de carácter full duplex, se debe asumir que dos canales de tráfico (dos time slots) serán utilizados para realizar la llamada. Para compensar y modelar esto correctamente, se dice que cada usuario hará el equivalente de 2 llamadas telefónicas durante la hora de máximo tráfico en el sistema. En realidad es solo una llamada por usuario autorizado, pero al duplicar este número creamos un modelo más representativo de la operación del sistema. Esto al utilizar el modelo Erlang C para encontrar el G.O.S. Por lo tanto tenemos que:

$$R_r = 0,02 \times 1 \times 2 = 0,04 \text{ llamadas / hora}$$

Finalmente:

$$A_t = \frac{69 \times 0,04 \times 90}{3600} = 0,07 \text{ Erlangs}$$

Por lo tanto el tráfico total sería:

$$A_T = 9,43 + 0,07 = 9,5 \text{ Erlangs}$$

El modelo utilizado para calcular la carga de tráfico del sitio N, se lo ha hecho para los dos restantes sitios, obteniendo como resultados finales los siguientes:

Sitio	Carga de tráfico radio A_r (Erlangs)	Carga de tráfico telefónico A_t (Erlangs)	Carga de tráfico total A_T (Erlangs)
N	9,43	0,07	9.5
C	9,16	0,07	9.23
S	9,02	0,07	9,09

Tabla. 5.12. Resultados de tráfico para cada sitio

4. Canales disponibles

Por definición, se pensaría que si se estimara el número requeridos de canales, igualando el número de canales con la carga en Erlangs se obtendría una eficiencia del 100%. Todos los canales estarían ocupados con llamadas durante todo el tiempo o por lo menos durante toda la hora pico. Esto ni siquiera permitiría que un canal estuviera libre durante algunos momentos en tanto que el controlador de sitio decidiera atender la siguiente llamada. En la práctica, si diseñáramos nuestros canales de esta manera, se tendrían muchos usuarios insatisfechos y el servicio sería por decirlo menos deplorable lo que se reflejaría en la inconformidad de la ciudadanía ante la actuación policial. Por lo

tanto se requiere, al dimensionar los canales, se logre una alta eficiencia manteniendo a los usuarios satisfechos y por lo tanto a la ciudadanía.

Utilizando la carga total de tráfico calculada A_T , el valor definido por el protocolo de 5% para el GOS y el software libre de cálculo para modelo Erlang C, calculamos el número de canales requeridos (N), los resultados obtenidos son los siguientes:

SITIO NORTE:

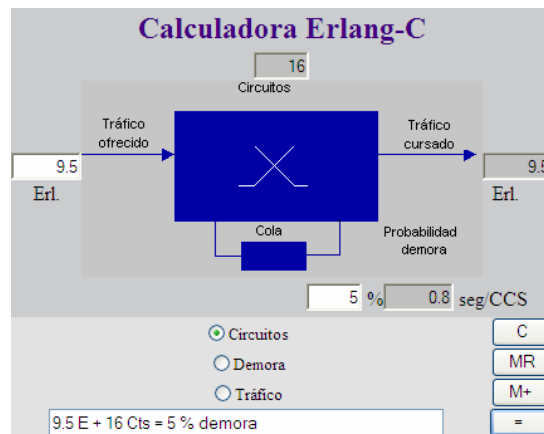


Figura. 5.6. Número de canales para sitio N

SITIO CENTRO:

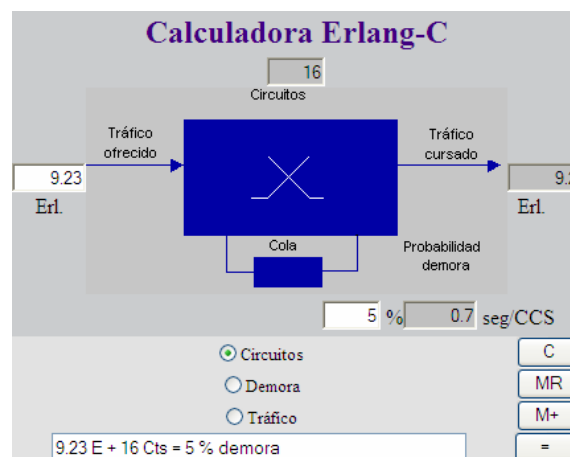


Figura. 5.7. Número de canales para sitio C

SITIO SUR:

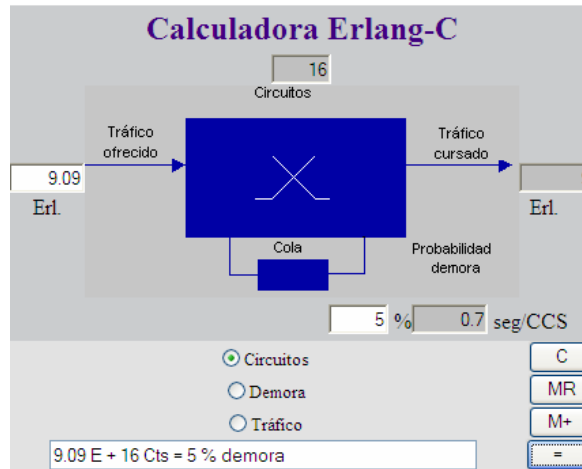


Figura. 5.8. Número de canales para sitio S

A continuación se muestra una tabla total con los sitios, los canales necesarios y el tráfico cursado:

Sitio	Flujo de tráfico AT	Canales (N)	GOS
N	9.5	16	5%
C	9.23	16	5%
S	9,09	16	5%

Tabla. 5.13. Flujo de tráfico AT, Canales y el GOS utilizado

El número de canales de tráfico disponibles por sitio será N-1, donde N = número total de canales por sitio, debemos considerar que un canal será reservado para control.

5. Tiempo medio de espera

El tiempo medio de espera para todas las llamadas, es el tiempo promedio que un usuario se tarda en establecer una llamada.

Con los datos establecidos en la tabla anterior, conocidos los circuitos y el tráfico, aplicaremos el modelo Erlang C para estimar las estadísticas de probabilidad de demora y tiempo medio de demora; que el sistema puede ofrecer por sitio de repetición:

SITIO NORTE:

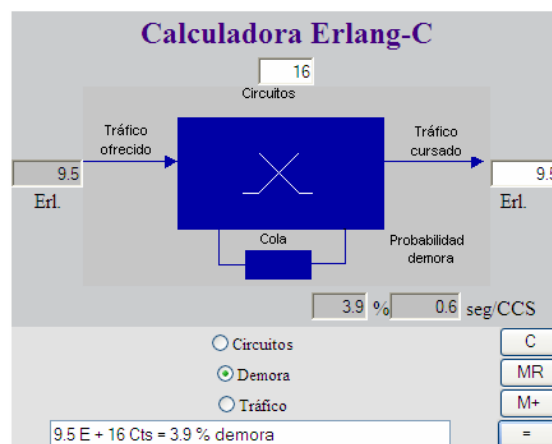


Figura. 5.9. Cálculo de la probabilidad de demora sitio N

SITIO CENTRO:

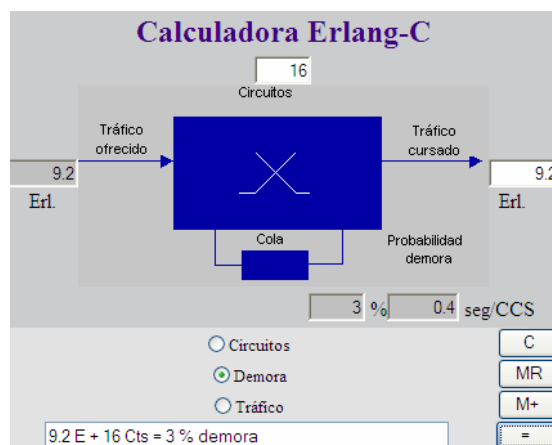


Figura. 5.10. Cálculo de la probabilidad de demora sitio C

SITIO SUR:

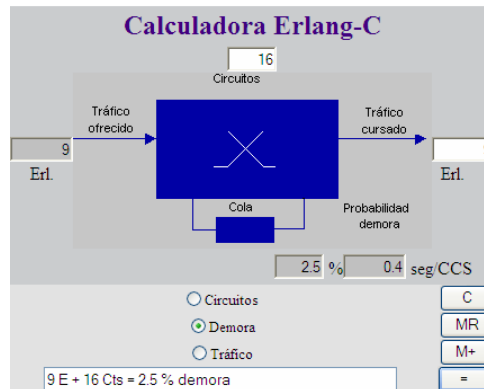


Figura. 5.11. Cálculo de la probabilidad de demora sitio S

A continuación tenemos la tabla de resultados finales con sitios, tráfico cursado, canales y tiempo medio de demora:

Sitio	Flujo de tráfico cursado	Canales (N)	Probabilidad de demora (%)	Tiempo medio de demora (seg/CCS*)
N	9.5	16	3.9	0.6
C	9.2	16	3	0.4
S	9	16	2.5	0.4

* El tiempo medio de demora se expresa en segundos por CCS (llamada típica de 100 segundos)

Tabla. 5.14. Resultados finales de tráfico

5.4. ESTUDIO DE COBERTURA

5.4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TERRENO

Quito está situada en la cordillera de los Andes en aproximadamente 2800 metros sobre el nivel del mar, ocupa una meseta de aproximadamente 12.000 Km². Su temperatura ambiental oscila entre los 10 y 25 grados centígrados (55 y 77 grados fahrenheit), con grandes contrastes climáticos que se presentan durante el transcurso de un mismo día, por lo que podríamos afirmar que posee cuatro estaciones. La ciudad está rodeada de los volcanes Pichincha, Cotopaxi, Antizana y Cayambe, que conforman un contorno andino.

La ciudad está situada sobre un terreno muy irregular, ocupa laderas y baja a los valles, sortea numerosas colinas y quebradas, lo que hace que su topografía sea bastante irregular.

La ciudad en los últimos años ha estado sujeta a un gran cambio urbanístico que la ha extendido hacia el norte, sur y los valles de Tumbaco (hacia el nor-orient) y los Chillos (hacia el sur oriente); esto ha permitido un enorme crecimiento poblacional, en la urbe en la actualidad coexisten cerca de dos millones de habitantes dentro de 65 parroquias metropolitanas.

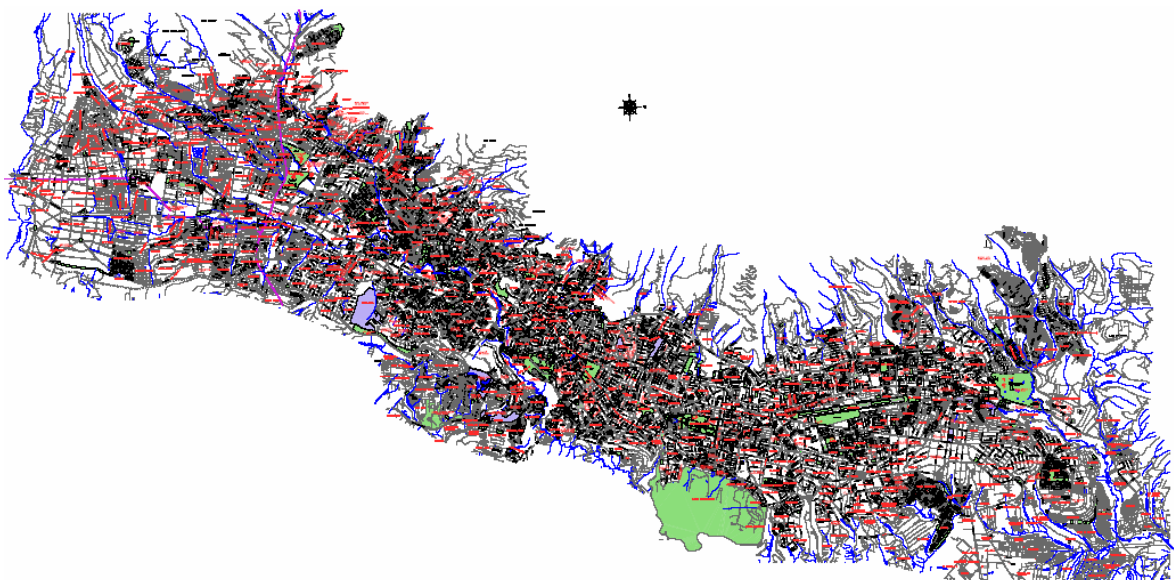


Figura. 5.12. Mapa del distrito metropolitano de Quito

5.4.2. DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Como se habló al inicio de este capítulo se trabajará bajo tres sectores de operación:

- Sector Norte, conformado por:

Zona Metropolitana Norte

Zona Metropolitana Centro Norte

Zona Metropolitana Suburbana Noroccidental

Zona Metropolitana Suburbana Norcentral

Zona Metropolitana Suburbana Calderón

Zona Metropolitana Suburbana Tumbaco

Zona Metropolitana Suburbana Aeropuerto

- Sector Centro, conformada por:

Zona Metropolitana Centro

Zona Metropolitana Centro Norte (Belisario Quevedo, Mariscal Sucre, Vicentina, Floresta, Santa Clara, Las Casas)

Zona Metropolitana Centro Sur (Chimbacalle)

- Sector Sur

Zona Metropolitana Centro Sur

Zona Metropolitana Sur

Zona Metropolitana Suburbana Los Chillos

5.4.3. ELECCIÓN DE LOS SITIOS DE REPETICIÓN

Como lo habíamos dicho en el capítulo anterior, cada uno de éstos sectores se constituirán en una célula dentro del sistema troncalizado. En los sitios a considerarse se

establecerá primeramente todos aquellos que tienen instalaciones policiales, y que cubrirían con la zona de objetivo:

Prioridad	Estación	Latitud	Longitud	Altura	Cobertura
1	Pichincha	00°9'47''S	78°31'23,19''W	3860 m	Norte y Centro
2	Puengasí	0°14'55''S	78°30'4''W	3056 m	Centro, Este, Sur
3	Condorcocha	00°2'11''S	78°30'43''W	3540 m	Norte, Oeste
4	Cruz Loma	00°11'6''S	78°3'58''W	3720 m	Centro, Este, Sur
5	Atacazo	00°20'9,76''S	78°36'48,6''W	3979 m	Sur, Oeste

Tabla. 5.15. Posibles sitios de repetición

En los proyectos generalmente existe una gran cantidad de posibles sitios de repetición, y es prácticamente imposible realizar pruebas completas desde la totalidad de ellos. Sin embargo, la Policía Nacional posee un sistema convencional de comunicaciones, el cual ha venido operando por muchos años, y se tiene un criterio bastante acertado de la cobertura que los sitios de repetición de éste sistema ofrecen, sin embargo, no existe un estudio de cobertura, y se ha tenido varios inconvenientes. Estas circunstancias ayudan en gran medida a reducir el número de los posibles sitios de repetición.

La selección de éstos sitios para cada una de éstas células se realizará dependiendo del estudio de las coberturas, por lo que hasta que no se haya concluido el estudio no podremos decidir cual sitio será el seleccionado, sin embargo a continuación se presenta la descripción de cada sitio con sus características de infraestructura y posibilidades básicas.

De igual manera para poder saber de la manera más exacta posible la cantidad de sitios de repetición y su respectiva ubicación, se debe realizar un estudio de propagación electromagnética en toda la zona que se desea cubrir.

Sitio Pichincha.

Acceso: camino de segundo orden, de fácil acceso.

Espacio físico: terreno de 125 m², de propiedad de la Policía Nacional.

Infraestructura: vivienda de cemento armado, caseta y torre de comunicación, de propiedad de la Policía Nacional.

Energía: red pública

Respaldo de energía: Banco de baterías de 48V capaz de proveer alimentación por un espacio de 12 horas en caso de falla del fluido eléctrico.

Otros: Un enlace de microondas bidireccional de 4 Mbps hacia Cotacachi y otro de 8 Mbps hacia la Dinacom

Sitio Puengasí.

Acceso: camino de segundo orden, de fácil acceso.

Espacio físico: terreno de 240 m², de propiedad de la Policía Nacional.

Infraestructura: vivienda de cemento armado, cerramiento, caseta y torre de comunicación, de propiedad de la Policía Nacional.

Energía: red pública

Respaldo de energía: Generador de energía de 13 KVA.

Otros: Un enlace de microondas bidireccional de 8 Mbps hacia Atacazo, un enlace de 8 Mbps hacia la DINACOM y un enlace de microonda de 4 Mbps a Condorcocha.

Sitio Cruz Loma.

Acceso: camino de segundo orden, de fácil acceso.

Espacio físico: terreno de 220 m², de propiedad de la Policía Nacional.

Infraestructura: vivienda de cemento armado, caseta y torre de comunicación, de propiedad de la Policía Nacional.

Energía: red pública

Respaldo de energía: Ninguno.

Otros: Un enlace de microondas bidireccional de 4 Mbps hacia Atacazo y 2 Mbps a Pichincha.

Sitio Atacazo.

Acceso: camino de segundo orden, de fácil acceso.

Espacio físico: terreno de 140 m², de propiedad de la Policía Nacional.

Infraestructura: vivienda de cemento armado, caseta y torre de comunicación, de propiedad de la Policía Nacional.

Energía: red pública

Respaldo de energía: Banco de baterías de 48V.

Otros: Un enlace de microondas bidireccional de 2 Mbps hacia Zapallo, otro de 8 Mbps hacia Puengasí y uno de 8 Mbps a Bombolí.

Sitio Condorcocha.

Acceso: camino de segundo orden, de fácil acceso.

Espacio físico: terreno de 237 m², de propiedad de la Policía Nacional.

Infraestructura: vivienda de cemento armado, caseta y torre de comunicación, de propiedad de la Policía Nacional.

Energía: red pública

Respaldo de energía: Generador de energía de 13 KVA.

Otros: Un enlace de microondas bidireccional de 4 Mbps hacia Puengasí y otro hacia Cotacachi.

5.4.4. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE PROPAGACIÓN

La cobertura del sistema es afectada por dos tipos de factores: factores de sistema y factores ambientales.

Los factores de sistema, dependen del diseño del mismo y afectan el desempeño uniformemente. Son determinados por la banda de frecuencia, distancia, potencia de transmisión, sensibilidad de recepción, altura y ganancia de las antenas, etc. Si en el

proceso de diseño del sistema, ocurren cambios en cualquiera de éstos factores, la predicción de cobertura sería afectada proporcionalmente por este cambio.

Los factores ambientales varían de acuerdo al camino que toma la señal, las variaciones del terreno, las condiciones atmosféricas, vegetación, edificios, ruido e interferencias, etc.

Los métodos de predicción tienen en cuenta ambos factores. Los modelos aceptados proveen un buen nivel general de precisión. La complejidad que los sistemas de comunicación han alcanzado exigen un mejor análisis para poder diseñar un sistema realmente eficiente, seleccionar el modelo de cobertura adecuado y la mejor forma de representar el terreno del área que se desea dar servicio, son aspectos determinantes en el estudio de cobertura.

A continuación se presenta el cálculo de cobertura utilizando el método de predicción de Hata/Okumura, que como se sabe han sido aceptado por UIT-R como métodos muy recomendables para aplicaciones de sistemas de comunicaciones como el que es motivo de nuestro estudio.

5.4.5. DATOS TÉCNICOS DE PARTIDA

Los datos técnicos de partida se pueden resumir en:

Datos geográficos y de cobertura

- Para obtener los datos de coordenadas geográficas, se utilizó el listado de las estaciones repetidoras del SMOP, que proporciona la información de las latitudes, longitudes y alturas de las estaciones de repetición.
- Para el cálculo de la cobertura se utilizará el software de gestión de coberturas y radio enlace “Radio Propagation and Virtual Mapping Freeware”, usado por el Comando conjunto de las Fuerzas Armadas, con el cual se podrá determinar los sitios a ser utilizados como repetidoras de datos.

- De igual manera se desarrollará en forma teórica el cálculo de cobertura mediante el método de Hata/Okumura y software de verificación gráfica.

Datos de los equipos

Las características de los equipos que a continuación se presentan son en base a manuales técnicos de los equipos a ser usados, y obedecen a un estándar seleccionado:

Estaciones Base

- Frecuencias de trabajo: 851 a 870 MHz
- Potencia: 50W
- Sistema radiante: Antena omnidireccional de 7 dBi de ganancia estándar o media para antenas de estación base.
- Altura de las antenas sobre el terreno: Altura estándar de 40m.
- Línea de transmisión:
 - Cable coaxial 7/8", con pérdidas de 2,62 dB/100m.
 - Longitud promedio del cable: 50 m.
- Sensibilidad del receptor: Se ha tomado la sensibilidad dinámica media de estaciones base de APCO, esto es: -103 dBm.

A los anteriores suponemos:

- Pérdidas en elementos pasivos del alimentador: 2 dB.
- Pérdida por rendimiento imperfecto de la antena: 2 dB.

Equipos Móviles

- Frecuencias de trabajo: 851 a 870 MHz.
- Potencia de transmisión: 10 W
- Ganancia de la antena: 0dBi.
- Longitud de cable de la antena: 3m.
- Atenuación unitaria: 0,08 dB/m.
- Pérdida en elementos pasivos del alimentador: 2 dB.
- Sensibilidad del receptor: 0.25 μ v
- sensibilidad dinámica: -103 dB.

Equipos portátiles

- Frecuencia: 800 MHz.
- Potencia: 3 W.
- Ganancia de la antena: 0 dBi.
- Longitud del cable de la antena: 0.5 m
- Sensibilidad del receptor: sensibilidad dinámica: -103 dBm.

5.4.6. DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE COBERTURA

5.4.6.1. CÁLCULO DE LA ALTURA SOBRE EL NIVEL MEDIO DEL TERRENO HAAT (Height Above Average Terrain).

Para determinar el cálculo del nivel medio del terreno se utilizarán radiales partiendo de la antena transmisora y separados un cierto ángulo, en el estudio utilizaremos radiales separados 30°, empezando con la radial 0° en la dirección norte y continuando en incremento en el sentido de las agujas del reloj.

Utilizando el software de cobertura se medirá las alturas del terreno cada 1 Km. de distancia (d) a partir de la antena transmisora (kilómetro 1) hasta el kilómetro 20.

El nivel medio del terreno es el promedio de las alturas medidas en cada radial desde la antena transmisora hasta la receptora.

La altura efectiva de la antena se la define como la altura del centro de radiación de la antena sobre el nivel medio del terreno. Como se puede observar en el siguiente gráfico:

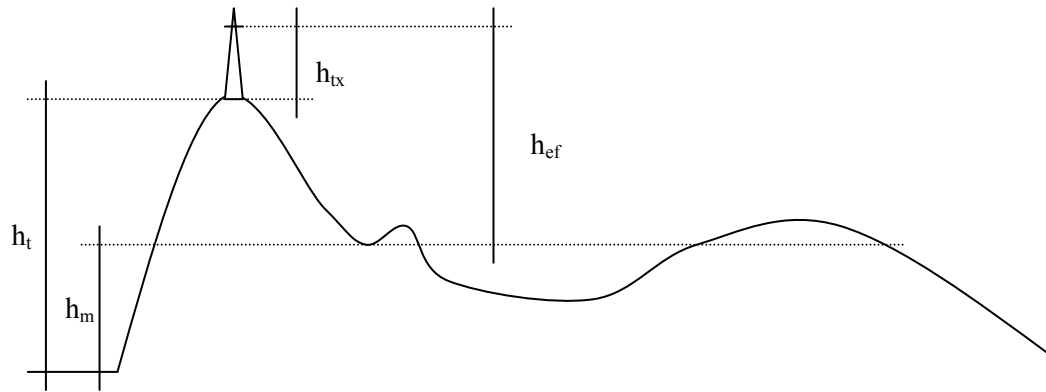


Figura. 5.13. Altura efectiva de la antena

$$h_{ef} = h_t + h_{tx} - h_m$$

Donde:

h_{ef} : altura efectiva de la antena

h_t : altura del terreno

h_{tx} : altura de la antena transmisora (valor medio 40m.)

h_m : elevación de la tierra

ANÁLISIS:

Se ha desarrollado un estudio de cada sitio, bajo las coordenadas consideradas de la SMOP, con 20 puntos por radial, y un azimuth de pasos de 30 grados, la altura de la antena sobre el terreno para cada lugar corresponde a 40m, y los datos técnicos de equipos, obteniéndose los siguientes resultados:

SITIO CONDORCOCHA:

Heigth Above Average Terrain

Centre: CONDORCOCHA Antenna height above ground (m): 40

Azimuth step (*): 30 Start at distance (km): 1 USA default

Number of points per radial: 20 Distance step (km): 1 Euro default

Buttons: Apply, Cancel, USA default, Euro default

Figura. 5.14. Pantalla de ingreso de datos para obtener el HAAT

RESULTADOS OBTENIDOS:

CERRO CONDORCOCHA (00°02'11"S, 078°30'43"W, h _t : 3540m, h _{tx} : 40m)												
D	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0	0	3089	3159	3442	3345	3335	3316	3299	3467	3240	3083
2	2858	3018	2888	2911	3324	3204	3149	3182	3237	3336	3386	3076
3	2920	3059	2909	0	3218	3058	3017	3096	3153	3059	3056	3097
4	2821	2883	3044	3232	2976	2763	3032	3028	3075	2680	2909	2908
5	3066	2870	3102	2769	2660	2632	2847	3086	3156	2650	2790	2703
6	3079	2738	2682	2480	2547	2677	2905	3141	2959	2647	2700	2732
7	2980	2733	2448	2419	2521	2785	2822	3277	2860	2530	2780	2736
8	2811	2764	2437	2507	2532	2839	2864	3285	2884	2794	2864	2531
9	2527	0	2391	2876	2684	2882	2925	3448	2989	3108	0	2521
10	2255	3149	2346	0	2742	2764	3072	3684	2945	3155	0	2456
11	2144	0	2348	2428	2695	2815	2964	3978	3135	3119	0	2881
12	2020	2556	2126	2182	2697	2836	3048	4150	2880	2860	2257	2926
13	1891	2547	2021	0	2493	2783	3096	0	0	2410	2020	2595
14	0	2213	1965	1891	2347	2670	3157	0	0	2090	0	2337
15	1781	2058	2338	2121	2343	2584	3100	4223	2666	0	0	2415
16	1565	1859	2592	2138	2372	2540	3007	0	2429	0	1801	2099
17	1390	1716	2624	2186	0	2460	2929	4289	2723	2392	1871	1805

18	1872	1754	2655	0	2331	2388	2883	4378	2864	2275	1890	1924
19	2051	1817	2685	1964	2368	2283	2908	4325	3352	2276	1868	1665
20	2375	2002	2747	2212	2395	2313	2816	0	0	0	1737	1914
Pro.	2120.3	2086.8	2571.9	1973.8	2534.4	2731.1	2993.8	2894.3	2530.3	2342.4	1858.5	2520.2
HAAT	1459.7	1493.2	1008.2	1606.3	1045.7	848.95	586.2	685.7	1049.7	1237.6	1721.6	1059.8

h_{ef}: Elevación de la antena sobre el nivel del mar	3580m
h_m: Promedio de elevación del terreno sobre el nivel del mar	2429.8m
HAAT	1150.2m

Tabla. 5.16. Resultados obtenidos de h_{ef}, h_m y HAAT para sitio Condorcocha

SITIO PICHINCHA:

RESULTADOS OBTENIDOS

CERRO PICHINCHA (00°09'47"S,078°31'23"W, h _t =3860m, h _{tx} : 40m)												
D	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	3437	3312	3273	3208	3291	3383	3338	3494	3708	3926	3874	3676
2	3199	3191	2991	2998	3008	3040	3345	3654	0	4086	4005	3631
3	3283	2963	2882	2848	2876	2927	3160	0	4060	4214	3920	3723
4	3091	2875	2813	2786	2809	2828	3068	3733	4044	0	4172	3655
5	3141	2834	2806	2791	2772	2798	3019	3602	3983	0	0	3734
6	3098	2787	2858	2833	2826	2801	2877	3385	3949	4408	3916	3743
7	3050	2749	2909	2872	2547	2725	2922	3455	4043	4119	4118	3517
8	3011	2757	2897	2707	2685	2818	2812	3330	3875	4369	3966	3343
9	2978	2782	2684	2569	2539	2930	2818	3236	3733	0	0	0
10	2958	2727	2621	2463	2416	2893	2849	3295	3492	0	3149	3024
11	3109	2653	2634	2368	2385	2674	2880	3293	3542	0	0	2905
12	3127	2549	2637	2148	2295	2496	2948	3272	3144	0	2700	2774
13	3295	2532	2645	2370	2341	2482	3086	3288	3122	0	0	2721

14	3435	2484	2472	2325	2398	2464	3156	3176	2988	3364	2486	2947
15	3175	2442	2425	2277	2513	2421	3157	3125	2684	3365	2222	2883
16	3059	2413	2202	2374	2519	2447	3125	3225	0	3056	0	3015
17	3005	2409	2249	2407	2554	2474	3098	3562	3280	0	0	2929
18	2786	2405	1980	2418	2639	2500	3130	3742	3139	0	2622	3044
19	2973	2395	2207	2420	2552	2507	3116	3669	3370	0	2419	3067
20	3200	2460	2213	2462	2498	2515	3057	3608	2989	2130	2344	2978
Pro.	3120.5	2686	2619.9	2582.2	2623.2	2706.2	3048.1	3257.2	3157.3	1851.9	2295.7	3065.5
HAAT	525.5	960.1	1026.1	1063.8	1022.9	939.85	597.95	388.8	488.75	1794.2	1350.4	580.55

h_{ef}: Elevación de la antena sobre el nivel del mar	3900m
h_m: Promedio de elevación del terreno sobre el nivel del mar	2751.11m
HAAT	1148.89m

Tabla. 5.17. Resultados obtenidos de h_{ef}, h_m y HAAT para sitio Pichincha

SITIO PUENGASÍ:

RESULTADOS OBTENIDOS

CERRO PUENGASI												
(00°14'55"S, 078°30'04"W, h_t= 3056m, h_{tx}= 40m)												
D	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	3003	2979	2935	2868	2878	2906	2910	3110	2973	2971	2888	2907
2	2824	2950	2868	2789	2723	2719	2882	3132	2936	2838	2831	2796
3	2879	2802	3011	2674	2580	2617	2835	3099	2841	2813	2815	2803
4	2816	2652	2729	2490	2531	2572	2739	3101	2844	2837	2891	2856
5	2800	2614	2568	2428	2480	2527	2697	3136	2851	2905	3275	3076
6	2811	2577	2441	2419	2440	2496	2681	3110	2866	2962	3351	3185
7	2862	2604	2419	2421	2444	2477	2660	3023	2895	3103	3301	3536
8	2876	2967	2388	2747	2463	2474	2660	2939	2930	3293	3468	0
9	2876	2976	2325	2989	2515	2480	2614	2952	2960	3039	3658	0
10	2902	2813	2301	2787	2487	2500	2646	2985	3024	3042	3705	0

11	2882	0	2257	2873	2517	2518	2643	3039	3317	3013	3917	4214
12	2861	2600	2281	2661	2577	2543	2631	3087	3470	2982	4014	4047
13	2849	2602	2337	2641	2603	2561	2594	3096	3739	3009	4282	4263
14	2836	2600	2347	2552	2611	2615	2572	3110	3665	0	0	4200
15	2807	2580	0	2541	2643	2624	2655	3099	3512	2830	4019	3918
16	2750	2573	2357	2594	2651	2697	2691	3083	3438	2963	3779	3836
17	2699	2597	2402	2579	2685	2775	2801	3086	0	3335	3139	3686
18	2766	2619	2431	2618	2740	2764	3075	3116	3588	0	2826	3665
19	0	2449	2431	2674	2764	2742	3299	3203	0	3370	3364	0
20	2897	2540	2456	2786	2852	2933	3403	3163	0	3211	3350	3267
Pro.	2699.8	2555	2364.2	2656.6	2609.2	2627	2784.4	3083.45	2692.5	2725.8	3243.7	2812.8
HAAT	396.2	541.3	731.8	439.45	486.8	469	311.6	12.55	403.55	370.2	-147.7	283.25

h_{ef}: Elevación de la antena sobre el nivel del mar	3096m
h_m: Promedio de elevación del terreno sobre el nivel del mar	2737.83m
HAAT	358.17m

Tabla. 5.18. Resultados obtenidos de h_{ef}, h_m y HAAT para sitio Puengasí

SITIO CRUZ LOMA:

RESULTADOS OBTENIDOS

CERRO CRUZ LOMA (00°11'06"S,078°03'58"W, h _t : 3720m, h _{tx} : 40m)												
D	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	3799	3882	3873	3647	3498	3619	3765	3651	3721	3968	3949	3904
2	3740	3679	3447	3433	3723	3811	3674	3954	3811	3912	3817	3791
3	3626	3603	3756	3429	3782	3475	3200	3536	3667	3819	3824	3714
4	3807	3800	3701	3268	3547	3002	3309	3162	3614	3869	3681	3601
5	3901	3673	3639	3367	3435	3097	3561	3484	3778	3811	3866	3633
6	3928	3869	3582	3339	3108	3532	3658	3767	3418	3845	3826	3629
7	3946	3727	3914	3348	3155	3788	3887	3969	3555	3628	3787	3735

8	3855	3841	3813	3531	3135	3775	4075	3875	3753	3670	3992	3920
9	3810	4044	3656	3805	3271	3412	4197	3870	4017	3723	3775	3664
10	3524	3794	3495	3492	3177	3593	4132	3932	3838	3919	3892	3467
11	0	3860	0	3541	3258	3679	4065	3956	3910	4191	4105	3539
12	0	4006	3856	3260	3066	3754	0	3697	3903	3967	4052	3496
13	0	4045	3597	3207	2741	3622	3873	3883	3976	4223	4018	3482
14	3315	3906	0	3491	3012	3643	3969	3940	4086	3869	3951	3437
15	3569	3844	3632	3653	2606	3359	3706	4008	4110	4249	3863	3400
16	3793	3993	0	3598	2428	3764	3584	3912	4371	4179	3804	3369
17	3619	3940	4253	3748	2819	3697	3667	3696	4114	3969	3706	3284
18	3615	3938	4044	3652	3118	3821	3653	3511	4312	0	3661	3248
19	3729	3872	3705	3091	3337	3835	3499	3593	4112	4053	3604	3278
20	3846	3954	3719	3458	3218	3650	3256	3959	4068	3842	3534	3162
Pro.	3171.1	3864	3184.1	3467.9	3171.7	3596.4	3536.5	3767.8	3906.7	3735.3	3835.4	3537.7
HAAT	588.9	-103	575.9	292.1	588.3	163.6	223.5	-7.75	-146.7	24.69	-75.35	222.35

h_{ef}: Elevación de la antena sobre el nivel del mar	3760m
h_m: Promedio de elevación del terreno sobre el nivel del mar	3564.5m
HAAT	195.5m

Tabla. 5.19. Resultados obtenidos de hef, hm y HAAT para sitio Cruz Loma

SITIO ATACAZO:

RESULTADOS OBTENIDOS

ATACAZO (00°20'10"S,078°36'49"W, h _t : 3979m, h _{tx} : 40m)												
D	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
(Km)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
	3713	3789	3743	3795	3905	4001	4061	4133	0	4025	3933	3713
2	3608	3769	3704	3618	3697	3959	4231	4342	4116	3940	3616	3491
3	3607	3683	3520	3434	3464	3741	4076	4180	3816	3740	3485	3301
4	3713	3558	3384	3325	3319	3613	3976	3792	3756	3405	3413	3182

5	3551	0	3085	3215	3223	3357	3908	3415	0	0	3391	3247
6	3313	3104	3011	3121	3092	3193	3700	3585	0	3294	3126	3484
7	3239	3074	2942	3049	3059	3122	3642	0	3157	0	0	3314
8	2992	3129	2925	2997	3080	3076	3470	0	0	2920	2613	0
9	3220	3183	2901	3004	3101	3007	3481	0	0	2833	2590	0
10	2910	3233	2950	3119	2942	2885	3194	0	2932	0	0	3084
11	3023	3040	3087	2968	2762	2831	3160	2868	0	2513	2527	3337
12	3077	3142	3136	2738	2643	2791	3139	2803	2983	2549	2496	0
13	2972	0	3102	2607	2729	2759	3136	2537	2734	2609	2169	3014
14	3296	3189	2874	2521	2772	2749	3148	2921	2736	2298	0	2865
15	3825	3280	2782	2513	2951	2798	3156	2954	2359	2698	2419	2719
16	4032	3451	2697	2510	2846	2818	3165	3113	2347	2333	2558	2600
17	3907	3452	2640	2505	2894	2981	3187	3180	2174	2107	2438	2631
18	0	3543	2607	2517	3194	3058	3228	2972	2181	2005	2589	0
19	4037	3398	2483	2523	3144	3103	3233	2858	1901	1962	2408	2001
20	4376	3447	2446	2528	3257	3071	3266	0	1795	2024	2257	2079
Pro.	3320.6	3023	3001	2930.4	3103.7	3145.7	3477.9	2482.7	1949.4	2362.8	2401.4	2403.1
HAAT	698.45	995.8	1018.1	1088.7	915.3	873.35	541.15	1536	2069	1656	1618	1616

h_{ef}: Elevación de la antena sobre el nivel del mar	4019m
h_m: Promedio de elevación del terreno sobre el nivel del mar	2800.12m
HAAT	1218.88m

Tabla. 5.20. Resultados obtenidos de h_{ef}, h_m y HAAT para sitio Atacazo

5.4.6.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA EFECTIVA

$$PIRE = P_{tx} - A_c - A_{ep} + G_{tx}$$

Donde:

P_{tx} : Potencia de transmisión = 50 W

PIRE: Potencia isotrópica radiada efectiva

$$P_{rx} = 10 \log(50.000) = 47 \text{ dBm}$$

A_c : Atenuación por el cable

- Cable coaxial 7/8", con pérdidas de 2,62 dB/100m.
- Longitud promedio del cable: 50 m.

$$A_c = \frac{2,62 \text{ dB}}{100 \text{ m}} \times 50 \text{ m} = 1,31 \text{ dB}$$

A_{ep} : Pérdidas en elementos pasivos del transmisor (si existen) = 2 dB

G_{tx} : Ganancia de la antena transmisora = 7 dBi

Además consideraremos 2 dB de pérdida por rendimiento imperfecto de la antena.

$$PIRE = 47 \text{ dBm} - 1,31 \text{ dB} - 2 \text{ dB} - 2 \text{ dB} + 7 \text{ dBi} = 48,69 \text{ dBm}$$

$$PIRE = 48,69 \text{ dBm}$$

5.4.6.3. CAMPO ELÉCTRICO NECESARIO

$$E(\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}) = P_{rx}(\text{dBm}) - G_{rx}(\text{dBi}) + 20 \log f(\text{MHz}) + 77,2$$

Donde:

P_{rx} : potencia de recepción definida por la sensibilidad dinámica = -103 dBm

G_{rx} : ganancia de las antenas receptoras = 0 dB

f: 800 MHz

$$E(\text{dB}\mu\text{V} / \text{m}) = 32$$

Este será el campo mínimo en recepción

El campo calculado es el mínimo de recepción, utilizando para ello la sensibilidad dinámica estándar APCO de -103 dBm; el Reglamento y Norma Técnica de los Sistemas Troncalizados establecen como campo mínimo 38 dB μ V/m. Por lo que para asegurar una recepción de alta calidad, para el estudio de cobertura de nuestro diseño, utilizaremos un campo de **38 dB μ V/m**.

5.4.6.4. MODELO DE HATA

Generalmente los sistemas de comunicaciones móviles son instalados en zonas o sectores de superficies irregulares. Dicha característica debe ser tomada en cuenta para poder estimar las pérdidas por la propagación. Los modelos de propagación "outdoor" son una herramienta muy útil para estas situaciones, los cuales consideran parámetros como el perfil del terreno, que puede variar en diferentes así como los demás elementos que también deben ser tomados en cuenta, tales como la presencia de árboles, edificios y otros obstáculos. Mientras todos ellos apuntan a predecir la potencia de la señal en un punto específico de recepción dentro de un sector, estos métodos varían en su enfoque, complejidad, precisión y aproximación ya que la mayoría están basados en una interpretación sistemática de mediciones de datos obtenidos del área de servicio.

Para nuestro estudio utilizaremos el modelo de Hata, por ser uno de los más usados y reconocidos.

Este modelo es una formulación empírica de los datos de las pérdidas de propagación provistos por Okumura, y es válido de los 150 MHz a los 1500 MHz. Hata presenta una fórmula estándar para las pérdidas de propagación urbanas y provee ecuaciones de corrección para la aplicación a otras situaciones.

Las definiciones son las mismas que para el modelo de Okumura, incluyendo:

f_c = frecuencia portadora

$\alpha(h_{rx})$ = factor de corrección para la altura efectiva de la antena móvil

d = distancia Tx - Rx

Tomando en cuenta que:

$$150 \text{ MHz} < f_c < 1500 \text{ MHz}$$

$$1 \text{ m} < h_{rx} < 10 \text{ m}$$

Involucra una nueva variable que es el factor de corrección de la antena del móvil $\alpha(h_{rx})$ o antena receptora y se define según el tamaño de la ciudad:

- Para $h_{rx} = 1,5 \text{ m}$. $a(h_{rx}) = 0$

Desventajas

- Hata no tiene correcciones específicas para distintas rutas, las que si tiene Okumura, las predicciones de Hata son muy similares a las predicciones de Okumura para distancias Tx-Rx mayores a 1 Km.
- Buen modelo para el desarrollo de sistemas de celdas grandes, pero no es bueno para el desarrollo de sistemas donde las celdas poseen un radio aproximado de 1 Km.

El modelo de predicción utilizado acepta como correctos los alcances **hasta los 40 Km.** como se puede ver si se consulta en el artículo básico de M. Hata “Empirical Formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services”, publicado en la “IEEE Transactions on Vehicular Technology”, Vol. VT-29 N°3, agosto de 1980.

Cálculo de las pérdidas de propagación y alcance

$$L_b = 109.4 + PIRE + 20 \log f (\text{MHz}) - E(d)$$

$$L_b = 147 \text{ dB}$$

Aplicación del modelo

Como ejemplo de cálculo de la distancia de alcance lo haremos en el azimut 0° desde el cerro Pichincha.

$$d = \text{ant log} \frac{L_b - 69,55 - 26,16 \log f + 13,82 \log h_{ef} + \alpha(h_{rx})}{49,9 - 6,55 \log h_{ef}}$$

El factor de corrección para la antena receptora, considerando que la antena receptora tiene una longitud de 1,5 m. será:

$$\alpha(h_{rx}) = 0$$

$$d = \text{ant log} \frac{L_b - 69,55 - 26,16 \log f + 13,82 \log h_{ef}}{49,9 - 6,55 \log h_{ef}}$$

Los resultados son los siguientes:

$$d = \text{ant log} \frac{147\text{db} - 69,55 - 26,16 \log(800) + 13,82 \log(525.5)}{49,9 - 6,55 \log(525.5)}$$

$$d = 17(\text{km})$$

CUADROS DE RESULTADOS:

Se anexa el programa en Excel donde se realizaron los cálculos para cada grado de azimuth y cada sitio en estudio:

CERRO CONDORCOCHA

Latitud	00°2'11''S											
Longitud	78°30'43''W											
Cota del Terreno	3540											
Frecuencia	800 MHz											
PIRE	48,70 dBm											
Campo mínimo de recepción	38 dBuV/m											
Altura de la antena BS	40 m											
Altura de la antena móvil/portátil	1,5 m											
Tipo de ciudad	Grande											
Valor de	Radial (Azimuth)											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
HAAT(m)	1459.7	1493	1008.2	1606.3	1045.7	848.95	586.2	685.7	1049.7	1237.6	1721.6	1059.8
d (Km)	35.5	36.2	26.5	38.5	27.2	23.3	17.8	19.9	27.3	31.1	40.8	27.5

Tabla. 5.21. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Condorcocha

Cerro PICHINCHA												
Latitud	00°9'47''S											
Longitud	78°31'23,19''W											
Cota del Terreno	3860											
Frecuencia	800 MHz											
PIRE	47,80 dBm											
Campo mínimo de recepción	38 dBuV/m											
Altura de la antena BS	40 m											
Altura de la antena móvil/portátil	1,5 m											
Tipo de ciudad	Grande											
Valor de	Radial (Azimuth)											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
HAAT(m)	525.5	960.1	1026.1	1063.8	1022.9	939.85	597.95	388.8	488.75	1794.2	1350.4	580.55
d (Km)	16.6	25.5	26.8	27.6	26.8	25.1	18.1	13.6	15.8	42.2	33.3	17.7

Tabla. 5.22. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Pichiencha

CERRO PUENGASI												
Latitud	00°14'55''S											
Longitud	78°30'4''W											
Cota del Terreno	3056											
Frecuencia	800 MHz											
PIRE	48,70 dBm											
Campo mínimo de recepción	38 dBuV/m											
Altura de la antena BS	40 m											
Altura de la antena móvil/portátil	1,5 m											
Tipo de ciudad	Grande											
Valor de	Radial (Azimuth)											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
HAAT(m)	396.2	541.3	731.8	439.45	486.8	469	311.6	12.55	403.55	370.2	*	283.25
d (Km)	13.7	16.9	20.9	14.7	15.7	15.3	11.8	2.46	13.9	13.1	0	11.1

* Altura efectiva negativa (altura de la antena por debajo del nivel medio)

Tabla. 5.23. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Puengasi

CERRO CRUZ LOMA	
Latitud	00°11'6''S
Longitud	78°3'58''W
Cota del Terreno	3720
Frecuencia	800 MHz
PIRE	48,70 dBm
Campo mínimo de recepción	38 dBuV/m
Altura de la antena BS	40 m

Altura de la antena móvil/portátil											1,5 m	
Tipo de ciudad											Grande	
Valor de	Radial (Azimuth)											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
HAAT(m)	588.9	*	575.9	292.1	588.3	163.6	223.5	*	*	24.69	*	222.35
d (Km)	17.9	0	17.6	11.3	17.9	8.07	9.65	0	0	3.23	0	9.62

Tabla. 5.24. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Cruz Loma

CERRO ATACAZO												
Latitud											00°20'9.76''S	
Longitud											78°36'48.6''W	
Cota del Terreno											3979	
Frecuencia											800 MHz	
PIRE											48,70 dBm	
Campo mínimo de recepción											38 dBuV/m	
Altura de la antena BS											40 m	
Altura de la antena móvil/portátil											1,5 m	
Tipo de ciudad											Grande	
Valor de	Radial (Azimuth)											
	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
HAAT(m)	698.45	995.8	1018.1	1088.7	915.3	873.35	541.15	1536	2069	1656	1618	1616
d (Km)	20.2	26.2	26.7	28.1	24.6	23.8	16.9	37.1	47.8	39.5	38.7	38.7

Tabla. 5.25. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Atacazo

El modelo utilizado es un modelo de predicción, razón por la cual éstas coberturas son una buena estimación pero no quiere decir que se cumpla un 100%, para tener una mejor apreciación y exactitud de la cobertura principalmente en las coberturas menores a

20 Km, en cada uno de los sitios de repetición, calculamos las áreas con el software de cobertura mencionado anteriormente.

De los resultados obtenidos vemos que no existe gran diferencia entre las distancias de cobertura calculadas con el modelo de predicción y del software; sin embargo, como se había estimado, los cambios tenemos en las coberturas menores a 20 Km; por esta razón considerando que el software nos da una aproximación más efectiva para determinar los sitios de cobertura.

Bajo estas consideraciones la cobertura final para cada sitio de repetición será:

GRÁFICAS DE SITIOS:

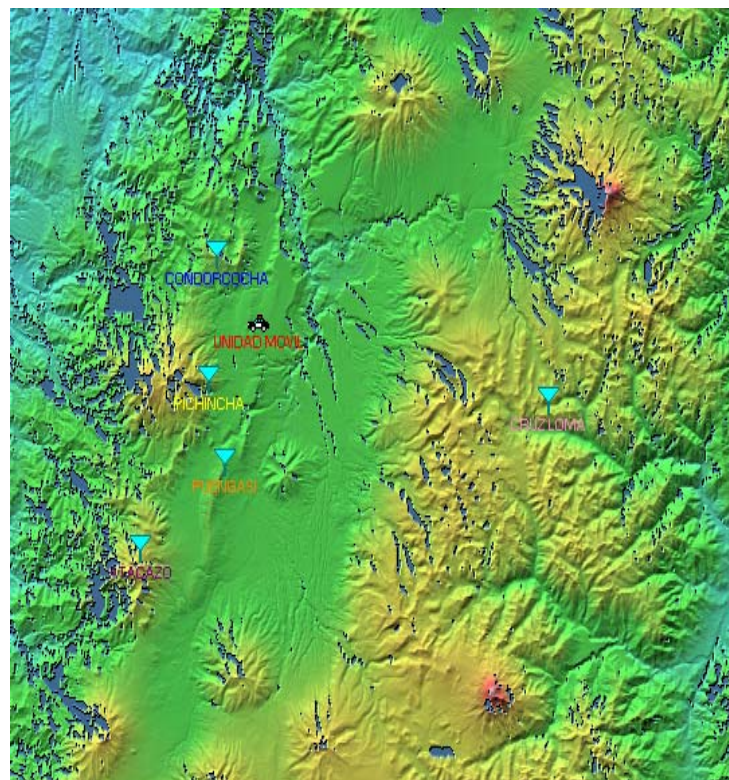




Figura. 5.15. Gráfica de ubicación real geográfica de sitios

Los colores en las gráficas a continuación representan los valores en dbm, en razón de su mayor señal en cobertura para diferentes puntos que cubre el sitio:

 : Mayor cobertura a  : Menor cobertura

SITIO PICHINCHA:

Size (pixel)

Width(pixels)	Height (pixels)
<input type="text" value="400"/>	<input type="text" value="400"/>

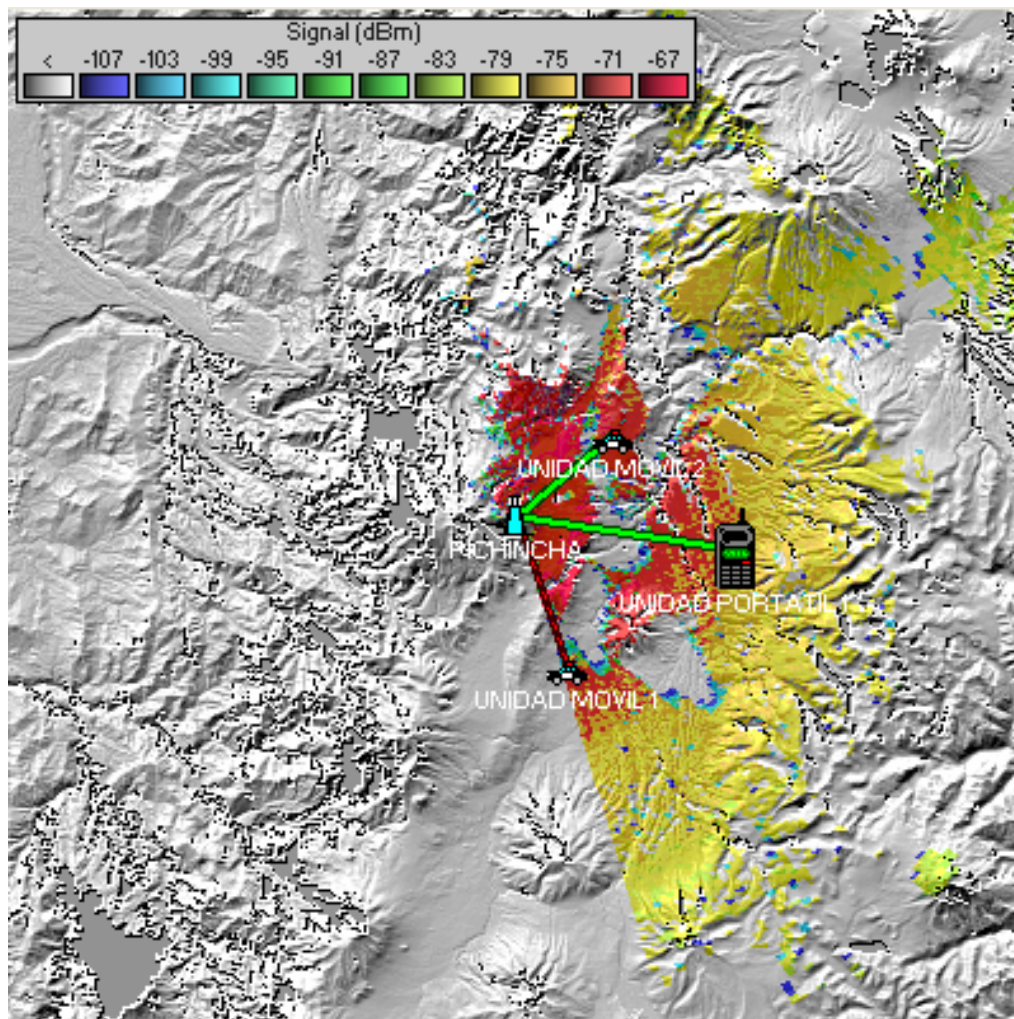


Figura. 5.17. Gráfica de cobertura de sitio Pichincha (referidos a los datos reales de equipos)

SITIO CRUZ LOMA:

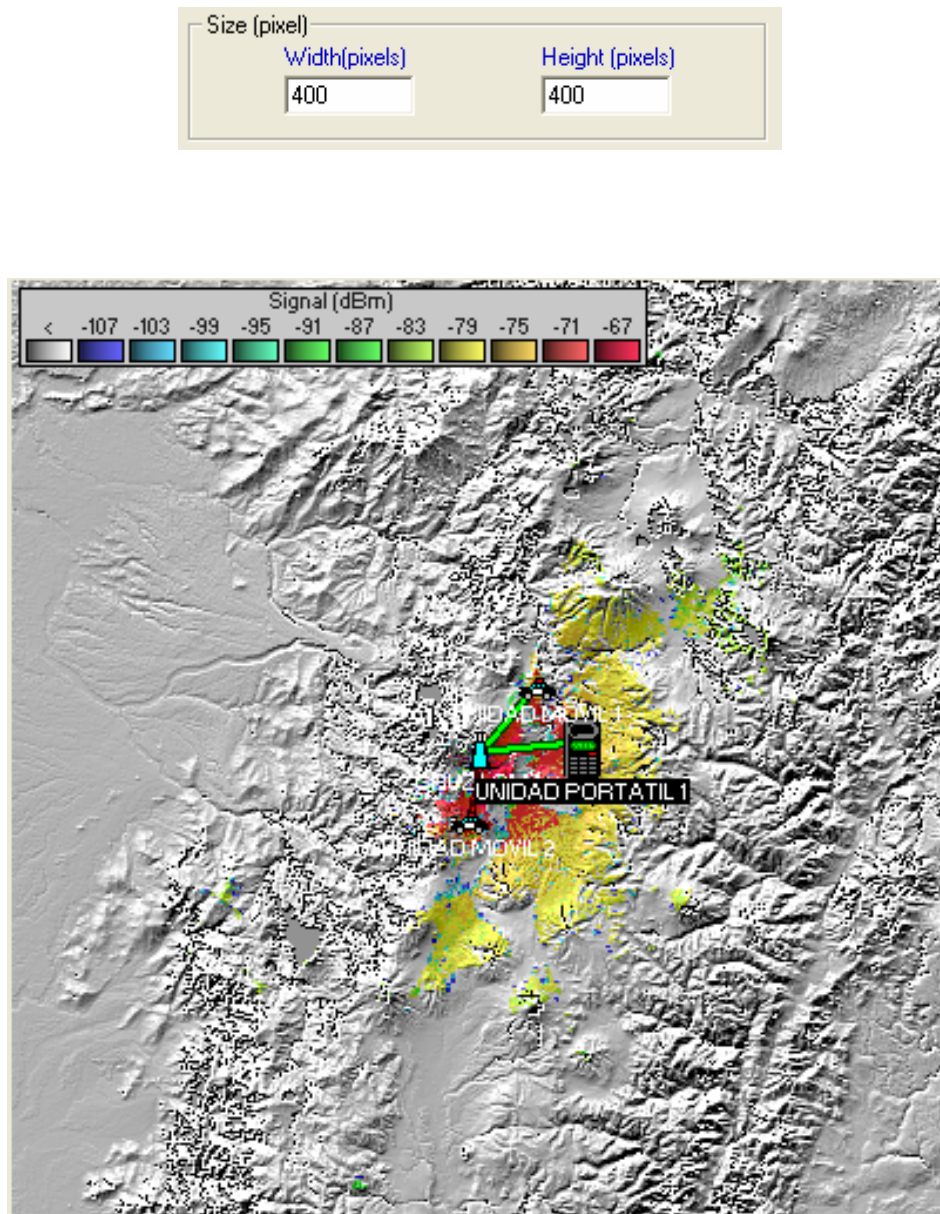


Figura. 5.18. Gráfica de cobertura de sitio Cruz Loma (referidos a los datos reales de equipos)

SITIO PUENGASI:

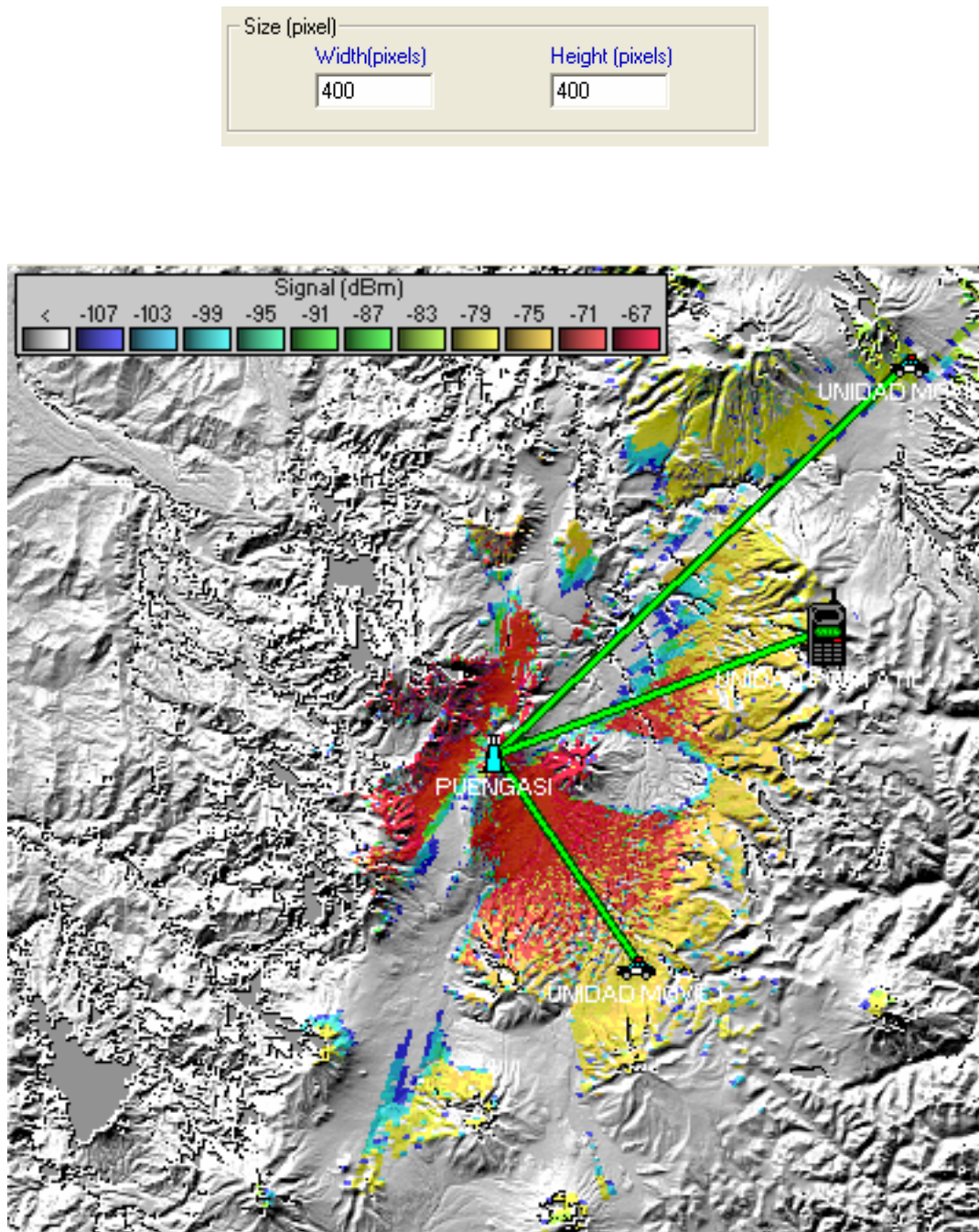


Figura. 5.19. Gráfica de cobertura de sitio Puengasi (referidos a los datos reales de equipos)

SITIO ATACAZO:

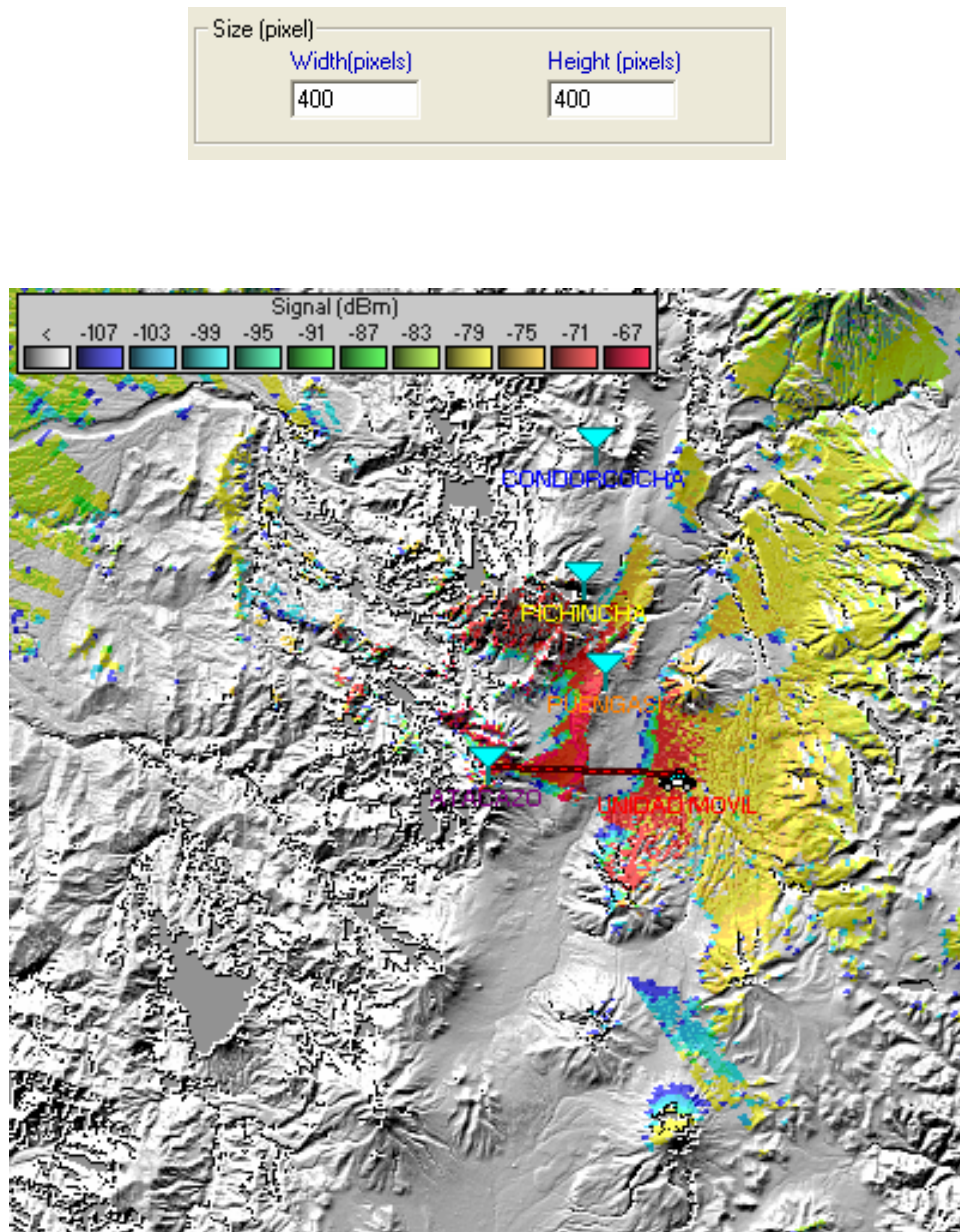


Figura. 5.20. Gráfica de cobertura de sitio Atacazo (referidos a los datos reales de equipos)

Del estudio realizado y considerando la infraestructura con que cuenta cada sitio de repetición, se puede concluir que los sitios seleccionados son los siguientes:

Norte: Cerro Condorcocha

Centro: Cerro Pichincha

Sur: Cerro Puengasí

Los cuales poseen infraestructura de trunking, excepto Pichincha el cual se lo tomo en consideración por cubrir una amplia zona central de Quito; en la parte presupuestal se considerará el equipamiento de este sitio; capítulo seis de la tesis.

El caso de Atacazo, este sitio provee una buena cobertura sin embargo, está actualmente en reestructuración y mejoramiento como puesto de microonda y paso para la comunicación con Bombolí y la Provincia del Guayas (por ello no se lo tomo encuentra como sitio). En el caso de Cruz Loma produce un solapamiento con Puengasí, y este tiene la prioridad por ser un sitio con equipamiento de trunking y de buena cobertura, por lo que se descartó para esta tesis también.

La cobertura, en sus puntos más extremos, con estos sitios de repetición sería:

Por el norte hasta Rumicucho, por el sur, hasta San José de Tucusu, por el este, hasta Sigsipamba y al oeste hasta El Tránsito con lo que se cubre con alta calidad mucho más del los límites del Distrito Metropolitano de Quito.

5.4.6.5. GRÁFICAS DE COBERTURAS POLAR Y CARTESIANA DE LOS SITIOS ESCOGIDOS

CONDORCOCHA: Cubre el sector Norte y Oeste, también una amplia zona central del Distrito Metropolitano de Quito.

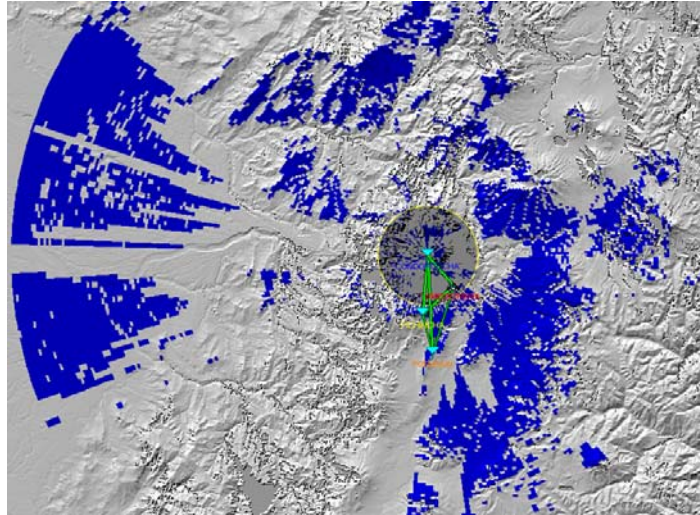


Figura. 5.21. Gráfica de cobertura cartesiana del sitio Condorcocha

PICHINCHA: Cubre el Norte, centro, también una parte al este del Distrito Metropolitano de Quito.

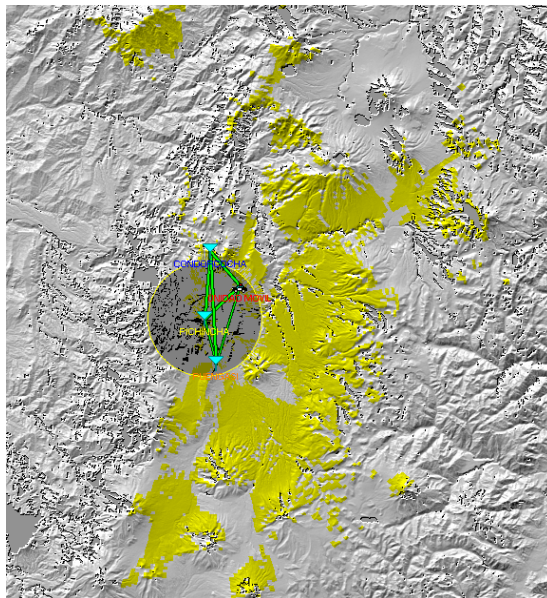


Figura. 5.22. Gráfica de cobertura cartesiana del sitio Pichincha

PUENGASI: Cubre el Sur y Este del Distrito Metropolitano de Quito.

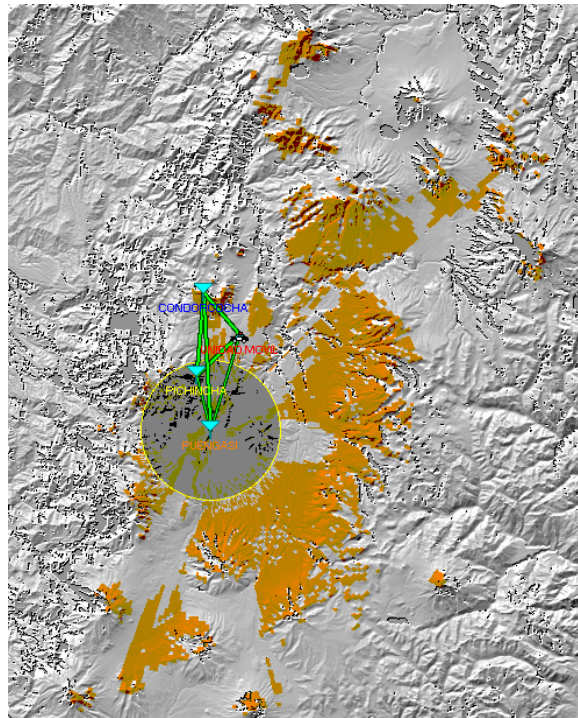


Figura. 5.23. Gráfica de cobertura cartesiana del sitio Puengasi

Como anexo de esta tesis, se detalla más gráficas de cobertura de los sitios, y se incluye las gráficas del radio de cobertura polar total de los tres sitios y radio de cobertura cartesiana de los mismos.

5.5. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema estará soportado básicamente por dos tipos de emplazamientos que los denominaremos: emplazamiento maestro y emplazamiento remoto.

El emplazamiento maestro. Incorpora todos aquellos elementos del sistema encargados fundamentalmente de la gestión y de la conmutación. Este emplazamiento constituye lo que en la terminología APCO se conoce como “infraestructura Software y de Gestión”.

El emplazamiento remoto. Está constituido esencialmente por todos los elementos del sistema que constituyen una estación base (Quantar) de cobertura radio de ahí que es conocido como estación base de radio.

5.5.1. PLAN DE NUMERACIÓN

El plan de numeración es muy importante por que definirá la organización operativa de la Policía en el Distrito Metropolitano de Quito.

Los Id están formados por cadenas numéricas, definidas dentro de un rango, que comprenden las direcciones individuales y de grupo.

Un Id individual es la dirección asociada a un único usuario de la red APCO, esto es, una estación de radio móvil, una estación de radio portátil, una consola de despacho.

Un Id de grupo es una dirección asociada a un colectivo de usuarios de la red APCO, terminales de radio y consolas de despacho.

Cada Id se compone de 6 dígitos decimales que van desde 000000 hasta 999999. El significado de cada uno de los dígitos varía según se trate de Id individuales o de grupo.

El **formato genérico** de un Id APCO es el siguiente:

Identificadores individuales

A es el área de distribución (DP) o de departamento (DpA), (zonas), varía de 1 a 9.

BB es el número de división dentro del DP y/o DpA, varía de 01 a 99.

CCC es el número unitario de división, varía de 000 a 999.

Dentro de una división se puede asignar hasta 1000 ID.

Identificadores de grupo

Dentro de éstos, se distinguen dos categorías:

Distribución interna de área, esto es, grupos de usuarios pertenecientes a un mismo DP/CpA, pero de diferentes divisiones.

A es el número de distribución de área (distinto de 0)

00 es el número de división 00

CCC es el Id de grupo dentro de un DP, varía entre 000 y 9999

Dentro de un área de distribución se pueden asignar hasta 1000 Id.

Distribución externa de área (redes cruzadas), esto es, grupos de usuarios pertenecientes a diferentes DP y divisiones.

La secuencia del Id es 0 00 CCC, donde:

CCC es el identificador de grupo. Varía entre 000 y 999

Se puede asignar hasta 1000 ID para grupos de redes cruzadas.

Según se muestra en la siguiente figura, el rango 000000 – 999999 aparece dividido en rangos, cada uno de ellos correspondiente a una distribución. El último rango es el 1000; es decir, hay disponibles 1000 identificadores por cada área de distribución.

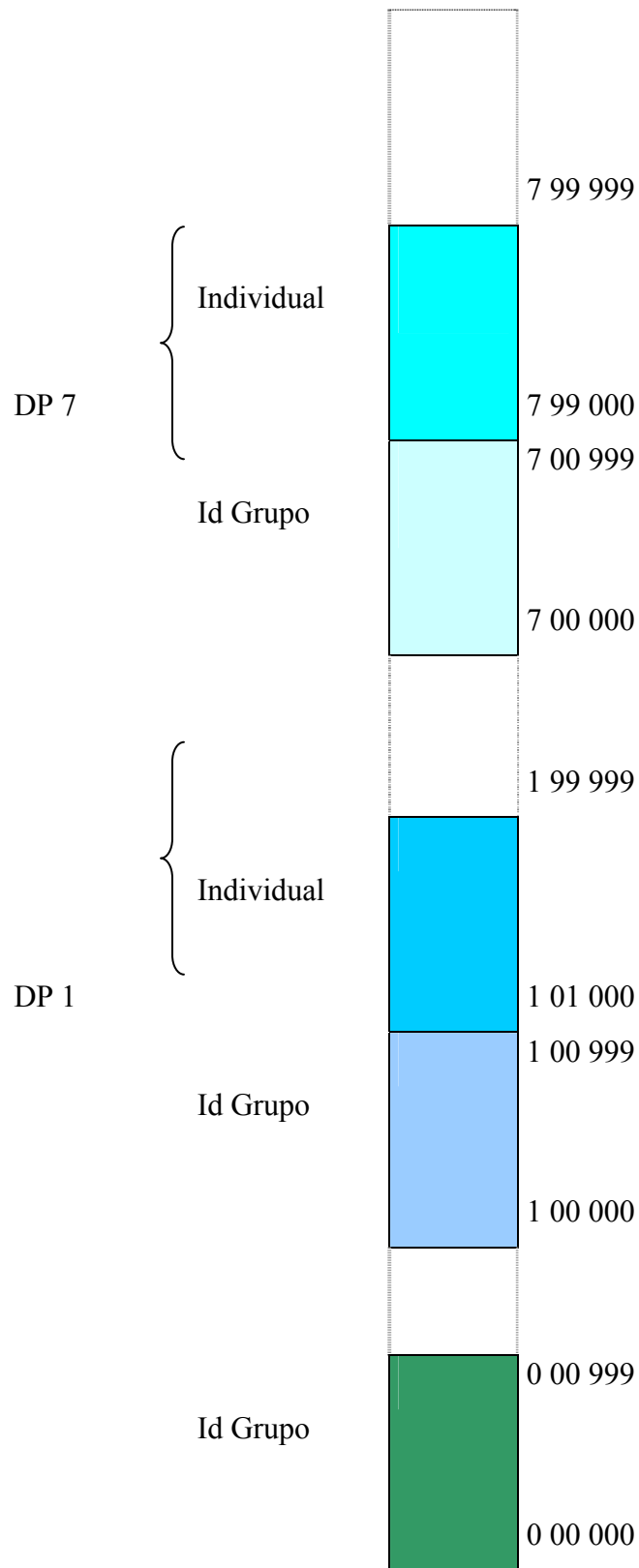


Figura. 5.24. Plan de numeración (identificadores individuales y de grupo)

Nuestro sistema tendrá 3 áreas de distribución (Dp): norte Dp 1, centro Dp 2 y sur Dp 3. Según el estudio realizado en este capítulo, tabla 5.3, cada Dp tiene un número definido de grupos y éstos a la vez de usuarios, considerando éstos numéricos, en la tabla 5.43 se presenta el plan numeración para el sistema propuesto:

USUARIOS SECTOR NORTE			
		ESTACIONES	
Nº DE GRUPO	INTEGRANTES	MÓVIL	PORTÁTIL
1	Unidad de Vigilancia Norte (UVN)	5	6
2	Servicio de Tránsito	12	6
3	Grupo de Intervención y Rescate (GIR)	6	6
4	Jefatura de Tránsito	10	6
5	Escuela Superior de Policía	4	6
TOTAL PARCIAL		37	30
TOTAL DE UNIDADES SUSCRIPTORAS (L)		67	

Tabla. 5.26. Unidades suscriptoras (sitio norte)

USUARIOS SECTOR CENTRO			
		ESTACIONES	
Nº DE GRUPO	INTEGRANTES	MÓVIL	PORTÁTIL

1	Unidad de Vigilancia Centro Occidente	3	2
2	Unidad de Vigilancia Centro Oriente	4	2
3	Servicio de Tránsito	9	6
4	Regimiento Quito N°2	4	2
5	Servicio de Accidentes de Tránsito (SIAT)	7	6
6	Grupo de Operaciones Especiales (GOE)	7	6
7	Dirección Nacional de Comunicaciones	4	6
TOTAL PARCIAL		38	30
TOTAL DE UNIDADES SUSCRIPTORAS (L)		68	

Tabla. 5.27. Unidades suscriptoras (sitio centro)

USUARIOS SECTOR SUR			
		ESTACIONES	
N° DE GRUPO	INTEGRANTES	MÓVIL	PORTÁTIL
1	Unidad de Vigilancia Sur (UVS)	7	7
2	Servicio de Tránsito	12	9
3	Puestos de asistencia en los valles	12	7
4	Destacamento Machachi	6	7
TOTAL PARCIAL		37	30
TOTAL DE UNIDADES SUSCRIPTORAS (L)		67	

Tabla. 5.28. Unidades suscriptoras (sitio sur)

Zonas (A)		Divisiones (BB)		Suscriptor (CCC)
Norte	Dp = 1	Grupo 1	01	000 – 010
		Grupo 2	02	000 - 017
		Grupo 3	03	000 - 011
		Grupo 4	04	000 - 015
		Grupo 5	05	000 – 009
Centro	Dp = 2	Grupo 1	01	000 – 004
		Grupo 2	02	000 - 005
		Grupo 3	03	000 - 014
		Grupo 4	04	000 - 005
		Grupo 5	05	000 - 012
		Grupo 6	06	000 - 012
		Grupo 7	07	000 – 009
Sur	Dp = 3	Grupo 1	01	000 – 013
		Grupo 2	02	000 - 020
		Grupo 3	03	000 – 018
		Grupo 4	04	000 – 012

Tabla. 5.29. Identificadores de suscriptores para los sitios

5.5.2. REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Es fundamental que un proyecto de esta naturaleza prevea el personal adecuado en cada una de las áreas ya que de lo contrario una vez implementado el aprovechamiento de las ventajas y la operación del sistema serían limitados.

Actualmente la Central de Radio Patrullas esta conformada por cuatro áreas: Gestión telefonía, Gestión radio, Gestión video y Gestión administrativa, el presente estudio tiene

relación únicamente con la Gestión radio y administrativa. De igual manera para el control y gestión del sistema se requeriría más personal.

De estas consideraciones surge la necesidad de que paralelamente a la implementación del sistema se realice la selección y capacitación del personal en un número suficiente en las áreas específicas de operación del sistema.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA TÉCNICA DE LA RED DE DATOS

6.1. SOLUCIÓN DE DATOS MÓVILES SOBRE LA RED DE RADIO PARA LA POLICÍA NACIONAL

Una vez realizado un estudio minucioso de las tecnologías de datos móviles y realizando un levantamiento real de los sitios e infraestructura que posee policía nacional del Ecuador; se resolverá la solución más óptima, en función del aspecto técnico, logístico y factibilidad real de la futura implementación de un servicio de datos.

De lo estudiado en esta tesis, se resuelve inicialmente que en la actualidad se cuenta con numerosas soluciones y aplicaciones para la transmisión de datos móviles; se puede proporcionar datos móviles sobre sistemas de radio convencional o troncalizado, como en una infraestructura de transmisión de datos dedicada; la selección de una de estas aplicaciones depende muy completamente hacia las necesidades reales de usuarios, tráfico y extensión territorial; así como los requerimientos previos de la infraestructura y sistema en general.

La selección inicial de servicio de datos después de realizados los estudios pertinentes, se enfocó a dos tecnologías de radio: Tecnologías de Radio de Datos Dedicados, Tecnologías de Radio de Voz y Datos Integrados sobre trunking. Finalmente luego del análisis realizado, la tecnología seleccionada como la mejor, en este estudio de factibilidad corresponde hacia los servicios dedicados de datos; considerando para ello la opción real del sistema existente, la problemática del tráfico por el volumen existente de usuarios y los canales para abastecerlos, las aplicaciones de datos móviles que podrían

correr sobre los sistemas, la transparencia entre la voz y futuro sistema datos, objetivos reales institucionales y finalmente una óptima relación al costo posible de implementación, que provee conectividad entre aplicaciones de servidor fijo y aplicaciones en terminales de usuarios fijos, móviles y portátiles; también provee integración transparente con sistemas de radio troncalizado de Motorola, compartiendo la infraestructura y sistema de antenas.

Todo el sistema y equipos están diseñados para aplicaciones de datos, lo que permite un acceso rápido a los canales y una alta eficiencia en la transmisión de datos.

El sistema como tal puede ser diseñado para una variedad de coberturas, incluyendo sistemas grandes y complejos. Las configuraciones pueden soportar hasta 64 estaciones base, otorgando roaming a través de una extensa área geográfica a usuarios que requieran una alta densidad de tráfico.

Se puede configurar como sistemas de un solo sitio o sistemas multisitio, esto permite que el sistema pueda crecer según las necesidades que se presenten.

6.1.1. PROPUESTA DE LA RED DE DATOS

El sistema de datos móviles para la Policía Nacional del Ecuador propuesto se instalará en forma paralela en los sitios de repetición del sistema de comunicación Smartzone; es decir se utilizará la infraestructura existente del sistema troncalizado, correspondiente a los sitios de Puengasí y Condorcocha, a excepción de uno de los sitios que se lo llama SITIO NUEVO (que fue definido en el capítulo anterior); y que será instalado con su propio sistema de antena.

La infraestructura en estudio a ser instalada para cubrir el Distrito Metropolitano de Quito será la siguiente:

- El equipamiento ha ser instalado en el sitio maestro o emplazamiento maestro, ubicado en la Dirección Nacional de Comunicaciones (DINACOM), consiste de: Wireless Network Gateway (WNG), Radio Network Controller (RNC), router y switches de comunicaciones, Digital interface unit (DIU) con sus respectivos

accesorios. Interface para acceder a los servidores de la base de datos de la institución en el sitio maestro.

Conjuntamente con este equipamiento principal se establecen las consolas de gestión y despacho para los equipos de red; y se establece el centro de gestión de la misma.

- El equipamiento a ser instalado en los emplazamientos remotos: 1 Data Base Station (DBS) QUANTAR en 800 Mhz a ser ubicados en los sitios de repetición del sistema troncalizado de acuerdo al diagrama que se presentará posteriormente. Una DBS adicional que será ubicada en el sitio nuevo para Pichincha.
- Para los usuarios finales se dispondrán de un conjunto de computador y equipo de radio (que son conectados directamente con un cable de interfase). El equipo de radio portátil corresponde a (XTS 2250) y equipo móvil o vehicular (XTL1500). Se contempla ambas clases de equipos, tomando en consideración que para los equipos portátiles se hace necesario con anterioridad la programación interna para transmisión de datos.
- El software de gestión ha ser utilizado corresponde al MDC Premier de Motorola. Las aplicaciones desarrolladas para el mismo corresponden en una fase inicial la mensajería y acceso a base de datos: Database Access, Inquiry and Update, Reports, Records Management, Direct Data Entry.

A continuación se muestra esquemáticamente la conectividad de red con la base de datos que se esta desarrollando en la DINACOM; el equipamiento para la red dedicada de datos, las consolas de gestión y despacho, y la estación base de datos:

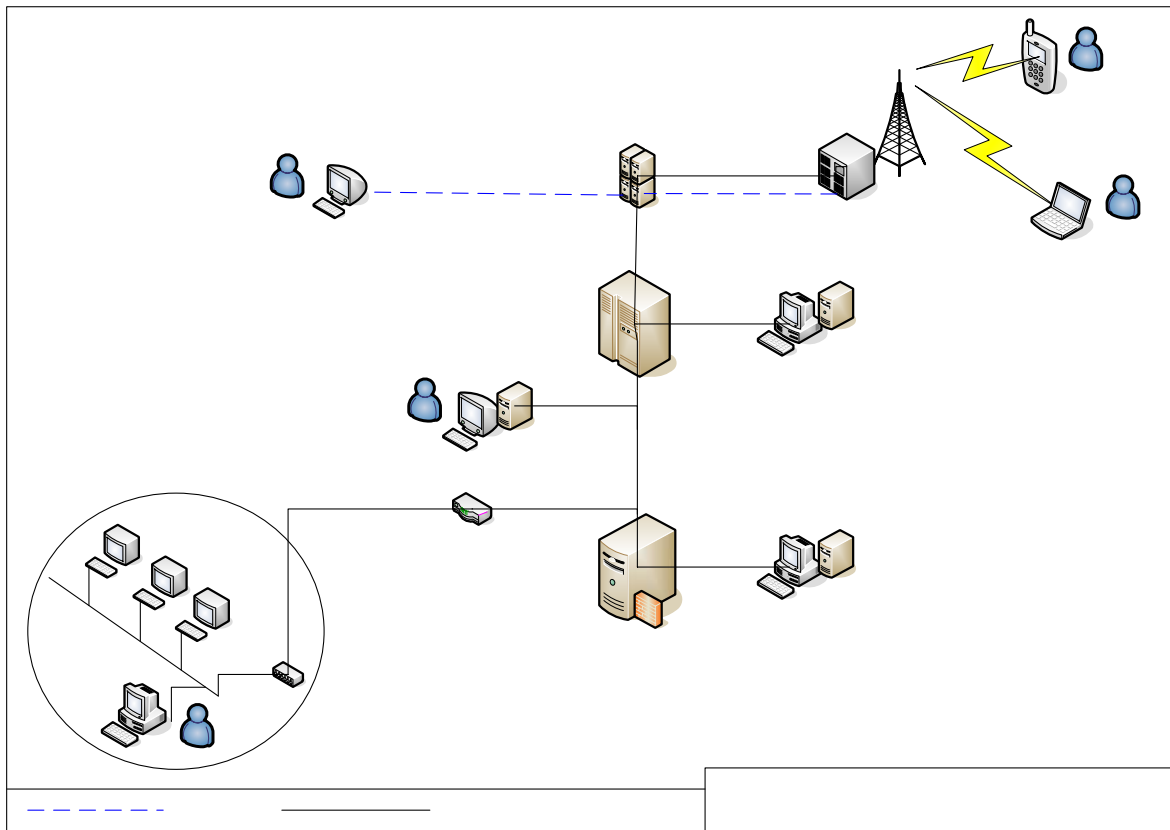


Figura. 6.1. Diagrama general de la red de datos dedicada

6.1.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema estará soportado básicamente por el emplazamiento maestro y los emplazamientos remotos.

El emplazamiento maestro. Incorpora todos aquellos elementos del sistema encargados fundamentalmente de la gestión y de la conmutación. Este emplazamiento constituye lo que en la terminología APCO se conoce como “infraestructura Software y de Gestión”.

El emplazamiento remoto. Está constituido esencialmente por todos los elementos del sistema que constituyen una estación base (Quantar) de cobertura radio de ahí que es conocido como estación base de radio.

Nuestro sistema estará constituido por un emplazamiento maestro y tres emplazamientos remotos, lo que se define como red regional intersitio, como se muestra en el gráfico a continuación:

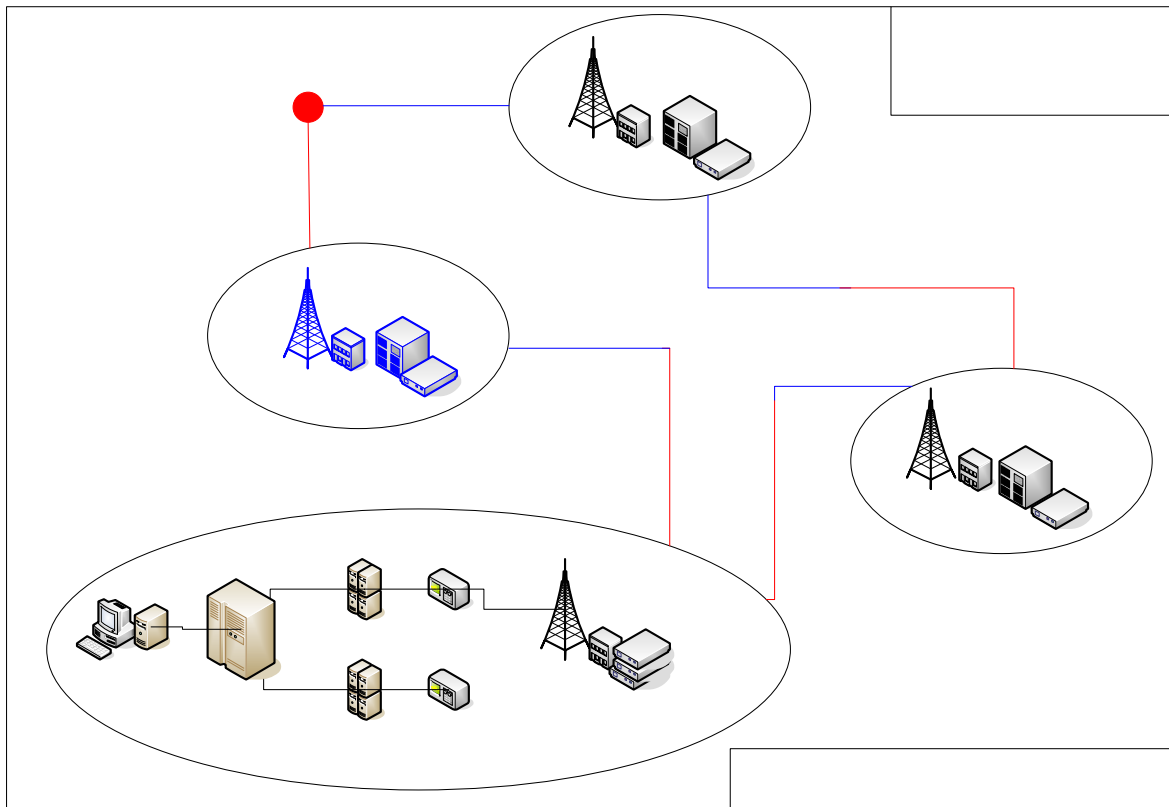


Figura. 6.2. Sitio maestro y emplazamientos remotos del sistema

Se detalla en la tabla a continuación, el equipamiento necesario en cada sitio para el Distrito Metropolitano de Quito, la distancia entre-sitio y su ubicación geográfica:

EMPLAZAMIENTO MAESTRO

DINACOM:

COTACACHI

SITIO DE MICROONDA PDH

COTACACHI - PICHINCHA

Ubicación geográfica	Latitud 00°10'47''S y longitud 78°31'15''W.
Enlaces de comunicación	DINACOM- Puengasí DINACOM- Pichincha
Distancia entre-sitios	DINACOM- Puengasí -> 17 km DINACOM- Pichincha -> 3 km
Equipo que posee el sitio	Sistema irradiante: Combinador de transmisión Multiacoplador de recepción Antenas de transmisión y recepción, si bien el presente diseño se lo ha hecho con una potencia de 50 W, la potencia de salida podría llegar hasta 100 W. Cable coaxial de 7/8" y 1 1/4" La torre disponible es auto soportable de 40 m. de altura. Duplexor
Equipo a ser implementado	Controlador de red de radio (RNC) Puerta de salida de red inalámbrica (WNG) Hub de comunicaciones para la red Unidad de interfaz digital (DIU) Consolas de despacho y gestión ATAC3000 (comparador para división de roaming).

Tabla. 6.1. Tabla referencial sobre equipamiento en sitio maestro

EMPLAZAMIENTOS REMOTOS

CONDORCOCHA:

Ubicación geográfica	Latitud 00°2'11''S y longitud 78°30'43''W
Cobertura del sitio	Norte, Oeste
Enlaces de comunicación	Condorcocha- Puengasí
Distancia entre-sitios	Condorcocha- Puengasí -> 28 km
Equipo que posee el sitio	<p>Sistema irradiante:</p> <p>Combinador de transmisión de 8 canales para datos</p> <p>Multiacoplador de recepción</p> <p>Antenas de transmisión y recepción, si bien el presente diseño se lo ha hecho con una potencia de 50 W, la potencia de salida podría llegar hasta 100 W.</p> <p>Cable coaxial de 7/8'' y 1 ¼''</p> <p>La torre disponible es auto soportable de 40 m. de altura.</p> <p>Duplexor</p>
Equipo a ser implementado	Estación base de datos-QUANTAR

Tabla. 6.2. Tabla referencial sobre equipamiento en sitio remoto Condorcocha

PICHINCHA:

Ubicación geográfica	Latitud 00°9'47''S y longitud 78°31'23,19''W
Cobertura del sitio	Norte y Centro
Enlaces de comunicación	Pichincha- DINACOM
Distancia entre-sitios	Pichincha- DINACOM -> 3 km
Equipo que posee el sitio	<p>Antenas de transmisión y recepción, si bien el presente diseño se lo ha hecho con una potencia de 50 W, la potencia de salida podría llegar hasta 100 W.</p> <p>Cable coaxial de 7/8'' y 1 ¼''</p> <p>La torre disponible es auto soportable de 40</p>

	m. de altura.
Equipo a ser implementado	Sistema irradiante: Combinador de transmisión de 8 canales para datos Multiacoplador de recepción Duplexor Estación base de datos-QUANTAR

Tabla. 6.3. Tabla referencial sobre equipamiento en sitio remoto Pichincha

PUENGASÍ:

Ubicación geográfica	Latitud 0°14'55''S y longitud 78°30'4''W
Cobertura del sitio	Centro, Este, Sur
Enlaces de comunicación	Puengasí- Condorcocha Puengasí- Pichincha
Distancia entre-sitios	Puengasí- Condorcocha -> 28 km Puengasí- Pichincha -> 17 km
Equipo que posee el sitio	Sistema irradiante: Combinador de transmisión de 8 canales para datos Multiacoplador de recepción Antenas de transmisión y recepción, si bien el presente diseño se lo ha hecho con una potencia de 50 W, la potencia de salida podría llegar hasta 100 W. Cable coaxial de 7/8'' y 1 1/4'' La torre disponible es auto soportable de 40 m. de altura. Duplexor
Equipo a ser implementado	Estación base de datos-QUANTAR

Tabla. 6.4. Tabla referencial sobre equipamiento en sitio remoto Puengasí

6.1.3. DISTRIBUCIÓN DE DBS EN LOS SITIOS

Para el proyecto de comunicaciones de datos móviles en el Distrito Metropolitano de Quito, se tiene la distribución de sitios de la siguiente manera:

- Sitios en funcionamiento de trunking actualmente: PUENGASÍ Y CONDORCOCHA
- Sitio maestro para la red de aplicación: DINACOM
- Sitio nuevo a ser equipado con equipo de antena y Quantar de datos: PICHINCHA
- Sitio de microonda para conectividad con Guayas: ATACAZO

Para los sitios en estudio es importante la determinación de señalización, interconexión y distribución de DBS en los sitios, en la gráfica a continuación se detalla lo expresado:

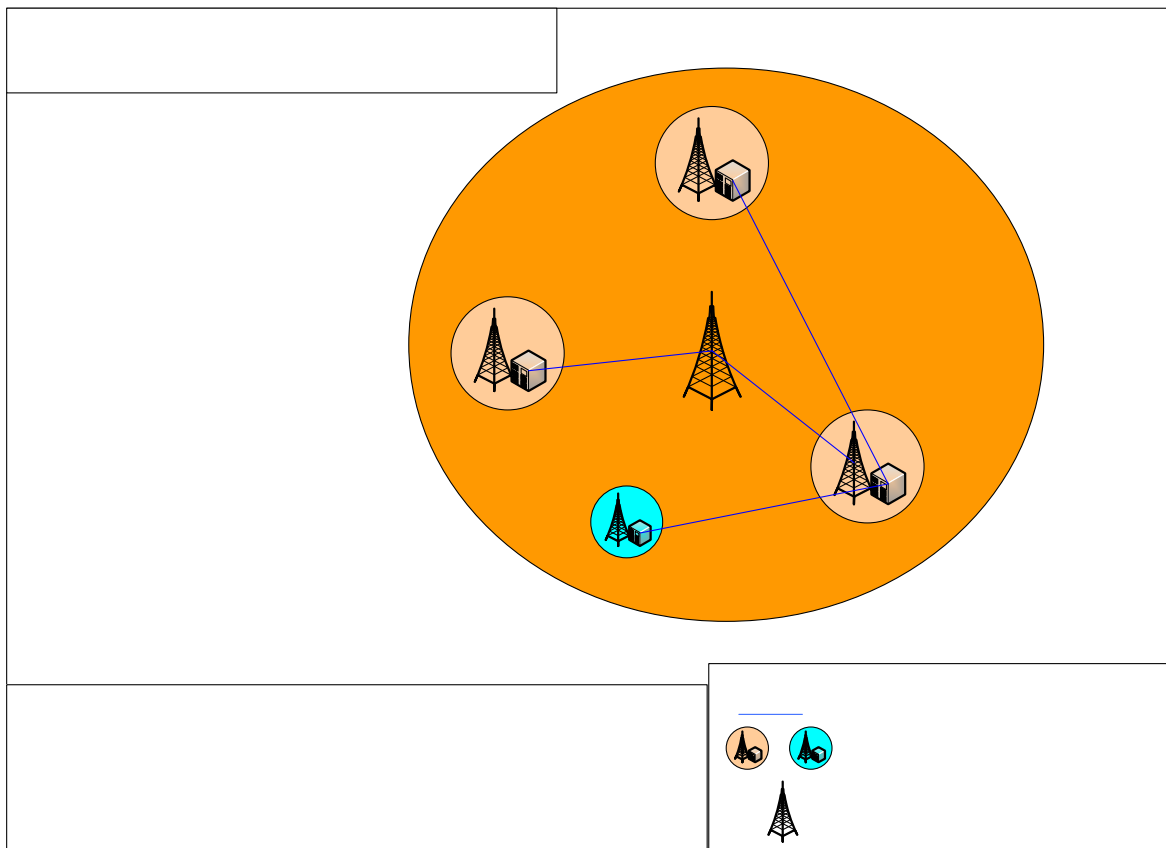


Figura. 6.3. Distribución de las DBS en los sitios para el Distrito de Quito

En el gráfico anteriormente descrito es importante recalcar; que para la señalización entre-sitio se tomo en consideración el análisis de tráfico realizado en el capítulo 5 de esta tesis.

Del análisis realizado, para el tráfico de datos se determinó que para 202 usuarios en el sistema, distribuidos en tres sitios, con 4 llamadas/hora por usuario y un tiempo promedio de las llamadas de 123 seg., se generó un tráfico de alrededor de 9 erlangs por sitio, con un número aproximado de 16 canales de manejo; todo esto considerando una vez más el peor caso, para dimensionar de la mejor manera la red, un tiempo de llamada y un pedido de servicio considerable.

La señalización será por el canal de **microondas policiales (SMOP)** que es una red de microondas PDH, tanto entre los emplazamientos remotos como entre éstos y el emplazamiento maestro.

Disposición de canales destinados por la Policía:

Como se mencionó; se ha determinado 16 canales necesarios para el manejo de datos; eso es lo óptimo para los requerimientos mencionados de análisis de tráfico en usuarios y tiempos.

Pero se debe manejar la realidad y disposiciones de las autoridades de la institución; los mismos que dispusieron, en el proyecto paralelo de mejoramiento de sus sistemas, el disponer de 8 canales por sitio en la provincia de Pichincha para datos, en un inicio, aparte de los canales dispuestos para voz, mencionados en el capítulo 2 de este proyecto.

De este número de canales se tiene técnicamente un tráfico fluctuante de 3.77 erlangs posible para unos 8 canales; haciendo un referencia a por ejemplo 2 llamadas/hora por usuario y un tiempo promedio de las llamadas de unos 99 seg., con los 69 usuarios determinados. De igual manera se podría hacer referencia a la reducción de usuarios por sitio a unos 55 usuarios por sitio y 2 llamadas/hora para los 123 segundos; con un tráfico

fluctuante de 3.77 erlangs. O a unos 34 usuarios por sitio, con la posibilidad de 4 llamadas/hora con un tiempo de duración de unos 99 seg., para un tráfico de 3.77 erlangs.

Sin embargo los datos mencionados para un tráfico de 3.77 erlangs, también son valederos para un buen funcionamiento del sistema. Ya que para los 16 canales se consideró el sistema óptimo, que podría ser alcanzado en el transcurso del desarrollo de este proyecto.

Los 99 seg., mencionados están dentro del tiempo de establecimiento del servicio de datos, según las pruebas de Moto-visión de servicios inalámbricos, no es abrupto el cambio; el manejar 2 llamadas/hora implicaría por ejemplo, la compartición real de necesidades y servicios a la ciudadanía tanto para voz como para datos, cada una con unas 2 llamadas, que se podría dar. Pero la mejor manera de dar buen uso a estos 8 canales iniciales sería el manejo de número de usuarios en su fase preliminar, reduciendo el número de los mismos en las entidades del Distrito de Quito, y distribuyéndolos para la provincia de Guayas, sería una excelente opción: y es posible porque en este proyecto, si se presenta la posibilidad de equipamiento de sitios también para Guayas.

A continuación se detalla cada sitio, su canalización y señalización:

DINACOM:

Equipo de radio de la microonda	Equipo marca ALACTEL Modelo AFH150 Jerarquía PDH Potencia 1W Configuración 1+1 HSB
Frecuencia de operación del troncalizado	Banda en 800 Mhz
Capacidad máxima disponible	X8-Capacidad 8 Mbps bidireccional
Capacidad utilizada	X2-DINACOM- Puengasi -> 2 Mbps bidir. X2-DINACOM- Pichincha -> 2 Mbps bidir.
Canales máximos disponibles	1 E2 -> 120 canales
Canales disponibles entre enlaces	DINACOM- Puengasi -> 30 canales

	DINACOM- Pichincha -> 30 canales
--	----------------------------------

Tabla. 6.5. Señalización y canalización del sitio maestro

EMPLAZAMIENTOS REMOTOS

CONDORCOCHA:

Equipo de radio de la microonda	Equipo marca ALACTEL Modelo AFH150 Jerarquía PDH Potencia 1W Configuración 1+1 HSB
Frecuencia de operación del troncalizado	Banda en 800 Mhz
Número de unidades suscriptoras	67 unidades (37 móviles y 30 portátiles)
Sector de cobertura mayoritaria	Norte
Tráfico cursado	9.5 erlangs
Número de canales necesarios	16 canales
Capacidad máxima disponible	X4-Capacidad 4 Mbps bidireccional
Capacidad utilizada	X2-Condorcocha-Puengasi -> 2 Mbps bidir.
Canales máximos disponibles	2 E1 -> 60 canales
Canales disponibles entre enlaces	Condorcocha- Puengasi -> 30 canales

Tabla. 6.6. Señalización y canalización del sitio remoto Condorcocha

PICHINCHA:

Equipo de radio de la microonda	Equipo marca ALACTEL Modelo AFH150 Jerarquía PDH Potencia 1W Configuración 1+1 HSB
Frecuencia de operación del troncalizado	Banda en 800 Mhz

Número de unidades suscriptoras	68 unidades (38 móviles y 30 portátiles)
Sector de cobertura mayoritaria	Centro
Tráfico cursado	9.2 erlangs
Número de canales necesarios	16 canales
Capacidad máxima disponible	X4-Capacidad 4 Mbps bidireccional
Capacidad utilizada	X2-Pichincha-DINACOM -> 2 Mbps bidir.
Canales máximos disponibles	2 E1 -> 60 canales
Canales disponibles entre enlaces	Pichincha- DINACOM -> 30 canales

Tabla. 6.7. Señalización y canalización del sitio remoto Pichincha

PUENGASÍ:

Equipo de radio de la microonda	Equipo marca ALACTEL Modelo AFH150 Jerarquía PDH Potencia 1W Configuración 1+1 HSB
Frecuencia de operación del troncalizado	Banda en 800 Mhz
Número de unidades suscriptoras	67 unidades (37 móviles y 30 portátiles)
Sector de cobertura mayoritaria	Sur
Tráfico cursado	9 erlangs
Número de canales necesarios	16 canales
Capacidad máxima disponible	X4-Capacidad 4 Mbps bidireccional
Capacidad utilizada	X2-Puengasi-DINACOM -> 2 Mbps bidir. X2-Puengasi-Condorcocha -> 2 Mbps bidir.
Canales máximos disponibles	2 E1 -> 60 canales
Canales disponibles entre enlaces	Puengasi-DINACOM -> 30 canales Puengasi-Condorcocha -> 30 canales

Tabla. 6.8. Señalización y canalización del sitio remoto Puengasí

El centro medular de la gestión de toda la red se encuentre centralizado en el Master Site en Quito, por lo que la disposición sectorial de datos en el distrito queda dispuesto en función de la colocación de DBSs con una capacidad dada de canal en cada estación base, en donde se tenga equipamiento de antena, con la conectividad RF que proporciona la microonda.

Por lo que es conveniente proponer la disposición de 4 DBSs hacia una posible ampliación de la red móvil de datos hacia la provincia del Guayas. La disposición de sitios de trunking y microonda de cobertura y conectividad serían:

- Sitios en funcionamiento de trunking actualmente: COCHABAMBA, CERRO GONZÁLEZ Y CERRO AZUL.
- Sitio de microonda para conectividad con Pichincha: AZUCENA

También se tiene un sitio de troncalizado de intermedio, con equipo de antena; que cubriría Santo Domingo de los Colorados como población principal de cobertura, pero que actualmente requiere un Tenser para su funcionamiento corresponde al cerro BOMBOLÍ.

Esquemáticamente nuestra red global de datos, como una opción ampliada, para Pichincha y Guayas; quedaría de la siguiente manera:

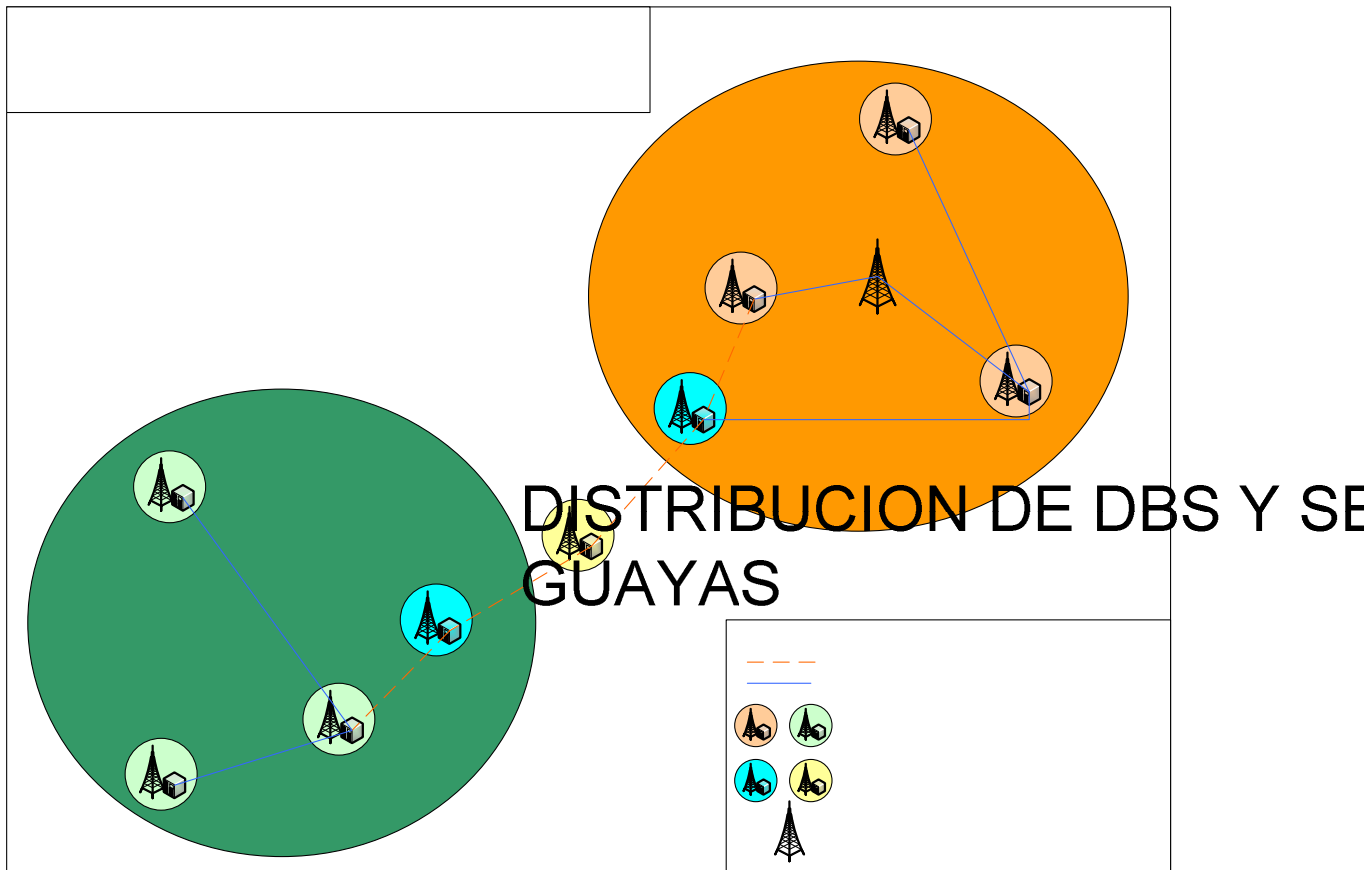


Figura. 6.4. Distribución de las DBS en los sitios para Pichincha y Guayas

En Cerro Azul se colocaría un DBS ya que ese sitio es el centro medular para la conectividad con Cuenca y otras provincias; y cada sitio trunking tendría un DBS para el manejo de los datos. Es necesario recalcar que en función de las necesidades se pueden ir implementando nuevas DBS.

De igual manera la valoración de 202 usuarios (equipos totales de emplazamientos), se ha realizado en función de las necesidades inherentes de un beneficio posterior hacia la Provincia de Pichincha y Guayas; siendo la presentada anteriormente una posible distribución de equipos parcializada hacia el Distrito de Quito, como objetivo de tesis; pero que puede ser sometida a variaciones, según las necesidades que surjan y el presupuesto habilitado realmente para el fin.

Esto quiere decir que por ejemplo la Dirección de Comunicaciones puede distribuir ya contando con la infraestructura de datos de las Quantar para Pichincha y Guayas, **DBS**

como se propone en esta tesis, la mitad del equipamiento terminal para Guayas; siendo esto posible, por que el estudio de tráfico realizado contempla el peor caso en donde existe el número total de usuarios para solamente tres sitios, lo que implica un alto tráfico de datos.

Considerando este criterio de servicio extendido, el equipamiento de sitios extra sería el siguiente:

EMPLAZAMIENTO MAESTRO

DINACOM:

Equipo a ser implementado extra	1 Unidades de interfaz digital (DIU) 1 ATAC3000 (comparador para división de roaming).
----------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla. 6.9. Equipo extra para servicio a Guayas en el sitio maestro

EMPLAZAMIENTOS REMOTOS

Equipo a ser implementado	Repetidoras
Cerro Azul	1 Estación base de datos-QUANTAR
Cerro González	1 Estación base de datos-QUANTAR
Cerro Cochabamba	1 Estación base de datos-QUANTAR

Tabla. 6.10. Equipo extra para servicio a Guayas en los sitios remotos

No se hace referencia al equipamiento irradiante y duplexores, ya que no se tiene referencia de sitios de Guayas, correspondientes a otra jurisdicción regional policial. En el momento que se desarrolle la red ampliada se necesitaría la información técnica de dichos sitios.

6.1.4. FRECUENCIAS DE OPERACIÓN

En el capítulo 5, ítem 5.2.2 se estableció el criterio de asignación de frecuencia y se estableció la banda de frecuencia de seguridad asignada a Policía Nacional, a continuación se ejemplifica las bandas de frecuencia y su posible canalización:

Bandas de frecuencias:

Para la instalación y operación de los Sistemas de radio se establecen las siguientes bandas: 806 - 824 MHz y 851 - 869 MHz; 896 - 898 MHz y 935 - 937 MHz; 902 - 904 MHz y 932 - 934 MHz; atribuidas a título primario a los Servicios Fijo y Móvil Terrestre. El ancho de banda de cada canal es de 25 KHz.

Canalización de las bandas:

- Las bandas de frecuencias de 806 - 824 MHz y 851 - 869 MHz, se dividen en 720 canales tanto para transmisión (Tx) como para recepción (Rx), con separación entre transmisión y recepción de 45 MHz.

La banda de 806 - 824 MHz será utilizada para transmisión y la banda de 851 - 869 MHz será utilizada para recepción en la estación de abonado o estación terminal.

- Las bandas de frecuencias de 896 – 898 MHz y 935 – 937 MHz, se dividen en 80 canales tanto para transmisión (Tx) como para recepción (Rx), con separación entre transmisión y recepción de 39 MHz.

La banda de 896 – 898 MHz será utilizada para transmisión y la banda de 935 – 937 MHz será utilizada para recepción en la estación de abonado o estación terminal.

6.1.5. CAPACIDAD DE TRANSMISIÓN DE DATOS

La ventaja principal de un sistema de datos dedicado radica principalmente en la capacidad de transmisión de datos, con una capacidad de transmisión e 9.6 Kbps:

Cuando se trabaja en un modo solo datos se tiene que de una capacidad de 9.6 Kbps, esta se haya distribuida en 7.2 Kbps para datos y 2.4Kbps para código de corrección de error.

Cuando se trabaja en un modo voz y datos se tiene que de una capacidad de 9.6 Kbps, esta se haya distribuida en 4.8 Kbps para voz, 2.7Kbps para señalización Astro y 2.1Kbps para código de corrección de error.

Lo que implica un manejo efectivo de 7.2 Kbps en red dedicada, que permite una gran capacidad de manejo de datos para un número elevado de usuarios y de alto tráfico; de igual manera la posibilidad de manejo de software de aplicación para los terminales.

En el caso de una red de voz y datos se ve un manejo efectivo de 4.8 Kbps pero para voz, ya que en una red compartida, la voz tiene prioridad sobre los datos, de igual manera se necesita 2.7 Kbps para señalización.

En el caso de la capacidad de los sistemas para código de corrección de errores; la red dedicada tiene mayor capacidad de detención con 2.4 Kbps para corrección, sobre la red compartida.

6.2. DETALLE TÉCNICO DE EQUIPOS DE LA RED DEDICADA DE DATOS

Se especificará el esquema del rack de comunicaciones del sitio maestro (incluyendo el equipamiento para dar servicio a Guayas) y el detalle técnico de los equipos.

6.2.1. DIAGRAMA DEL RACK DEL SITIO MAESTRO

Una vez definido la arquitectura del sistema y dimensionando el equipamiento para el sitio maestro (incluyendo Pichincha y Guayas); a continuación se muestra un

esquema general de como podría organizarse el rack de comunicación en el sitio maestro, con el equipamiento de la red dedicada de datos.

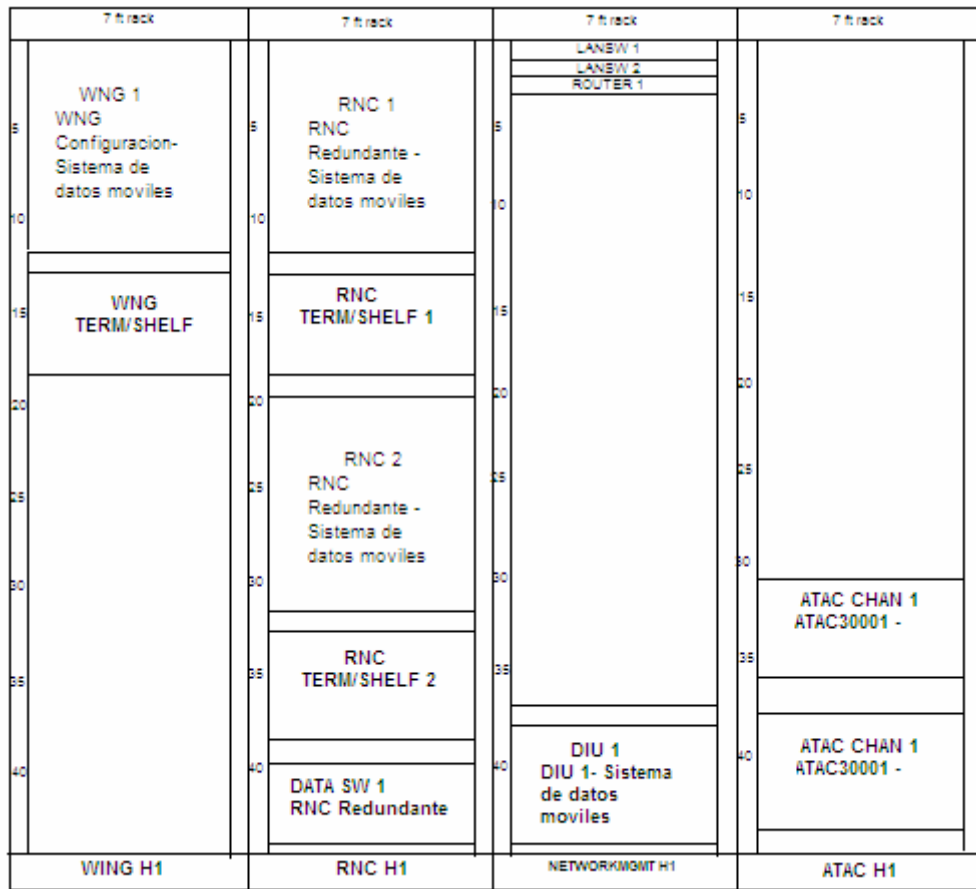


Figura. 6.5. Una distribución posible del rack de comunicaciones

6.2.2. DETALLE TÉCNICO DE EQUIPOS

Las principales características de los equipos dedicados que conforman la red de datos son los siguientes:

1. RNC 3000 (RADIO NETWORK CONTROLLER) Y EL WNG (WIRELESS NETWORK GATEWAY)

Como ya se analizó en el capítulo 4, el RNC 3000 constituye en elemento principal de la red de datos, es el controlador de red de radio. Que tiene como características más importantes las siguientes:

El RNC3000 puede enlazar a host de computadoras o switches vía una variedad de estándares de la industria de protocolos de capa de enlace. Protocolos cuyo soporte incluye TCP/IP sobre Ethernet e interfaces ASYNC.

El RNC3000 ha demostrado significativas ventajas sobre las especificaciones de otros controladores. Trabaja sobre los 100,000 mensajes por hora, pueden soportar unos 12000 usuarios y 64 estaciones base, dependiendo de la configuración.

Soporte del sistema

El RNC3000 soporta el protocolo MDC y el protocolo alta velocidad RD-LAP, también soporta el protocolo de ASTRO™ para el uso en ASTRO digital; y proporciona una plataforma flexible para satisfacer las necesidades de una variedad de protocolos del sistema y requisitos.

Se logra una mejora en la disponibilidad del sistema mediante la opción de control de switching. El RNC3000 puede acoplar y configurar para que se pongan al día las bases de datos de una unidad secundaria, esto continuamente, para actualizar la base de datos primaria. El host puede cambiar caminos de acceso para las estaciones base sin la pérdida de los dispositivos registrados.

Encriptación

El RNC3000 soporta el protocolo OTAR (over- the - air rekeying) y múltiple algoritmo de encriptación tipo mensajería entre las computadoras Móviles y aplicaciones del host a través de la unidad de encriptación del RNC.

El RNC3000 facilita las operaciones de control sobre las unidades de encriptación soportando un máximo de 5 unidades de encriptación con el mismo tipo de algoritmo.

El estado y estadísticas de las Unidades del Encriptación son controlados desde la consola de RNC3000.

Hardware modular y Configuraciones del Software

La plataforma del hardware RNC3000 es un diseño VME, que permite fácil expansión de estaciones base e interfaces de host. El software de RNC3000 soporta las configuraciones del sistema siguientes:

- Una estación base
- Sobre a 16 sitios de la base
- Sobre 8 sitios de la base
- Sobre 64 sitios de la base

CARACTERISTICAS TÉCNICAS:

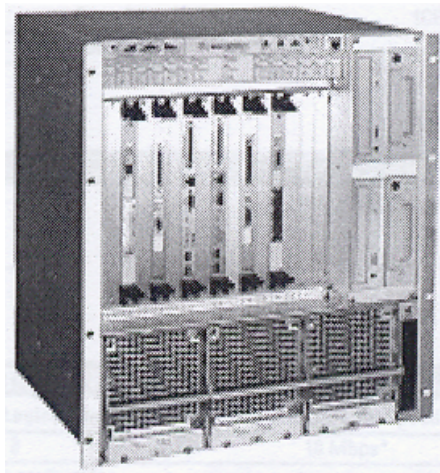


Figura. 6.6. Controlador de red de radio

El RNC 3000 está equipado principalmente de un procesador con CPU de 33 MHz, un procesador I/O de 16 MHz, con un Hard Drive de 9GHz, un Flopp Drive de 1.4 Mbyte.

El RNC 3000 (cPCI) está equipado principalmente de un procesador con CPU de 366 MHz, un procesador I/O de 8 puertos sincronizados, con un Hard Drive de 40GHz, un Flopp Drive de 1.4 Mbyte y una fuente de poder.

Físicamente posee un chasis de 19'' de Rack montable y 12 slot XR. El tamaño del RNC es de 19''W x 21''H x 13.5''D (48.2 x 53.2 x 34.3cm) y su peso es de 60lb (27.3kg).

Dentro del performance del equipo que ya se hablo anteriormente; este soporta un throughput de sobre los 100000 mensajes por hora, con un número de usuarios de sobre los 12.000 y con número de estaciones base de sobre las 64.

Performance de encriptación		
Tipo de algoritmo	Número de unidades	Throughput
DES-OFB	5	sobre los 100000 mensajes por hora
DES-XL	5	sobre los 100000 mensajes por hora
DVP-XL	5	sobre los 80000 mensajes por hora
DVI-XL	5	sobre los 70000 mensajes por hora

Tabla. 6.11. Algoritmos de encriptación

Como un elemento complementario al RNC tenemos el: WIRELESS NETWORK GATEWAY (WNG), el mismo que cumple con ciertas funciones específicas en la red de datos como:

La conectividad (como un router IP) al estar fijo al final de la red de computadora instaurada, puerta de enlace del computador central al RNC.

EL WNG soporta el uso de los estándares de enrutamiento IP. Mantiene una tabla de ID de radio a dirección IP vinculada al equipo terminal.

El enrutamiento de IP de WNG y el uso del protocolo FLM con RNC, hace que este dispositivo maneje estándares de Proyecto 25. El WNG agrega el header de FLM a los paquetes que salen y despoja el header de FLM de los paquetes entrantes. Permite de manera efectiva la paquetización de los mensajes grandes.

Presenta una plataforma diseñada para enlazar redes de datos wireline a una red de radio frecuencia. Maneja tráfico de mensajes a través de una red inalámbrica.

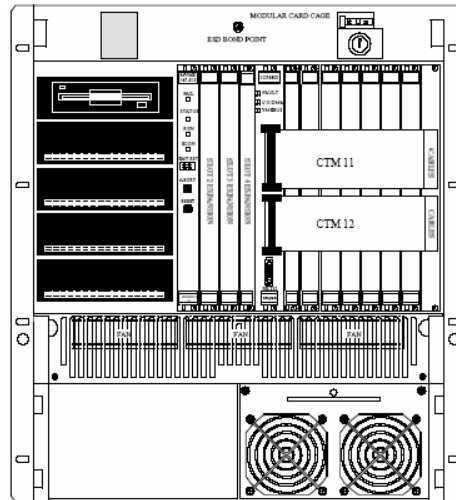


Figura. 6.7. Puerta de salida inalámbrica de la red

2. QUANTAR (DATA BASE STATION):

La principal característica de estas estaciones, es un alto desempeño para la transmisión de datos. El QUANTAR DBS está diseñado para soportar altas velocidades de comunicación.

Posee un transmisor de estado sólido diseñado para soportar una transmisión de datos de 19.2 kbps para 800 MHz y 9.6 kbps para 900 MHz; y proporciona potencia para funcionamiento en 10 milisegundos. Esta potencia del transmisor es configurable. Opera en full duplex optimizando el throughput de datos.

Al permitir configuración de la potencia transmitida, la gestión accede a dar servicio personalizado para cobertura de comunicación en terminales móviles y portátiles.

La señalización RSSI (Radio Signal Strength Information) está disponible que es una medida de la potencia de las señales recibidas de los terminales en la red.

RSSI permite al controlador de la red escoger el transmisor óptimo para comunicar a un terminal específico, y determina qué transmisores pueden usarse simultáneamente sin interferencia. Con ello cientos de terminales de datos pueden ser soportados en un canal simple.

Los datos enviados a los terminales se convierten al protocolo correcto para la transmisión sobre el aire. Los datos recibidos de los terminales se corrigen de errores antes de ser enviados de regreso a través de la red. La corrección del error mantiene la integridad de los datos.

El QUANTAR ofrece un diseño con espaciamiento de canales programables de 12.5 o 25 kHz para 800 MHz y 12.5 kHz para 900 MHz.

El QUANTAR proporciona un sólido desempeño y continuidad en el ciclo de operación, con baterías que están disponibles; en caso se de un fallo en la alimentación de corriente del sitio.

CARACTERISTICAS TÉCNICAS:



Figura. 6.8. Estación de base de datos

El QUANTAR está equipado principalmente de un transmisor y un receptor y fuente de poder (más adelante se detallarán sus características), constituyéndose como la estación base para datos.

Físicamente posee tres medidas normalizadas de Indoor 30" con tamaño de 30 x 22 x 20 inch (762 x 559 x 508mm) y con un peso de 66 lbs (30 kg). Indoor 46" con un tamaño de 46 x 22 x 20 inch (1168 x 559 x 508 mm) y con un peso de 75 lbs (34 kg). Indoor 60" con un tamaño de 60 x 22 x 20 inch (1524 x 559 x 508 mm) y con un peso de 102 lbs (46 kg).

Para el manejo de datos utiliza el protocolo RD-LAP 9.6 Y 19.2 con canales de espaciamiento de 12.5 y 35 Khz.

3. DIU 3000 (DIGITAL INTERFACE UNIT)

El DIU 3000 es compatible con radio trunking sistema Astro. Este puede operar en no-encryptado Astro digital, encryptado Astro digital, y en modos analógicos.

Presenta un software flexible que permite manejar diversas configuraciones del sistema.

La principal funcionalidad de la DIU es de servir de interface para el host de datos. El DIU 3000 conectado al controlador de red de radio; permite el manejo de sistema digital ASTRO para consola, sirve de interface para dispositivos de interconexión telefónica y host de computadora.

Otras aplicaciones de la DIU es de ser utilizada como gateway de consola analógica (por ejemplo trabaja con consolas CENTRACOM), como interfaz de interconexión telefónica (CIT, MBeX, MRTI, NOVA); e interfaz para integración de red.

Soporta métodos de múltiple encriptación como DES-OFB, DES-XL, DVP-XL Y DVI-XL.

Centraliza toda la encriptación dando al sistema gran seguridad y provee la capacidad de MULTIKEY, para varios usuarios pertenecientes a un grupo de trabajo.

CARACTERISTICAS TÉCNICAS:



Figura. 6.9. Unidad de interfaz digital

El DIU está equipado principalmente de una interfase de consola wireline de -25dbm de sensibilidad y una salida máxima a consola de 0dbm a 600 ohm en la línea. De igual manera posee su fuente de poder.

Físicamente el tamaño de la entrada al cardcage es de: 9.7”H x 3.84”W x 13.3”D (246cm x 97.8cm x 337.7cm). Las dimensiones del carcage son: 19” de ancho, 10.5” de alto (6 unidades de rack) y 14” de profundidad.

Para lo que es voz, maneja los métodos de codificación VSELP e IMBE a una tasa de vocoder de 4.8Kbps. El control de transmisión para los Quantar y Comparadores Astro lo hace mediante un control remoto digital.

La interface usada a RNC es una señal de sincronización de 9.6Kbps (RS-232) usando conector DB25.

EQUIPO COMPLEMENTARIO:

A este equipo principal se anexa una serie de equipos complementarios que permiten el manejo de la red, se crea las interfaces entre tecnología de radio y redes LAN; así como el administrador de red y controlador de aplicaciones.

Para ello se hace necesario la adición del WNG como puerta de enlace para la red y el controlador; los ruteadores y switches para la red LAN y el equipo de comparadores para la división de roaming para los sitios que es el equipo ATAC3000.

En los terminales de usuario se va a utilizar los equipos portátiles XTS2250 y los equipos de radio móvil XTL1500 y unidades de PC MW800, todos estos con capacidad de manejo de datos y cumplen con las normas de Proyecto 25.

De los 202 usuarios se ha distribuido por equipo terminal en un total de: 112 terminales móviles y 90 terminales portátiles. De los equipos portátiles, se puede utilizar los que actualmente posee la Policía Nacional que son los XTS2250 como se mencionó anteriormente, programándolos bajo software MRSS en su funcionalidad de datos, reduciéndose el costo de los 90 terminales portátiles propuestos a solo 112 equipos móviles.

Es importante también recalcar que; de esos 112 móviles (equipos XTL1500), establecidos para Quito en esta tesis, la Policía podría distribuirlos hacia toda la provincia de Pichincha y Guayas en el momento de implementar el sistema, según las posibilidades económicas que se dispongan para las jurisdicciones, ya que los sitios remotos estarían listos para transmitir datos con el equipamiento de canales de datos. El plan piloto lo constituye el Distrito Metropolitano de Quito.

A esto hay que sumarle el hecho de que la interfaz de PC robusta WM800, puede también ser cualquier computadora portátil con interfaces de comunicación serial RS232, USB o para ethernet.



Figura. 6.10. Equipos XTL1500, XTS2250, WM800

Los equipos dedicados, los equipos de conectividad, así como terminales constituyen el equipamiento completo de la red. Como anexo de esta tesis se tiene el detalle de los manuales técnicos y descripciones funcionales de los equipos, tanto de red como de usuario.

6.2.3. INTERCONEXIÓN DE LOS EQUIPOS A SER INSTALADOS

La instalación de los equipos es muy sencilla, ya que se tiene una red de datos, bajo plataforma TCP/IP, cada equipo dedicado, equipo de ruteo, ordenador de administración, y Host; posee la interface de red para ethernet, lo que permite la conectividad de red entre cada uno de ellos; esto con respecto al equipamiento de sitio maestro.

De la salida del RNC en adelante se tiene conectividad V24 hasta las quantar, y vía radio comunicaciones y plataforma CQPSK entre el sitio y el radio MODEM; el radio posee conectividad RS232 hacia el equipamiento de fin de usuario.

A esta interconexión es necesario agregar, que el manejo de protocolos de conectividad entre interfaces, visto en el capítulo 4 de este proyecto, proporciona el complemento indispensable para el conexionado físico y de enlace de red entre los equipos.

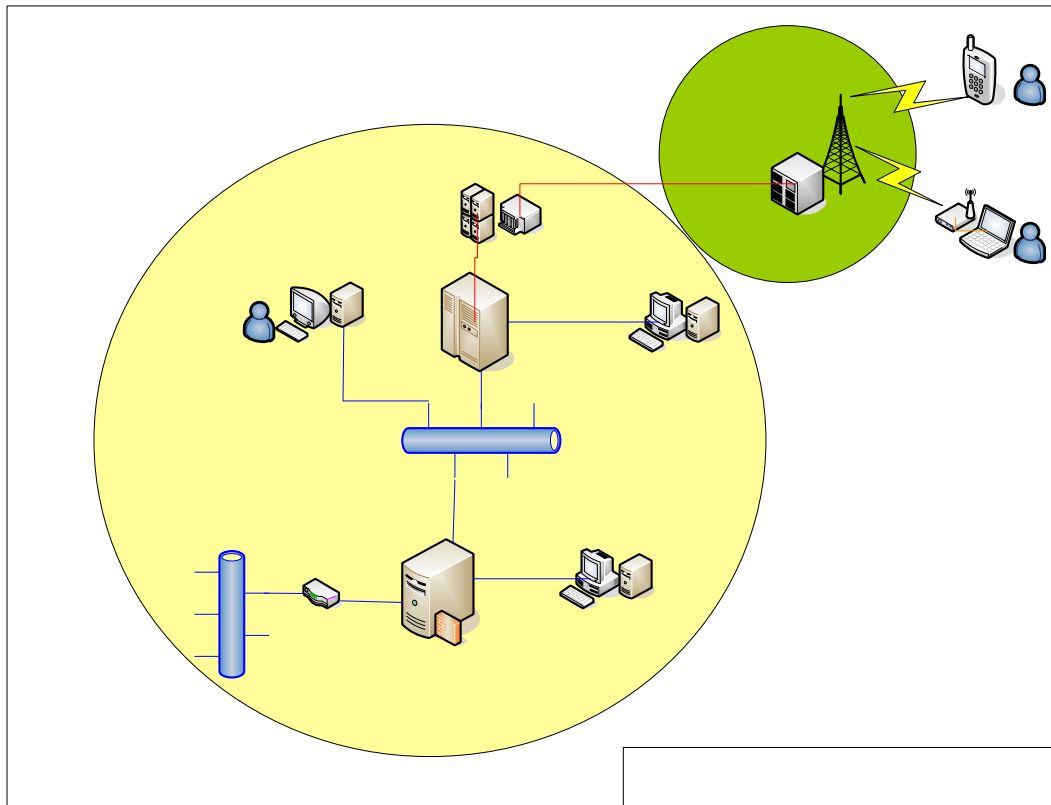


Figura. 6.11. Interconexión de los equipos e interfaces

6.3. OPERACIÓN Y GESTIÓN DE RED PARA APLICARSE EN EL PROYECTO DE DATOS EN ESTUDIO

6.3.1. DETALLE DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

Dentro de la administración de la red, lo más importante es la operación del sistema en relación de las transacciones que se realizarían de los paquetes de datos. Para tal funcionalidad (que es el objetivo central de este proyecto), el controlador de red de radio es el equipo medular en el proceso de captura de la información, gestión de datos y envío a la radio-base finalmente.

En el centro de gestión se realiza toda la administración del sistema; toda la información es almacenada en un Mainframe principal, y es administrada por el front -end

de comunicaciones presente en dicha localidad. Recordemos que es una red sobre IP y todos los criterios de red cliente-servidor son aplicables.

Las radio base realizan el envío de información sin cables hacia los móviles; generándose todo el proceso de DATOS MÓVILES estudiado.

El proceso de transacción desarrollado en cada equipo sería el siguiente:

1. Sockets de comunicación: El front -end establece los sockets de comunicación con el RNC.



Figura. 6.12. Sockets de comunicaciones

2. En línea: El RNC y la radiobase quedan “en línea”.



Figura. 6.13. Gráfico de comunicación en línea

3. Registros y De-registros: El RNC queda en espera de recibir peticiones de registro y registro de salida de las unidades subscriptoras.

Un subscriptor entra en el área en este caso el subscriptor A:



Un suscriptor entra en el área en este caso el suscriptor B:



El suscriptor A salió del área y el suscriptor B:



Figura. 6.14. Registros y De-registros de usuarios

4. RNC en espera: El RNC queda en espera de recibir y enviar mensajes.

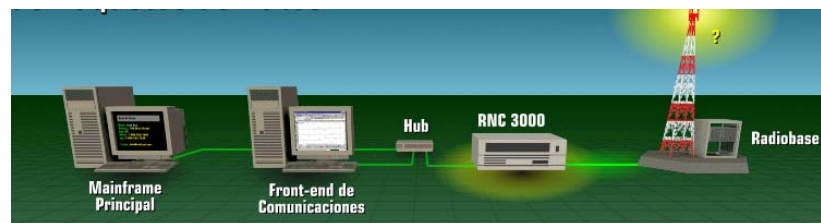


Figura. 6.15. Gráfico de RNC en espera

5. Reporte de alarmas: El RNC queda en espera para generar reportes de alarmas en caso de ser necesario.

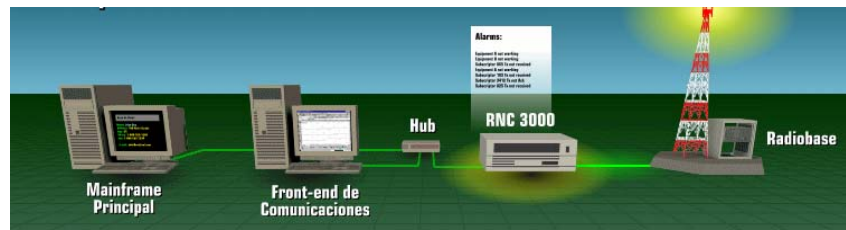


Figura. 6.16. Reportes de alarma

6. Radiomódem: La aplicación en la terminal establece un enlace de comunicaciones con el radiomódem.



Figura. 6.17. Detalle de terminal y radiomódem

7. Registro: El módem inicia el procedimiento de registro.

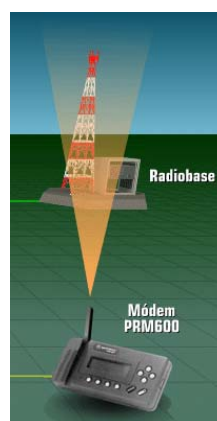


Figura. 6.18. Registro de usuario móvil

8. Petición de Autorización: El RNC recibe la petición de registro y pide autorización al Front -end para registrar la unidad subscriptora.



Figura. 6.19. Gráfico de petición de autorización

9. Autorización: Si la unidad está autorizada, el módem entra a un estado “activo”.

Existe la autorización correspondiente del RNC:



De la radio base se envía la información:



Figura. 6.20. Autorización de pedido de ingreso a la red

10. Flujo de Mensajes: Los mensajes pueden empezar a fluir entre la terminal móvil y la Mainframe principal.



Figura. 6.21. Flujo de mensajes de transmisión en la red

6.3.2. SELECCIÓN DE SITIOS PARA USUARIO

En los emplazamientos remotos los usuarios podrán acceder a la petición de información; los Quantar de datos (estaciones base), ubicados en los sitios, reciben los mensajes del controlador de Red y adhieren forward de corrección de error a los mensajes, transmiten los mensajes a las unidades móviles, reciben los mensajes de las unidades móviles y los remiten al controlador de Red, corrige los errores para voz y mensajes de los datos.

La petición de información de los usuarios se lo realiza bajo tres criterios de funcionalidad:

1. Rehusos de monofrecuencia (SFR)

Dada la petición de información, el controlador registra la potencia de la señal recibida para cada transmisión entrante y determina el sitio óptimo del cual enviar los mensajes salientes.

2. Transferencia automática de celda (ACT)

Dada la petición de información, las terminales pueden moverse de sitio a sitio, escuchando a la información transmitida en su asignada frecuencia. Cuando cambia de celda, envían mensajes de registro para decirle a la red a cual celda se han movido.

3. Reuso de Multifrecuencia (MFR)

Sistemas MFR usan múltiples sitios con múltiples canales, usualmente con una estación base y una frecuencia en cada sitio.

Sistemas MFR tienen la mayor capacidad y muestran los tiempos más rápidos de respuesta ya que se pueden usar múltiples canales a través del área de cobertura y los sitios están continuamente activados.

6.3.3. SOFTWARE DE GESTIÓN DE RED

Dentro de las aplicaciones a ser implementadas, es necesario recalcar que el soporte que las gestiona corresponde al software de datos móviles PREMIER MDC, lo que implica compra de licencias para cada aplicación que se desea desarrollar sobre la red, licencia de software para el servidor de gestión de red y licencia de software cliente para un número de usuarios.

PREMIER MDC™ de Motorola es una solución de datos móviles innovadora y de uso en muchas instituciones de seguridad pública con eficacia, la respuesta del servicio presenta una disminución en tiempo de resolución de operativos, y proporciona comunicaciones seguras entre los usuarios.

Se diseñó en los principios de arquitectura abierta para la máxima interoperatividad con los sistemas departamentales futuros. Cuando se logra integrar el despacho computarizado y almacenamiento inmediato de la información recibida en una base de datos móviles, se mejora substancialmente las capacidades del despacho rápido, y se logra una entrega y acceso directo a la información local, regional, y nacional muy rápidamente; esto proporciona seguridad y mejores comunicaciones.

En el caso de la policía Nacional y las necesidades inmediatas a ser solventadas en un inicio en su red, las licencias de asignación van hacia un módulo de mensajería y chat, para el manejo de reportes y hacia un módulo de acceso y búsqueda en base de datos, para acceder a la base de datos de la Red Nacional de Comunicaciones que se está desarrollando en la DINACOM.

Posteriormente según vayan apareciendo otras necesidades, se pueden ir implementando otras aplicaciones sobre la red, simplemente con la compra de licencias respectivas, y en el caso del AVL con la compra del equipo dedicado con GPS de localización.

6.3.3.1. APLICACIONES MÓVILES PREMIER MDC

PREMIER MDC presenta una amplia gama de aplicaciones móviles que pueden ser implementadas, esto debido a que el software como tal tiene un mecanismo de soporte fundamentado en:

- Roaming transparente interrumpido entre sitios.
- Conectividad IP (Internet Protocol) de extremo a extremo, simplificando la integración.
- Alta tolerancia al efecto Doppler, permitiendo un desempeño óptimo aun a altas velocidades.
- Encriptación de alto nivel y autenticación. Seguridad contra el acceso no autorizado a la red corporativa.
- Soporte para aplicaciones de:

- Administración de órdenes de trabajo (WOM)
- Reporte electrónico de campo y adquisición de datos
- Acceso a Intranet/Internet, acceso a bases de datos
- Localización automática de vehículos (AVL)
- Lectura de código de barras 1D y 2D.

Entre las principales características que presenta PREMIER MDC tenemos a las siguientes:

1. Transmisión de Datos Rápida y Segura

Para reducir el tráfico en la red solo se transmiten los datos, no el formato del reporte. Se comprimen los datos para aumentar la eficiencia. Se encriptan los datos para garantizar la seguridad de la transmisión

2. Notificación Automática de Mensaje

El Supervisor recibe notificación de los reportes ingresados. Permite la revisión y aprobación oportuna de los reportes por el supervisor. Reportes pendientes permanecen en el switch de mensajes.

3. Aprobación Multi-nivel

Configuraciones adaptadas a los procesos de aprobación de reportes.

6.3.3.2. GENERALIDADES DE PREMIER MDC

- La solución de comunicaciones de datos móvil inalámbrica más avanzada en el mercado de hoy.
- De fácil uso debido a su software innovador

- Ofrece mensajería segura en vehículos de reporte
- Permite el acceso instantáneo a los usuarios de seguridad pública, a toda la información sobre personas, propiedad y vehículos; todo desde dentro de sus automóviles patrulla.
- Corre sobre cualquier red, pública o privada (es decir Motorola, CDPD).
- El estándar de mensaje opera sobre WINDOWS NT 4.0 y puede soportar simultáneamente a 500 usuarios.
- Integra virtualmente cualquier sistema de CAD/RMS.
- Soporta equipos de pantalla, ratón, pluma básica, funciones de teclado,
- Comprime datos y encripta transmisiones end-to-end.

6.3.3.3. FUNCIONALIDADES DE PREMIER MDC

Este software de gestión posee varias aplicaciones y funcionalidades para aplicaciones móviles:

- Base de datos: Acceso inalámbrico en tiempo real a muchos tipos de bases de datos.
- Sistema de informes en el vehículo: Proporciona a los usuarios la capacidad de preparar y transmitir de modo inalámbrico los informes de la escena.
- Sistemas de mensajes: Ofrece una comunicación segura entre agentes, vehículos y la oficina de despacho con sólo tocar un botón.
- Despacho de mensajes auxiliado por computadora (CAD): Ofrece detalles de incidentes y la condición del vehículo.
- Trazado d mapas en el vehículo: Utiliza satélites del sistema de ubicación mundial (GPS) para rastrear y supervisar las ubicaciones de los vehículos y trazar mapas de la dirección del incidente que se muestran gráficamente en el mapa de la computadora de datos móvil del agente.

- Condición en el vehículo: Ofrece una forma rápida para que los agentes avisen a la oficina de despacho sobre su condición en el servicio.
- Integración de fotografías de las fichas en el vehículo: Permite a los agentes bajar, dentro de sus vehículos, fotografías de las fichas de una base de datos de imágenes existente.
- Integración del sistema de Administración de informes RMS: Extiende la capacidad de averiguación en la oficina a los usuarios ambulantes en el campo.
- Lectura d texto de voz: Lee automáticamente la información enviada de la base de datos, despacho de mensajes auxiliado por computadora (CAD), Sistemas de RMS, Sistemas de mensajes y trazado de mapas.
- Función Paging en el vehículo: Permite a los oficiales en vehículos y supervisores enviar mensajes tipo pagers a otros pager habilitados en el sistema.
- Función de conversación (Chat): Permite a los usuarios tener conversaciones de mensajes inalámbricas e instantáneas, dejando abiertos los canales de voz para emergencias.

6.3.4. GESTIÓN DE LA RED Y MANEJO DE LAS APLICACIONES

Para la gestión de la red datos sobre PREMIER MDC, se manejará como una red CLIENTE/SERVIDOR, y protocolo de comunicación TCP/IP. Es decir que el aplicativo de datos en su software requiriere el interruptor de mensajes para servidor y el cliente Premier MDC para usuario.

En el vehículo: Una portátil en plataforma Microsoft Windows (MDC) ejecutará Premier MDC para Cliente, que es un software que ofrece una interfaz de usuario gráfica intuitiva (GUI); y fue creado específicamente para proporcionar facilidad de funcionamiento y brindar una plataforma amigable a los usuarios móviles.

Para los usuarios sin el acceso de MDCs en vehículos o en estación, Motorola ofrece también aplicaciones de PREMIER MDC para dispositivos portátiles, incluso para las tecnologías PPT2833, y para PCs de bolsillo iPAQ versiones 36xx, 37xx, y 38xx que usan módem inalámbricos interiores.

En la red de datos: Un servidor Microsoft Windows de NT/2000™ ejecuta el software Premier Servidor de MDC (Message Switch). El Interruptor de Mensaje proporciona una interfaz a la infraestructura de radio en un lado y a las aplicaciones de departamento en el otro.

El Interruptor de Mensaje rutea los mensajes entre las aplicaciones del host principal y la computadora móvil basados en la transacción que va a realizarse y la unidad identificada o ID. También proporciona gran seguridad, registro de usuario, y capacidad de reportes estadísticos para supervisores y administradores.

Premier MDC usa las comunicaciones "middleware" de propiedad de Motorola para manejar las transmisiones de los datos entre los dispositivos móviles y el Interruptor del Mensaje. El middleware comprime y encripta los datos entre el Cliente y el Message Switch, para tener comunicaciones totalmente seguras.

La gestión de red por lo tanto está enfocada al manejo de red, en donde los usuarios irán registrándose dentro de la base de datos de usuarios en el server de gestión, y una vez registrados y personalizado para restricciones de información, podrá mediante ingreso a la red obtener información de cualquiera de los aplicativos levantados sobre la gestión principal.

De igual manera Premier MDC tiene la factibilidad de conectividad con cualquier base de datos instaurada, entre ellas plataforma Solaris que es una plataforma ampliamente utilizada para base de datos.

A continuación se muestra un diagrama funcional del software de aplicaciones móviles y las plataformas tecnológicas de red que soporta:

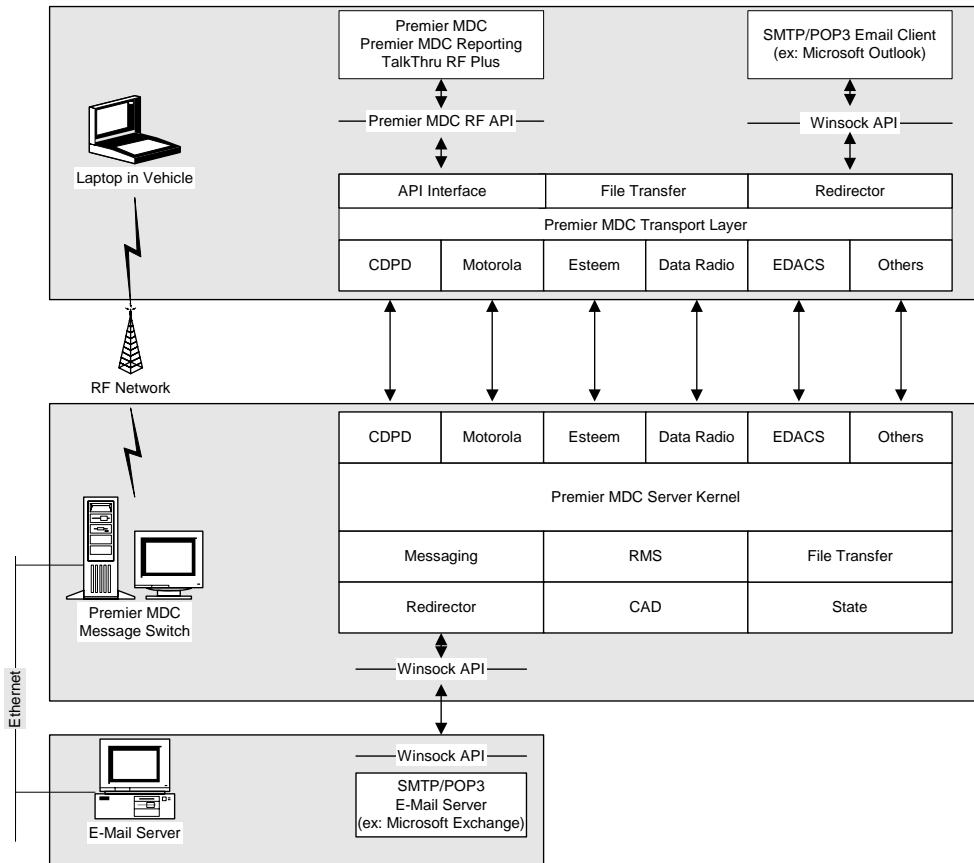


Figura. 6.22. Diagrama funcional del software PREMIER MDC

6.3.4.1. SERVER (MESSAGE SWITCH)

El elemento principal del server en la red de datos es el Message Switch; que funciona el servidor Microsoft Windows NT.

El interruptor de mensajes Premier MDC se asegura que la solicitud de información generada por el agente en el vehículo se transmita a las bases de datos correctas. El interruptor de mensajes proporciona acceso a información del registro del vehículo, licencia del conductor e identificación personal almacenada en las bases de datos y sistemas de administración de informes. También proporciona funciones de mensaje así como integración e interfaz CAD.

El funcionamiento es simple, una vez que una respuesta regresa de la base de datos, el interruptor de mensajes transmite rápidamente al usuario en el vehículo que hizo la averiguación.

En interruptor incluye una característica de administración el sistema colmada de funciones, informes en la escena, conexión completa al sistema de toda la información que va hacia el vehículo y desde éste, consola del sistema que muestra estadísticas de tráfico y del usuario, sistema de entrega que se puede actualizar remotamente para actualizar el software de cliente.

Es decir que el switch de mensajes denominado SCA permite administrar la actividad total del sistema. Este rastrea los usuarios que están registrados, los servicios disponibles; y qué datos se transmiten. El interruptor de mensaje trabaja como una especie de "policía de tráfico"; para transmitir la información a la base de datos apropiada.

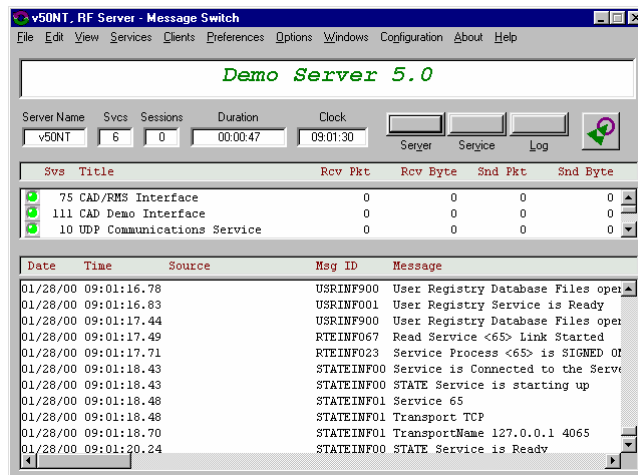


Figura. 6.23. Pantalla principal del server de red

Se detallan a continuación los manejos de registros y reportes generados por el administrador:

1. Registros

Registro de usuario (Usuarios)

El registro del usuario incluye una lista de todos los usuarios, todas las unidades en el sistema, el grupo de pertenencia, y en que departamento se encuentra sobre el sistema. El registro de usuario es una lista de todos los nombres de usuarios, las ID de usuario, y en que grupo están incluidos.

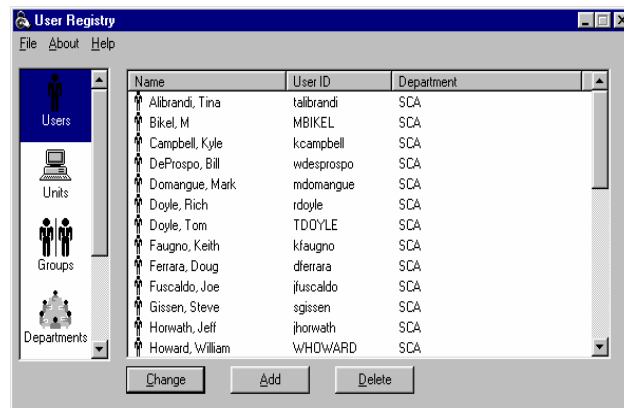


Figura. 6.24. Pantalla de registro de usuario

Registro de usuario (Unidades)

En el registro de los usuarios bajo unidades, hay una lista de todos los miembros existentes en el sistema. Muestra el nombre del usuario, el ID de la unidad, las direcciones IP, y a que departamento pertenecen.

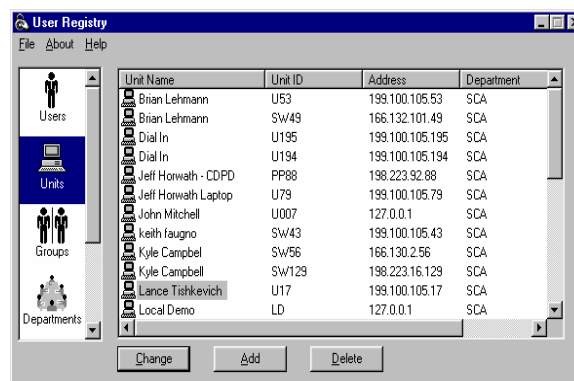


Figura. 6.25. Pantalla de registro de unidades

Registro de usuario (Grupos)

Si el departamento tiene grupos diferentes como por ejemplo investigaciones, narcóticos, GIR, GOE, funcionarios de patrulla, etc; ellos se listan separadamente en el registro de grupo.

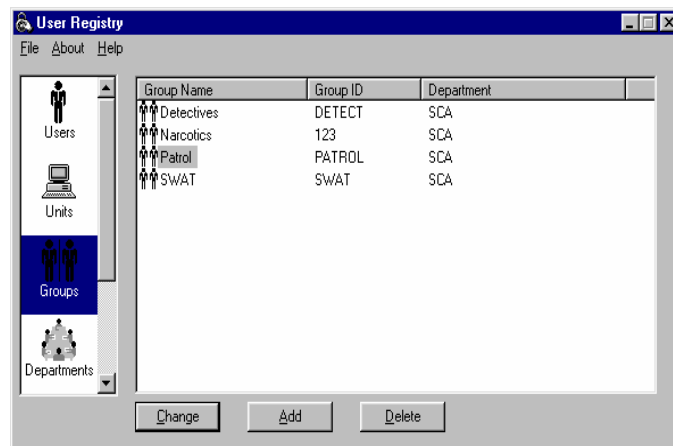


Figura. 6.26. Pantalla de registro de grupo

Registro de usuario (Departamentos)

Si hay otros departamentos en el mismo switch de mensaje, ellos se listarían aquí.

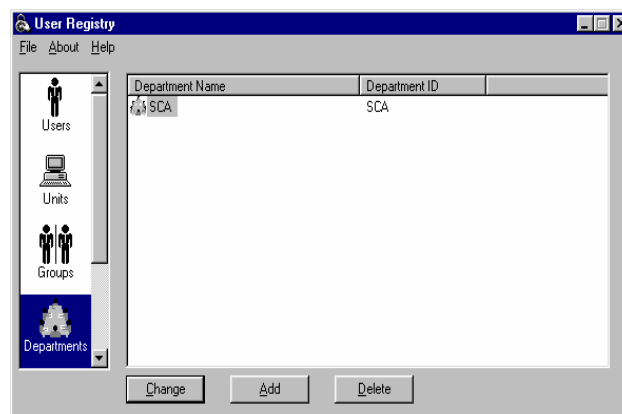


Figura. 6.27. Pantalla de registro departamento

2. Reportes del servidor

Reportes del servidor (Registro de usuario)

Con los reportes del server, el administrador puede generar su reporte mostrando las estadísticas sobre el registro de usuario, mensajería, y el estado. El registro de usuario da una lista de todos los usuarios y unidades para un ID de una unidad, o ID de usuario y nombre.

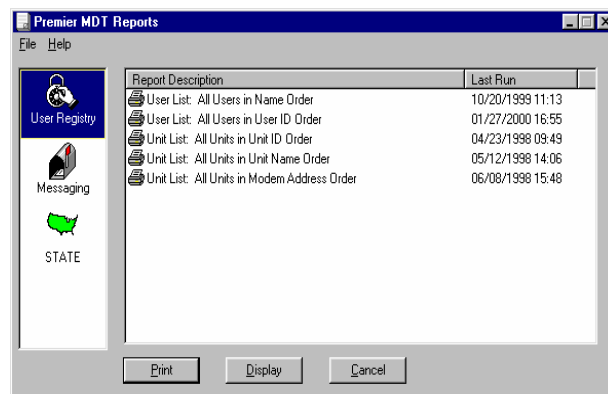


Figura. 6.28. Pantalla de reporte de registro

Reportes de server (Mensajería)

El administrador puede guardar los track de mensajes periódicamente, por semana, o una base mensual. Se puede rastrear los mensajes por una fecha específica, el nombre del usuario, o pueden especificar el rango de la fecha.

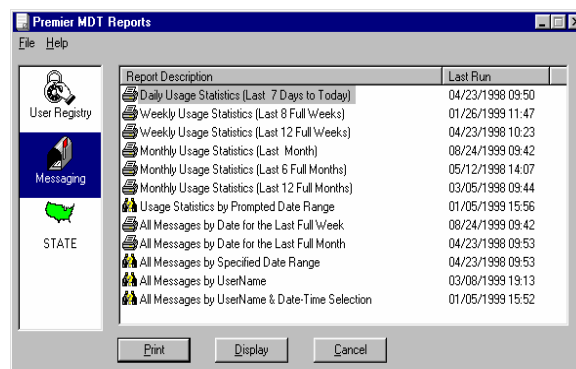
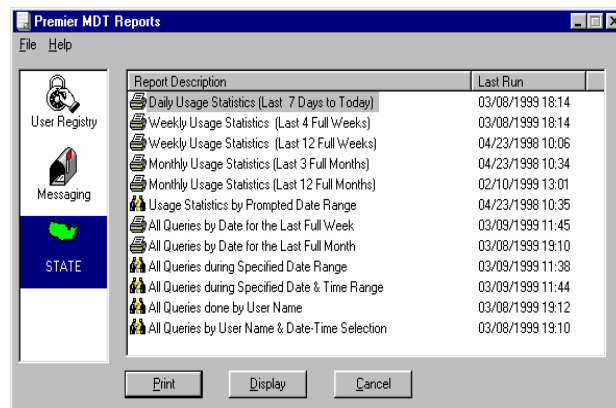


Figura. 6.29. Pantalla de reporte de mensajería

Reportes del server (State)

El administrador puede guardar los track de estado periódicamente, por semana, o por una base mensual. Rastreándolos por la fecha y nombre del usuario.



The screenshot shows a window titled "Premier MDT Reports" with a menu bar containing "File" and "Help". On the left side, there is a navigation pane with icons for "User Registry", "Messaging", and "STATE" (which is highlighted in blue). The main area displays a table with two columns: "Report Description" and "Last Run".

Report Description	Last Run
Daily Usage Statistics (Last 7 Days to Today)	03/08/1999 18:14
Weekly Usage Statistics (Last 4 Full Weeks)	03/08/1999 18:14
Weekly Usage Statistics (Last 12 Full Weeks)	04/23/1998 10:06
Monthly Usage Statistics (Last 3 Full Months)	04/23/1998 10:34
Monthly Usage Statistics (Last 12 Full Months)	02/10/1999 13:01
Usage Statistics by Prompted Date Range	04/23/1998 10:35
All Queries by Date for the Last Full Week	03/09/1999 11:45
All Queries by Date for the Last Full Month	03/08/1999 19:10
All Queries during Specified Date Range	03/09/1999 11:38
All Queries during Specified Date & Time Range	03/09/1999 11:44
All Queries done by User Name	03/08/1999 19:12
All Queries by User Name & Date-Time Selection	03/08/1999 19:10

At the bottom of the window, there are three buttons: "Print", "Display", and "Cancel".

Figura. 6.30. Pantalla de reporte de estado

A través de los registros de cliente, el administrador puede verificar a los usuarios de la red, y el Message switch puede establecer la entrada a las aplicaciones e informaciones requeridas.

6.4. PRECIOS REFERENCIALES

El protocolo de arquitectura abierta permite seleccionar entre los diferentes representantes legales de los fabricantes y distribuidores para que sean los proveedores de los equipos lo cual constituye un gran beneficio.

Otro aspecto importante, es el hecho de que los costos de la implementación del sistema se abaratan notablemente ya que la Policía Nacional posee la infraestructura física y tecnológica necesaria para su implementación, infraestructura como: espacios físicos en los sitios de repetición, vivienda, shelters, seguridad, torres, sistemas de tierra y protección y enlaces de microondas.

Con estas consideraciones y debido a que el costo de la implementación del sistema representa una gran inversión, ésta se realizará por fases, dependiendo de la disponibilidad económica. Considerando en una primera fase el equipamiento para el Distrito Metropolitano de Quito, y en una segunda fase la Provincia de Pichincha y la Provincia del Guayas.

La Cotización del equipamiento se lo realizó, con la empresa proveedora directa de equipos Motorola para la Policía Nacional; la Oficina Comercial Raymond Wells. En las siguientes tablas se presenta cada una de las fases con sus **costos referenciales a la fecha** de la elaboración de este diseño:

FASE I:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
1	1	Software para transmisión de datos PREMIER MDC Licencia de Software para el servidor para soporte de hasta 500 usuarios Licencia de Software para 205 clientes Módulo de Mensajería, reportes y Chat Módulo para búsqueda en base de datos Interface para sistema Astro digital 3.x Módulo de entrenamiento Un año de garantía y soporte para software	475.000,00	475.000,00

Tabla. 6.12. Detalle precio software de PREMIER MDC

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
2	1	Sistema Astro 25 en 800 MHz RNC3000 redundante (gateway de interface inalámbrica) Licencias para 202 usuarios 2 DIUs	229.000,00	229.000,00

	Ruteadores y Sw para la red LAN 1 Comparador ASTROTAC para división de roaming en la Región de Pichincha 3 Repetidores de datos QUANTAR (DBS) a ser instalados en los sitios de repetición Un sistema de antena y duplexor para equipo instalado en sitio Pichincha		
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Tabla. 6.13. Detalle precio sistema Astro

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
3	112	Radio marca Motorola, modelo XTL1500 Operación para sistema ASTRO 25 Rango de operación en 800MHz Software interno para transmisión de datos Cable de 6 pies para conexión a equipo terminal de Datos Antena de 3db de ganancia de bajo perfil	2.450,00	274.400,00

Tabla. 6.14. Detalle precio radio modelo XTL1500

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
4	112	Unidad computadora robusta marca Motorola Modelo MW800 a ser instalada en un vehículo, con display touch screen de 12"	6.790,00	760.480,00

Tabla. 6.15. Detalle precio unidad robusta MW800

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
5	1	Servicios de integración del sistema e instalación de la infraestructura cotizada	285.000,00	285.000,00

Tabla. 6.16. Servicios de integración e instalación

COSTO TOTAL FASE I

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
1	1	Software para transmisión de datos PREMIER MDC	475.000,00	475.000,00
2	1	Sistema Astro 25 en 800 MHz	229.000,00	229.000,00
3	112	Radio marca Motorola, modelo XTL1500	2.450,00	274.400,00
4	112	Unidad computadora robusta marca Motorola	6.790,00	760.480,00
5	1	Servicios de integración del sistema e instalación.	285.000,00	285.000,00
TOTAL EQUIPAMIENTO			US\$	2.023.880,00

Tabla. 6.17. Costo total equipos (Fase I)

FASE II:

En esta fase se realizaría el equipamiento físico del sistema de repetición de datos para la Provincia del Guayas, los equipos terminales, quedan cargo de cada jurisdicción policial; y de la necesidad que se debe crear en función del número de usuarios portátiles y móviles que se requiera, por lo que no se considera en este costo:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
1	1	Sistema Astro 25 en 800 MHz 2 DIUs 1 Comparador ASTROTAC para división de roaming en la Región de Pichincha 4 Repetidores de datos QUANTAR (DBS) a ser instalados en los sitios de repetición	223.000,00	223.000,00

Tabla. 6.18. Detalle precio equipo Astro para Guayas

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
2	1	Servicios de integración del sistema e instalación de la infraestructura cotizada	285.000,00	285.000,00

Tabla. 6.19. Servicios de integración e instalación

COSTO TOTAL FASE II

ITEM	CANT.	DESCRIPCION	PRECIO US\$	
			UNITARIO	TOTAL
1	1	Sistema Astro 25 en 800 MHz	223.000,00	223.000,00
2	1	Servicios de integración del sistema e instalación de la	285.000,00	285.000,00
		TOTAL EQUIPAMIENTO	US\$	508.000,00

Tabla. 6.20. Costo total equipos (Fase II)

Cumplidas éstas dos fases, el sistema estaría funcionando es su totalidad en la Provincia de Pichincha y Guayas; y la fase siguiente sería un complemento para la correcta operatividad del personal policial mediante la compra de equipos para Guayas.

RESUMEN	
FASES	COSTOS
I	2.023.880,00
II	508.000,00
TOTAL	2.531.880,00
US\$	

Tabla. 6.21. Costo total del proyecto (Fase I y II)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Del estudio técnico desarrollado en esta tesis, se llegó a determinar como la mejor solución para el manejo de datos; la implementación de una subred de comunicaciones sobre la red de radio Apco25.
- Para la gestión es importante considerar que es una red sobre IP y todos los criterios de red cliente-servidor son aplicables, por lo cual, a través del software de gestión que se levanta sobre el equipo de operación y administración se desarrollarán las múltiples aplicaciones requeridas y de presentación amigable para los usuarios finales.
- En el capítulo 4 se desarrolló un análisis completo de tráfico y cobertura, buscando las mejores condiciones para optimización de recursos, por lo cual; Policía Nacional cuenta con una información válida del soporte de la red y capacidad de sitios, en función de los requerimientos actuales y posibilidades en el futuro, con una visión no solo distrital, sino regional para intercomunicar provincias como Guayas y Pichincha, una vez que se ponga en marcha el análisis, la compra e implementación de equipos para este proyecto.
- Las comunicaciones que actualmente posee Policía Nacional en sistemas de dedicados exclusivamente para voz y con funcionalidades de servicio limitadas, ante el mundo de la seguridad digital y la transmisión de datos; esto nos hace

prever de la necesidad que posee la policía de abastecerse de información rápida y efectiva en operaciones de alto riesgo y controles ciudadanos en general; que ya no dependan de un tiempo extenso de coordinación o de la factibilidad o no de la información requerida, que es solicitada vía radio-voz.

- Otra necesidad de comunicaciones efectivas es la conectividad de sistemas denominados “islas” por la falta de conectividad con otros sistemas; en este caso ante el objetivo de incorporar los terminales finales (móviles y portátiles) a la base de datos más completa de información ciudadana del país, que se está desarrollando en la institución policial por parte del departamento de sistemas. Para lo cual se hace imprescindible la incorporación de una red de datos en el sistema, que permita la conectividad entre esta (base de datos); y todas las unidades.
- La disponibilidad de sitios equipados ciertamente es una ventaja de la red de datos, se puede hacer uso de los dos sitios remotos del troncalizado; ya que se dispone de la infraestructura básica de telecomunicaciones a nivel de montaña: Torres autosoportadas, shelters, energía eléctrica, sistemas de protecciones, equipos de repetición, enlace de microonda y vivienda para el personal de seguridad; y disponer solamente de equipo de antena y duplexor para un tercer sitio, para abarcar una cobertura completa del Distrito Metropolitano de Quito, lo que implica una ventaja, económicamente y logísticamente hablando.
- Para este proyecto el detalle de precios por equipamiento de base y equipos terminales lo realizó la empresa de comercialización autorizada de Motorola Raymond Wells; determinándose que: El costo por equipamiento de la subred dedicada incluido el software de gestión; para lo que es Pichincha bordea los 704.000 dólares, con ello se desarrollaría la arquitectura completa del sistema y se daría el servicio al Distrito Metropolitano de Quito. Para lo que es equipo Terminal en radios móviles se asume un costo de 274.400 dólares; sumándole a ello el costo por unidades de computadora robusta, pudiéndose ser sustituido este equipo por una portátil normal si fuere requerido; siendo costo de estas unidades alrededor de 760.480 dólares. Por lo cual el costo final de proyecto para el cumplimiento del servicio de datos en el Distrito Metropolitano de Quito, considerando instalación e integración por parte de la empresa y los valores anteriormente mencionados, suma

un valor total de 2.023.880 dólares. En una segunda fase si se requiere abastecer a Guayas de la arquitectura de datos; el costo para la infraestructura que no incluye equipos terminales tendría un valor de 508.000 dólares.

RECOMENDACIONES

- Para disponer de los canales para una red de datos, el diseño más óptimo se basa en un estudio de tráfico; pero surge un inconveniente real, y es que; un sistema de flujo de tráfico de datos es estadísticamente complejo; para ello entonces, existen dos soluciones posibles que se recomienda tomarlas en consideración en el momento de evaluar realmente el funcionamiento de una red, y que son de compra y uso empresarial, que se acercan de mejor manera a la optimización de canales y servicios:
 - Uso generalizado de perfiles de mensajería de usuario que aproximan un sistema de datos real del cliente.
 - Análisis de único perfil de mensajería vía modelos de contención de paquete. Computador de simulación y predicción de tráfico de red.
- Es recomendable monitorear el tráfico de cada uno de los sectores, verificando que cumplan con todos los parámetros de calidad, especialmente si existe o no congestión de los canales, lo que implicaría realizar una ampliación del número en las Quantar. La proyección realizada para el cálculo del número de canales se lo hizo considerando un número de usuarios pico y para las peores condiciones, pero esto no nos garantiza evitar congestionamiento ya que muchas veces las operaciones y aplicaciones producen que el usuario genere mayor tráfico.
- En realidad a más de desarrollar la red de datos para cubrir con los requerimientos del Distrito Metropolitano de Quito, se vio la necesidad de proyectar la funcionalidad del sistema a nivel regional intersitio; es decir para la provincia de Pichincha y Guayas como las principales, por lo que es sugerente ya disponiendo de la red de datos en el sitio central, y ante la factibilidad de conectividad y señalización de microondas que posee a nivel nacional la policía, realizar la compra de Quantar de datos para los sitios de trunking en Guayas y conectarlas a la red

central en Quito; distribuyendo según las necesidades los equipos terminales en las provincias anteriormente mencionadas. Lo que es posible como un plan piloto en fase dos de prueba, una vez que se haya probado la funcionalidad de la red en Quito y por ende la provincia de Pichincha inicialmente.

- Creo conveniente recomendar que de igual manera, ya teniendo la infraestructura de datos para Pichincha y Guayas, se haga una redistribución operativa de equipos de radio y unidades robustas para manejar los costos eventuales de nueva compra, que en el caso de equipos terminales siempre tienen una valoración económica mayor o igual que la infraestructura de base; y en razón de las necesidades se vaya redistribuyendo, incorporando, sustituyendo y comprando nuevos terminales.
- Para la instalación de infraestructura y equipos; recalcando que siempre en los proyectos de Policía Nacional se atribuye a un costo extra que corre por la DINACOM, para la empresa proveedora; en este caso Motorola quien instala e integra los equipos; en esta tesis en el capítulo seis también se detalla el tipo de interface de conexión entre equipos, el detalle técnico de equipos, se acota la infraestructura requerida en el sitio maestro y en los sitios remotos, y se anexa los manuales de equipos e instalación; contemplando con ello lo requerido para una correcta incorporación e instalación de los mismos; si así fuera necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

LIBROS:

- FLOOD, J. F., “Telecommunications switching, traffic and networks”, Prentice Hall, New York, Páginas: 12 – 14 (Capítulo 2, Modelo OSI), 87 – 115 (Capítulo 2 y 3, Traffic Telecommunications).
- HERRERA PÉREZ, Enrique, “Fundamentos de Ingeniería Telefónica”, Limusa, México 1983, Páginas: 341 – 356 (Capítulos 2 y 3, Introducción al Dimensionamiento de Centros de Conmutación).
- FREEMAN, Roger L., “Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones”, 4° Edición, Limusa, México 1991, Páginas: 31 – 58 (Capítulos 2 y 3, Fundamentos de la Ingeniería de Tráfico).
- FREEMAN, Roger L., “Reference Manual for Telecommunications Engineering”, 2° edición, Wiley, Páginas 21 – 35 (Capítulo 3, Telephone Traffic).
- J. DUNLOP, and D.G. SMITH., “Telecommunications Engineering”, 3° edición, Chapman and Hall, Páginas 313 – 337 (Capítulo 2 y 3, Telefonía).
- HIDALGO, L. Pablo, “Telefonía I”, EPN, junio 1986, Páginas: 90 – 104 (Capítulos 2, 3 Tráfico Telefónico).

- GARY, N. Higginbottom, “Performance Evaluation of Communication Networks”. Artech House, Boston, Páginas. 61 – 76 (Capítulo 2, Teoría Elemental de Servidores).
- DOCUMENTACION PRIVADA DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES DE LA POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR (DINACOM)

MANUALES Y NORMATIVAS:

- Reglamento y Norma Técnica para los sistemas Troncalizados. Resolución N°264-13-CONATEL-2000, 20 de julio del 2000.
- ASTRO™TRUNKED, Digital Radio Network Solutions MOTOROLA
- ASTRO®SMARTZONE®SYSTEM4.1, Understanding your system
- TETRA News, N°1, Heikki Hakala, Helsinki Finlandia Enero de 1999, 12 páginas.
- Dr. M. NOURI, NOURI MARCONI COMMUNICATIONS, “Standard Interfaces”.
- Manual de MOTOROLA, “Descripción Genérica del sistema SMARTZONE”.
- Manual de MOTOROLA, “Descripción Genérica del sistema ASTRO”.
- PEKKA Blomberg, NOKIA NETWORKS, “Definition, Concepts and Applications of TETRA”.
- ALCATEL 9400 UX, Radioenlace digital de Pequeña y Mediana. Capacidad (13, 15, 18, 23,25, o 38GHz) con Supervisión 946LUX11
- Recomendación UIT-R. P-370-7. “Curvas de propagación en ondas métricas y decimétricas para la gama de frecuencias comprendidas entre 30 y 100 MHz”.

- Recomendación UIT-R. P-529-3. “Métodos de predicción requeridos para el servicio móvil terrestre en las bandas de ondas métricas y decimétricas”.
- Recomendación UIT-T E.492. “Período de referencia del tráfico”.
- Recomendación UIT-T E.500. “Principios de medida de la intensidad de tráfico”.
- Recomendación ETSI STC RES 6.1. “Tipos de redes”.
- Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association (TIA/EIA) TSB-102.BABD, APCO Project 25 Vocoder Selection Process.
- Normativa TIA/EIA para radiocomunicaciones

PAGINAS WEB PRINCIPALES:

- www.motorola.com, “Sistemas de radio comunicaciones”
- www.tetra.com, “Protocolo TETRA”
- www.itu.com, “Recomendaciones”.
- www.etsi.org, “Recomendaciones”.
- www.quito.gov.ec, “Distribución Territorial del Distrito metropolitano de Quito”.
- www.syscom.com, “Protocolos de Radiocomunicación”.
- www.motorola.com, “Soluciones Motorola”.
- www.elo.utfsm.cl, “Outdoor Propagations Models”.
- www.tid.es, “Outdoor Propagations Models”.
- www.nokia.com, “Professional Mobile Radio”.

ANEXOS

Información proporcionada por la Dirección de Comunicaciones de la Policía Nacional (DINACOM), para mayo del 2005:

ANEXO 1: Formato modelo de encuestas utilizadas

OBJETIVO: DETERMINACIÓN DE LA HORA PICO (MÁXIMO TRÁFICO)

DATOS GENERALES:

Nombre:

Fecha:.....

Función que desempeña:

Grupo de trabajo N°: Turno de trabajo:

ENCUESTA:

1. Marque ordenadamente con una X cada uno de los casilleros conforme reciba una llamada. Usted marcará en cada cuadro solo en el período de una hora (60 minutos) exacta. Luego de este período marcará en los casilleros del cuadro siguiente y empezará nuevamente desde 1:

Cuadro N°1.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°2.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°3.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°4.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°5.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°6.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°7.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

Cuadro N°8.

Hora: de: a

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....

.....

FIRMA:

ANEXO 2: Formato modelo de encuestas realizadas

OBJETIVO: DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE LLAMADAS Y SU DURACIÓN DURANTE LA HORA PICO (MÁXIMO TRÁFICO)

DATOS GENERALES:

Nombre:

Fecha:

Unidad a la que pertenece:

Función que desempeña:

Turno de trabajo:

Sector:

Hora pico:

ENCUESTA:

1. Marque con una X cada vez que realice una llamada por radio y anote el tiempo de duración de las mismas (desde el momento de su inicio):

N° DE LLAMAD A	TIEMPO DE DURACIÓN
1	
2	
3	
4	
5	

Nota: Las llamadas serán contabilizadas únicamente durante la hora pico

El tiempo será expresado en minutos y segundos procurando ser lo más exacto posible

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....

Firma:

ANEXO 3: Referencias técnicas de los equipos

RNC3000

Radio Network Controller

FEATURES

The RNC3000 provides the interface between the host computer or message switch and the base site(s).

Expanded Host and Switch Interface Capability

The RNC3000 can interface to host computers or switches via a variety of industry standard link layer protocols. Protocols supported include TCP/IP over Ethernet and ASYNC interfaces.

► *The wide range of supported interface protocols assures connectivity into new or existing computer systems.*

Enhanced Performance

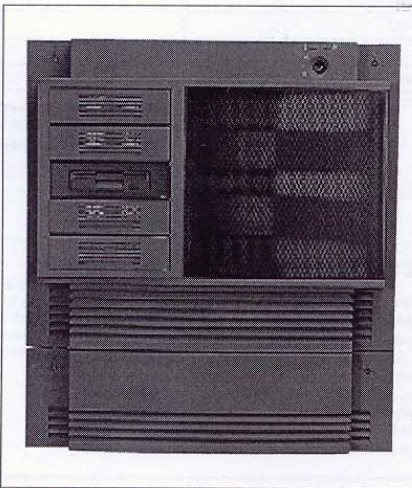
The RNC3000 demonstrates significant improvements over throughput specifications for other controllers. Up to 100,000 messages per hour, 12,000 registered users, and 64 base sites can be supported, depending on the configuration.

► *The RNC3000 will continue to serve your system needs as field terminals and base stations are added and as system message activity grows.*

Network Management

The RNC3000 supports SNMP-based network management within Private DataTAC™ networks for detailed statistics and alarm information to monitor system activity and performance. This information can be obtained directly via the RNC console or through the FullVision INM™.

► *Statistics allow you to monitor system performance and loading for system optimization and management.*



System Support

The RNC3000 supports the MDC protocol and the higher speed RD-LAP protocol for use in Private DataTAC networks.

The RNC3000 also supports the ASTRO™ protocol for use on ASTRO digital voice and data systems. The RNC3000 can provide an easy upgrade path between ASTRO systems and RD-LAP systems, for users who want to take advantage of RD-LAP's higher data rates.

► *The RNC3000 provides a flexible platform to meet the needs of a variety of system protocols and requirements.*

Host-Controlled Switchover Option

Improved system availability is achieved via the Host-Controlled Switchover option. The RNC3000 can be paired and configured so that the databases of the secondary unit are continuously updated to match the primary database. The host can switch RNCs and access paths to base stations without the loss of registered devices.

► *Redundant network controllers eliminate single-point failure problems, assuring minimum disruption of system operation.*

Message Encryption

The RNC3000 supports over-the-air rekeying (OTAR) and multiple encryption algorithm type messaging between Mobile computers and host applications through the RNC Encryption Unit supporting both single and dual algorithm configurations.

The RNC3000 facilitates operational control over the Encryption Units supporting a maximum of five Encryption Units with the same algorithm types per RNC3000. Status and statistics of the Encryption Units are made available from the RNC3000 console.

► *The RNC3000 provides message encryption/decryption messaging for ASTRO™ integrated voice and data systems.*

Modular Hardware and Software Configurations

The RNC3000 hardware platform is a VME design that permits easy expansion of both base site and host interfaces.

The RNC3000 software has a tiered design that supports the following system configurations:

- One base site
- Up to 16 base sites
- Up to 8 base sites
- Up to 64 base sites

► *The network controller may be sized for today's immediate requirements and easily expanded to serve future requirements.*



RNC3000

SPECIFICATIONS

PERFORMANCE	
Throughput:	Up to 100,000 messages per hour*
Number of Users:	Up to 12,000
Number of Base Stations:	Up to 64

*Based on 64 site software configuration.
Actual throughput is dependent on system configuration and may vary.

PROCESSOR	
CPU:	68030 @ 33 MHz
I/O Processor:	68030 @ 16 MHz
Hard Drive:	9GB
Floppy Drive:	1.4 Mbyte

PHYSICAL	
Size:	19" W x 21" H x 13.5" D (48.2 x 53.2 x 34.3 cm) 60 lb (27.3 kg)
Chassis:	19" Rack Mountable; 12 slot XR

ENVIRONMENT	
Input Power:	115/230 Vac 50/60 Hz
Maximum Power Consumption:	700 Watts
Temperature:	0-50° C
Relative Humidity:	20-80% non-condensing

REGULATORY	
US:	FCC Part 15 Class A
Canada:	ICES-003 Class A
Europe:	EN 55022 Class A, EN 50082-1, CE

SAFETY	
UL1950, CSAC22.2/950, VDE EN60950, IEC950, CE	

HOST INTERFACE			
	Maximum Physical Links	Maximum Logical Links	Maximum Link Speed
TCP/IP over Ethernet:	1	8	10 Mbps*
ASYN (Single-port):	1	N/A	9.6 kbps

Actual throughput is dependent on system configuration and will vary. Based on 64 base site software configuration.
*Total available bandwidth. Contention will reduce the available bandwidth for data.

ENCRYPTION ALGORITHMS	
DES-OFB*	DES-OFB*/DVP-XL
DES-XL	DES-OFB*/DVI-XL
DVP-XL	DES-XL/DVP-XL
DVI-XL	DES-XL/DVI-XL

*FIPS 140-1/Level 1 Security Certification pending.
Encryption units available on ASTRO™ integrated voice and data systems only.

ENCRYPTION UNIT PERFORMANCE		
Algorithm Type	Number of Units	Throughput
DES-OFB*	5	Up to 100,000 messages per hour
DES-XL	5	Up to 100,000 messages per hour
DVP-XL	5	Up to 80,000 messages per hour
DVI-XL	5	Up to 70,000 messages per hour

*Based on message profile of 50 bytes inbound/100 bytes outbound.
Actual throughput is dependent on system configuration/message profile and may vary.
Specifications subject to change without notice.



Support Services
Wherever Motorola sells, our product is backed by service. Our products are serviced throughout the world by a wide network of company or authorized independent distributor service organizations.



MOTOROLA

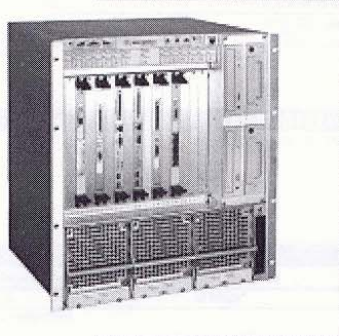
Motorola U.S.A.
1301 E. Algonquin Road
Schaumburg, Illinois 60196
In the U.S. call: 1-888-567-7347
Outside the U.S. and Canada call: (847) 538-6602

Motorola Canada Limited
3900 Victoria Park Avenue
North York, Ontario M2H 3H7
In Canada call: 1-800-268-5758

©, Motorola, ASTRO, Private DataTAC, and FullVision INM are trademarks of Motorola Inc. ■ © 1999 by Motorola Inc. ■ Printed in U.S.A.
■ (9910) Merit ■ Produced by Customer Communications
Motorola is an Equal Employment Opportunity/Affirmative Action Employer

Specification Sheet

RNC3000 CompactPCI (cPCI)



THE RNC3000
PROVIDES THE
INTERFACE
BETWEEN THE
HOST COMPUTER
OR MESSAGE
SWITCH AND THE
BASE SITE(S).

Actual configuration may vary.

EXPANDED HOST AND SWITCH INTERFACE CAPABILITY

The RNC3000 can interface to host computers or switches via industry standard protocols such as TCP/IP over Ethernet.

- The industry standard protocols assure connectivity into new or existing computer systems.

ENHANCED PERFORMANCE

The RNC3000 demonstrates significant improvements over throughput specifications. Up to 100,000 messages per hour, 12,000 registered users, and 64 base sites can be supported, depending on the configuration.

- The RNC3000 will continue to serve your system needs as field terminals and base stations are added and as system message activity grows.

NETWORK MANAGEMENT

The RNC3000 supports SNMP-based network management within Private DataTAC™ networks for detailed statistics and alarm information to monitor system activity and performance. This information can be obtained directly via the RNC console or through the FullVision INM™.

- Statistics allow you to monitor system performance and loading for system optimization and management.

SYSTEM SUPPORT

The RNC3000 supports the MDC protocol and the higher speed RD-LAP protocol for use in Private DataTAC networks.

The RNC3000 also supports the ASTRO® Common Air Interface protocol for use on ASTRO digital voice and data systems. The RNC3000 can provide an easy upgrade path between ASTRO systems and RD-LAP systems, for users who want to take advantage of RD-LAP's higher data rates.

- The RNC3000 provides a flexible platform to meet the needs of a variety of system protocols and requirements.

HOST-CONTROLLED SWITCHOVER OPTION

Improved system availability is achieved via the Host-Controlled Switchover option. The RNC3000 can be paired and configured so that the databases of the secondary unit are continuously updated to match the primary database. The host can switch RNCs and access paths to base stations without the loss of registered devices.

- Redundant network controllers eliminate single-point failure problems, assuring minimum disruption of system operation.

MESSAGE ENCRYPTION

The RNC3000 supports over-the-air rekeying (OTAR) and multiple encryption algorithm type messaging between Mobile computers and host applications through the RNC Encryption Unit supporting both single and dual algorithm configurations.

The RNC3000 facilitates operational control over the Encryption Units supporting a maximum of five Encryption Units with the same algorithm types per RNC3000. Status and statistics of the Encryption Units are made available from the RNC3000 console.

- The RNC3000 provides message encryption/decryption messaging for ASTRO integrated voice and data systems.

MODULAR HARDWARE AND SOFTWARE CONFIGURATIONS

The RNC3000 hardware platform is a cPCI design that permits easy expansion of both base site and host interfaces.

The RNC3000 software has a tiered design that supports the following system configurations: (The standard hardware configuration is equipped to support up to 16 base stations)

- One base station – Up to 16 base stations
- Up to 8 base stations – Up to 64 base stations

- The network controller may be sized for today's immediate requirements and easily expanded to serve future requirements.

PERFORMANCE

Throughput	Up to 100,000 messages per hour*
Number of Users	Up to 12,000
Number of Base Stations	Up to 64

*Based on 64 site software configuration.
Actual throughput is dependent on system configuration and may vary.

PROCESSOR

CPU	366 MHz
I/O Processor	8 port synchronous I/O
Hard Drive	40GB
Floppy Drive	1.4 Mbyte

PHYSICAL

Size	19" W x 21" H x 13.5" D (48.2 x 53.2 x 34.3 cm) 60 lb (27.3 kg)
Chassis	19" Rack Mountable; 16 slot cPCI

ENVIRONMENT

Input Power	115/230 Vac 50/60 Hz
Maximum Power Consumption	700 Watts
Temperature	0-50° C
Relative Humidity	20-80% non-condensing

REGULATORY

US	FCC Part 15 Class A
Canada	ICES-003 Class A
Europe	EN 55022 Class A, EN 50082-1, CE

SAFETY

UL1950, CSAC22.2/950, VDE EN60950, IEC950, CE

HOST INTERFACE

	Maximum Physical Links	Maximum Logical Links	Maximum Link Speed
TCP/IP over Ethernet	1	8	10 Mbps*

Actual throughput is dependent on system configuration and will vary. Based on 64 base site software configuration.
*Total available bandwidth. Contention will reduce the available bandwidth for data.

ENCRYPTION ALGORITHMS

DES-OFB	DES-OFB/DVP-XL
DES-XL	DES-OFB/DVI-XL
DVP-XL	DES-XL/DVP-XL
DVI-XL	DES-XL/DVI-XL

Encryption units available on ASTRO integrated voice and data systems only.

ENCRYPTION UNIT PERFORMANCE

Algorithm Type	Number of Units	Throughput
DES-OFB*	5	Up to 100,000 messages per hour
DES-XL	5	Up to 100,000 messages per hour
DVP-XL	5	Up to 80,000 messages per hour
DVI-XL	5	Up to 70,000 messages per hour

*Based on message profile of 50 bytes inbound/100 bytes outbound.
Actual throughput is dependent on system configuration/message profile and may vary.



MOTOROLA, ASTRO, Private DataTAC, FullVision INM and the Stylized M Logo are registered in the U.S. Patent and Trademark Office. All other product or service names are the property of their respective owners.
©Motorola, Inc. 2002. I0209 VPS

Specification Sheet

QUANTAR DATA BASE STATION 800 MHz / 900 MHz

HIGH PERFORMANCE DATA TRANSMISSION

The QUANTAR DBS is designed to support high speed, reliable data communications in Private DataTAC. Key features include:

A solid-state transmitter designed to support up to 19.2 kbps data transmission for 800 MHz and 9.6 kbps data for 900 MHz, provides full power in 10 milliseconds. Transmitter power is configurable.

- *Frequent transmitter keying required by busy networks is easily handled. Configurable transmitter power permits communication coverage to be customized for mobile and portable terminals.*

Radio Signal Strength Information (RSSI) is available, which is a measure of the strength of signals received from mobile or portable data terminals in the network.

- *RSSI allows the network controller to choose the optimum transmitter to communicate to a specific terminal and determine which transmitters may be used simultaneously without harmful interference. Hundreds of data terminals may be supported on a single channel.*

Data sent to mobile or portable data terminals is converted to the correct protocol for over-the-air transmission. Data received from mobile or portable data terminals is corrected for errors before being forwarded through the network.

- *Protocol conversion in the base station eliminates reprogramming the host computer to use a protocol compatible with the network. Error correction maintains data integrity.*

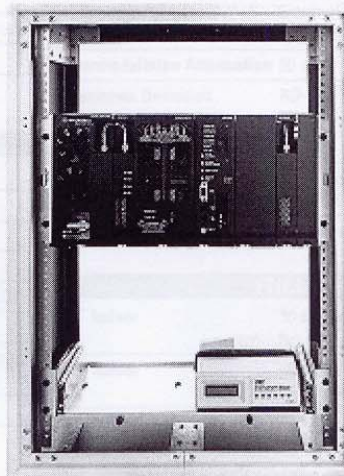
Full duplex operation over a 4 wire Type 5 or 3002 grade telephone line.

- *Full duplex operation optimizes data throughput.*

800 MHz QUANTAR Data Base Station



MOTOROLA
intelligence everywhere™



THE QUANTAR DBS
PROVIDES THE VITAL
CONNECTION
BETWEEN LANDLINE
AND RADIO
COMMUNICATION
ENVIRONMENTS.

MAXIMUM FLEXIBILITY IN A COMPACT DESIGN

The QUANTAR DBS features a software intensive design with 12.5 or 25 kHz programmable channel spacing for 800 MHz and 12.5 kHz for 900 MHz.

- *The software-intensive design allows for easier upgrades and system migrations.*

The electronic components for the QUANTAR DBS are housed in a standard EIA 19" rack mount chassis. The base station with modem and radio frequency peripherals can be housed in a 30 inch cabinet.

- *Compact dimensions utilize expensive site space efficiently.*

A switching power supply functions over a wide range of voltages and frequencies.

- *The station is adaptable to meet a variety of needs and changing requirements.*

UNMATCHED RELIABILITY AND SERVICEABILITY

The QUANTAR DBS provides reliable solid state performance and continuous duty cycle operation. Battery reverting is available in the event of a site power failure. Functionally separate modules – Field Replaceable Units (FRU) – allow most maintenance and repair work to be done quickly and easily in the field, reducing costly downtime. Comprehensive diagnostics, self-testing, and alarm reporting provide up-to-date information to ensure the station operates in optimum condition.

- *The QUANTAR DBS contributes to maximum system up-time.*

800 MHz QUANTAR Data Base Station

GENERAL SPECIFICATIONS

Data Protocols	RD-LAP 9.6 and 19.2
Number of Frequencies	1; Synthesized
Modulation	4 level FSK
Channel Spacing	25 kHz
Temperature Range	-30°C to +60°C
Antenna Connectors	2: Transmit and Receive; Type N Female
Power/Band Option	X250, X750
RF Power Output	20-6 watts, 100-25 watts

RECEIVER:

Frequency	806-825 MHz
IF Frequencies	73.35 MHz and 450 kHz
Adjacent Channel Rejection	70 dB
Receiver Bandwidth	19 MHz
Sensitivity	0.30 μ V (12 dB SINAD); 0.42 μ V (20 dBQ)
Static Bit Error Rate 1%	-110 dBm
Frequency Stability	\pm 0.0001%/External Reference (optional) over temperature and voltage range
Intermodulation Rejection	85 dB
Spurious and Image Response	100 dB
Distortion	3% (measured at 1000 Hz @ 60% RSD)
FM Hum & Noise	50 dB nominal (at 1000 Hz, 60% RSD with 750 μ s de-emphasis)
RF Input Impedance	50 Ω

INPUT POWER:

AC Power	90-264 Vac, 47-63 Hz
Optional DC/DC Converter (positive or negative ground)	12 Vdc (20 watt station) or 24 Vdc (100 watt station)
Operation Battery Revert	12 Vdc (20 watt station) or 24 Vdc (100 watt station) Output power may be reduced up to 3 dB in battery revert to maximize battery life

TRANSMITTER:

Frequency	851-870 MHz
Electronic Bandwidth	Full sub-band (reduced when duplexer option added)
Output Impedance	50 Ω
Frequency Stability	\pm 0.0001%/External Reference (optional) External Reference/0.1 PPM over temperature and voltage range
Intermodulation Attenuation	50 dB
Maximum Deviation	RD-LAP 19.2: \pm 5.6 kHz; RD-LAP 9.6 \pm 3.9 kHz
Spurious & Harmonics	80 dB
FM Hum & Noise	50 dB nominal (300-3000 Hz bandwidth, 60% RSD with 750 μ s de-emphasis)
Distortion	<2% measured at 1000 Hz @ 60% RSD

ENCLOSURES:

30" Indoor	30 x 22 x 20 inch (762 x 559 x 508 mm); 66 lbs (30 kg)
46" Indoor	46 x 22 x 20 inch (1168 x 559 x 508 mm); 75 lbs (34 kg)
60" Indoor	60 x 22 x 20 inch (1524 x 559 x 508 mm); 102 lbs (46 kg)

FCC DATA:

Rules Part	90
Emission Designator	RD-LAP 9.6: 16K0F1D (12.5 kHz channel) RD-LAP 19.2: 20K0F1D (25 kHz channel)
US Type Acceptance	20 watt Transmitter: ABZ89FC5775 100 watt Transmitter: ABZ89FC5776 Receiver: ABZ89FR5757
Canada Type Approval	109194195C

Power Output	Operation State	AC Line	Battery Revert		DC/DC Converter (Positive or Negative Ground)			
			12 VDC Nominal* X30 Option	24 VDC Nominal* X30 Option	12 VDC X121 Option	24 VDC X112 Option	48 VDC X113 Option	60 VDC X113 Option
20W (800 MHz)	Standby	50	40	N/A	55	N/A	50	50
	Transmit	130	105	N/A	140	N/A	125	130
100W (800 MHz)	Standby	55	N/A	45	N/A	60	50	50
	Transmit	400	N/A	335	N/A	440	390	395

* Full rated RF power is only available for terminal voltages of 13.5 to 15 V (12 VDC x 30 option) and 27 to 30 V (24 VDC x 30 option) at the station.

Specification Sheet

ASTRO® DIU 3000 Digital Interface Unit



The DIU 3000 acts as the gateway between analog dispatch equipment, telephone interconnect devices, host data gateway and conventional or trunked ASTRO digital systems. Compatible with Motorola stations and receivers designed to meet Project 25.



MULTI-MODE OPERATION

The DIU 3000 is compatible with both conventional and trunked ASTRO systems. It can operate in the clear (non-encrypted) ASTRO digital, encrypted ASTRO digital, and clear (non-encrypted) analog modes, providing compatibility with new ASTRO as well as existing analog radios.

- The DIU 3000 provides a seamless transition between different types of calls by automatically switching to match the mode of each call.

SOFTWARE FLEXIBILITY

The software inherent in the product design allows features and system configurations to be specified through your choice of the appropriate software options.

- One hardware platform can be used in multiple configurations.

SPACE SAVING MODULAR DESIGN

The modular design of DIU 3000 allows up to four units to be placed in one 19" cardcage for rack or cabinet mounting.

- Modular design saves valuable rack space.

HOST DATA INTERFACE

The DIU 3000 connects to a Radio Network Controller (RNC) providing host computer interface for conventional integrated voice and data systems.

- A single device, the DIU 3000, serves as the interface to an ASTRO digital system for consoles, telephone interconnect devices, and host computers.

ANALOG CONSOLE GATEWAY

The DIU 3000 works with CENTRACOM Series II Plus, and Gold Series consoles. It also supports voice and basic control functions, with consoles that use standard Motorola function tones.

- The DIU 3000 provides a smooth migration path from analog to digital by allowing most existing analog consoles to operate in an ASTRO digital system.

TELEPHONE INTERCONNECT INTERFACE

The DIU 3000 connects to either a trunking or conventional telephone interconnect device (CIT, MBeX, MRTI, NOVA).

- Subscriber radios can send and receive telephone calls in the clear (non-encrypted) ASTRO digital, encrypted ASTRO digital, and clear (non-encrypted) analog modes.

INTEGRATED LINK INTERFACES

A V.24/hybrid link interface or (optional) integrated 9.6 Kbps ASTRO digital modem provides access to ASTRO digital fixed equipment.

- These infrastructure link interfaces are integrated into the DIU 3000, saving valuable site space.

MULTIPLE ENCRYPTION METHODS

The DIU 3000 supports DES-OFB, DES-XL, DVP-XL and DVI-XL encryption algorithms for operation in the ASTRO digital mode. The DIU 3000 encryption cartridge is capable of using either one or two of these algorithms.

- Motorola can tailor your ASTRO system to meet your security needs. With dual encryption algorithm capability, agencies using different encryption algorithms can interoperate in the secure mode.

CENTRALIZED KEY STORAGE

The DIU 3000 houses the encryption keys for the fixed network. Centralized location of all encryption keys provides greater system security.

- Centralized key storage reduces the possibility of system security being compromised.

MULTIKEY CAPABILITY

Up to eight encryption keys stored in the DIU 3000 can be selected by a console position. Encryption keys are used to decode inbound transmissions from subscriber units and to encode outbound calls from a console.

- Multikey capability provides the flexibility to configure your system to interoperate securely with several user groups using different encryption keys.

KEY TRANSPARENT SYSTEM OPERATION

Since the DIU 3000 contains the encryption key for the fixed network, the rest of the fixed equipment remains key transparent. All other encoding and decoding is done in the mobile and portable units.

- System security and integrity remains at the highest level, as encoding and decoding is minimized.

GENERAL PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Power Supply	120 VAC 50/60 Hz at 1 amp; 240 VAC 50/60 Hz at 0.5 amps; 15 VDC at 1.5 amps
Input Current	1.5 Amp at 15VDC
Size	Without cardcage: 9.7" H x 3.84" W x 13.3" D (246 cm x 97.8 cm x 337.7 cm)
Mounting	Cardcage: 19" wide, 10.5" high (6 rack units), 14" deep
Operating Temperature	-30 to +50°C
Voice Coding Method	Vector Sum Excited Linear Predictive (VSELP) or Improved Multi-Band Excitation (IMBE) - Optional
Vocoder Rate	4.8 Kbps IMBE or VSELP
Channel Rate	9.6 Kbps
Hum and Noise	-50 dBm (1000 Hz, 0 dBm)
Audio Distortion	3% (analog mode; 1000 Hz, 0 dBm line output)
Transmission Control	Tone Remote Control from analog console or digital keying from Gold Series console. Digital Remote Control to QUANTAR/QUANTRO base station or ASTRO Comparator.

ENCRYPTION (OPTIONAL)

Encryption Type	Digital (9.6 Kbps versions of DES-OFB, DES-XL, DVP-XL and DVI-XL)
Method	Multi-register non-linear combiner
Synchronization	Counter addressing (XL) and/or output feedback
Encryption Key Initialization	Internally derived pseudo-random initializing vector
Encryption Key Generalization	External handheld, microprocessor controlled key variable loader (KVL)
Encryption Algorithm Capacity	Up to 2 Algorithms per DIU 3000 Encryption Module
Encryption Keys per DIU-II	Up to 512 (EMC) or 1024 (CM) keys (8 accessible by TRC or 16 by digital keying console)
Encryption Key Erasure	Tamper detection and/or keyboard command

WIRELINE CONSOLE INTERFACE

From Console-Input	4-wire, 600 Ohm balanced output, or 2-wire, 600 Ohm balanced output
Sensitivity	-25 dBm
Maximum Output To Console	0 dBm at 600 Ohms to the lines
ASTRO Signaling to ASTRO Console Interface Module (ACIM)	Asynchronous 9.6 Kbps signaling (RS-232) from DB25 connector

INFRASTRUCTURE INTERFACES

Modem Signals and ASTRO Comparator/Station Analog Audio	4-wire, 600 Ohms balanced output for tone signaling to station. Requires 3002 or Type 5 leased line
From ASTRO Comparator/Station (with modem) Input Sensitivity	-25 dBm
Maximum Output To ASTRO Comparator/Station (with modem)	0 dBm at 600 Ohms to the lines
ASTRO Digital Signals (with V.24 interface)	Synchronous 9.6 Kbps signal (RS-232) using DB25 connector
To Telephone Interconnect Device	2-wire unbalanced output via RJ45 connector (Note: for Smartnet interconnect using CIT or MBX the 2-4 wire converter, T5715, must be used between each DIU 3000 and the CIT/MBX)
To Radio Network Controller (RNC) for Conventional Data	Synchronous 9.6 Kbps signal (RS-232) using DB25 connector

Specifications subject to change without notice.

ASTRO® XTL™ 1500

Digital Mobile Radio

SPECIFICATION SHEET



MODEL FEATURES

Frequency Bands

- 136-174 MHz
- 380-470MHz
- 450-520 MHz
- 764-870 MHz

Power Levels

- 10-50 Watt (136-174 MHz)
- 10-40 Watt (380-470 MHz)
- 10-45 Watt (450-520 MHz)
- 10-35 Watt (764-870 MHz)

48 Channels (Standard)

Dual mode operation (ASTRO Digital and Analog)

9600 or 3600 Baud features

Project 25 capability on Conventional and Trunking systems

Project 25 compliance interoperable voice signaling features

Bandwidth Receiver

- 12.5/30 kHz (analog) – 136-174 MHz
- 12.5/25 kHz (analog) – 380-470 MHz and 450-520 MHz
- 12.5/20/25 kHz (analog) – 764-870 MHz

12.5 kHz bandwidth receiver (digital)

4 Programmable buttons

Emergency button

Dash mount *

Meets Military Specs 810 (C,D, E and F)

Utilizes Windows®-based customer programming

Built in FLASHport™ support

Optional Keypad microphone

Internal Speaker

AVAILABLE WITH SOFTWARE ENHANCEMENT PACKAGE

255 Channels

Encryption capability (ADP)

Integrated voice and data capable



Motorola's XTL 1500 Project 25 compliant mobile radio is tough and well suited for users in a construction, utility, petroleum, and local law enforcement environment. Taking into consideration your work environment and various job responsibilities, this robust mobile radio will support the type of consistent, high quality communication you need.

The XTL 1500 digital mobile radio supports APCO Project 25 and is available in 136-174 MHz, 380-470MHz, 450-520 MHz 764-870 MHz frequency bands and supports a subset of the accessories common to the XTL 2500 mobile radio.

The XTL 1500 digital mobile radio is specifically designed to meet the needs of your organization. When you want high performance, quality, and reliability in your daily communications, the XTL 1500 digital mobile radio is the radio of choice.

GENERAL PERFORMANCE SPECIFICATIONS

Frequency range	136-174 MHz 380-470MHz 450-520 MHz 764-870 MHz
Modulation	C4FM of QPSK-C family (Compatible Quadrature Phase Shift Keying)
Protocol	
Project 25-CAI	4.4 kbps IMBE, 2.8 kbs Error Correction Coding, 2.4 kbps Embedded Signaling
Channel Bandwidth	
Analog	12.5/30 kHz (136-174 MHz) 12.5/25 kHz (380-470 MHz and 450-520 MHz); 12.5/20/25 kHz (764-870 MHz)
Digital	12.5 kHz

VOICE CODER

Voice Coding Method IMBE (CAI)	Improved Multi Band Excitation
Voice Truncation	None
Frame Re-sync Interval	180 mSec (Clear Digital Mode)
Forward Error Correction	Golay code
Error Mitigation Project 25-CAI (IMBE)	
Dual Level	Level 1: Extrapolates and replaces 20 mSec voice frames that exceed the error correction algorithm tolerance. Level 2: Progressive muting of 20 mSec voice frames that are too severely damaged for Level 1 replacement.
Code Book Structure	APCO Project 25 (IMBE): No code book

SIGNALLING (ASTRO MODE)

Signalling Rate	9.6 kbps
Digital ID Capacity	10,000,000 Conventional / 48,000 Trunking
Digital Network Access Codes	4,096 network site addresses
ASTRO Digital User Group Addresses	4,096 network site addresses
Project 25 – CAI Digital User Group Addresses	65,000 Conventional / 4,094 Trunking
Error Correction Techniques	Golay, BCH, Reed-Solomon codes
Data Access Control	Slotted CSMA: Utilizes infrastructure-sourced data status bits embedded in both voice and data transmissions.

SPEAKER

Dimensions	5.5" x 5.5" x 2.5" (139.7 x 139.7 x 63.5 mm) (Excluding mounting bracket)
Weight	1.5 lbs (0.7 kg)

MOBILE

Dimensions	Radio Transceiver 2" x 7" x 7.8" (51 x 179 x 197 mm)
	Control Head 2.6" x 7.3" x 2.7" (65 x 185 x 69 mm)
	Radio Transceiver and Control Head 2.6" x 7.3" x 9.8" (65 x 185 x 248 mm)
Weight	Radio Transceiver and Control Head 5.2 lbs (2.34 kg) (764-870 MHz and 136-174 MHz) 5.2 lbs (2.32 kg) (380-470 MHz and 450-520 MHz)

TRANSMITTER

Frequency	764-776 MHz 794-806 MHz 806-825 MHz 851-870 MHz	380-470 MHz and 450-520 MHz	136-174 MHz
RF Power	10-35W	10-40/45W	10-50W
Max Freq Separation	Full Bandsplit	Ref Above Bandsplit	Full Bandsplit
Freq Stability Operating Freq Accuracy (-30C to +60C;+25C Ref) – 700/800 & UHF (+/- 2ppm (-30C to +60C) - VHF			
	1.5 ppm	2 ppm	2.5 ppm
Modulation Limiting			
25/20 kHz, 25 kHz, 25/30 kHz channel	±5 kHz, +/-4 kHz (NPSPAQC)	±5 kHz	±5 kHz
12.5 kHz channel	±2.5 kHz	±2.5 kHz	±2.5 kHz
Modulation Fidelity (C4FM)			
12.5 kHz digital channel	±2.8 kHz	±2.8 kHz	±2.8 kHz
Channel Spacing Analog			
	12.5/20/25 kHz	12.5/25 kHz	12.5/30kHz
FM Hum and Noise			
20/25 kHz, 25 kHz, 20/25 kHz	40 dB	45 dB	50 dB
12.5 kHz	34 dB	40 dB	40 dB
Emissions			
	Conducted Radiated -70 dBc -85 dBc	Conducted Radiated -85 dBc -20 dBc	Conducted Radiated -85 dBc -85 dBc
Audio Response (6db/Octave Pre-emphasis from 300 to 3000 Hz)			
	+1, -3 dB (EIA)	+1, -3 dB (EIA)	+1, -3 dB (EIA)
Audio Distortion per EIA			
	2%	2%	2%

POWER AND BATTERY DRAIN

Model Type	136-174 MHz 380-470MHz 450-520 MHz 764-870 MHz
Minimum RF Power Output	10-50 Watt (136-174 MHz) 10-40 Watt (380-470 MHz) 10-45 Watt (450-520 MHz) 10-35 Watt (764-870 MHz)
Operation	12V DC Negative Ground
Standby at 13.8V	
136-174 MHz	0.5A-0.7A
380-470 MHz and 450-520 MHz	0.65A-0.85A
764-870 MHz	0.7A
Receive at Rate Audio at 13.8V	
136-174 MHz	1.3A-3.0A
380-470 MHz and 450-520 MHz	1.5A-3.2A
764-870 MHz	3.0A
Transmit at Rated Power	
136-174 MHz	7A-10A
380-470 MHz	5.7A-13.7A
450-520 MHz	13A (45W)
764-870 MHz	8A (15W), 13A (35W)

FCC TYPE ACCEPTANCE ID

Band	Transmitter Power	
	Output	Number
136-174 MHz	10-50 W	AZ492FT3806
380-470MHz	10-40 W	AZ492FT4862
450-520 MHz	10-45 W	AZ492FT4867
764-870 MHz	10-35 W	AZ492FT5823

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating Temperature	-30°C / +60°C
Storage Temperature	-55°C / +85°C
International Protection	IP54 certified

TRANSMITTER

Frequency	764-776 MHz 794-806 MHz 806-825 MHz 851-870 MHz	380-470 MHz and 450-520 MHz	136-174 MHz
RF Power	10-35W	10-40/45W	10-50W
Max Freq Separation	Full Bandsplit	Ref Above Bandsplit	Full Bandsplit
Freq Stability Operating Freq Accuracy (-30C to +60C;+25C Ref) – 700/800 & UHF (+/- 2ppm (-30C to +60C) - VHF			
	1.5 ppm	2 ppm	2.5 ppm
Modulation Limiting			
25/20 kHz, 25 kHz, 25/30 kHz channel	±5 kHz, +/-4 kHz (NPSPAQC)	±5 kHz	±5 kHz
12.5 kHz channel	±2.5 kHz	±2.5 kHz	±2.5 kHz
Modulation Fidelity (C4FM)			
12.5 kHz digital channel	±2.8 kHz	±2.8 kHz	±2.8 kHz
Channel Spacing Analog	12.5/20/25 kHz	12.5/25 kHz	12.5/30kHz
FM Hum and Noise			
20/25 kHz, 25 kHz, 20/25 kHz	40 dB	45 dB	50 dB
12.5 kHz	34 dB	40 dB	40 dB
Emissions			
	Conducted Radiated -70 dBc -85 dBc	Conducted Radiated -85 dBc -20 dBc	Conducted Radiated -85 dBc -85 dBc
Audio Response (6db/Octave Pre-emphasis from 300 to 3000 Hz)			
	+1, -3 dB (EIA)	+1, -3 dB (EIA)	+1, -3 dB (EIA)
Audio Distortion per EIA	2%	2%	2%

POWER AND BATTERY DRAIN

Model Type	136-174 MHz 380-470MHz 450-520 MHz 764-870 MHz
Minimum RF Power Output	10-50 Watt (136-174 MHz) 10-40 Watt (380-470 MHz) 10-45 Watt (450-520 MHz) 10-35 Watt (764-870 MHz)
Operation	12V DC Negative Ground
Standby at 13.8V	
136-174 MHz	0.5A-0.7A
380-470 MHz and 450-520 MHz	0.65A-0.85A
764-870 MHz	0.7A
Receive at Rate Audio at 13.8V	
136-174 MHz	1.3A-3.0A
380-470 MHz and 450-520 MHz	1.5A-3.2A
764-870 MHz	3.0A
Transmit at Rated Power	
136-174 MHz	7A-10A
380-470 MHz	5.7A-13.7A
450-520 MHz	13A (45W)
764-870 MHz	8A (15W), 13A (35W)

FCC TYPE ACCEPTANCE ID

Band	Transmitter Power	
	Output	Number
136-174 MHz	10-50 W	AZ492FT3806
380-470MHz	10-40 W	AZ492FT4862
450-520 MHz	10-45 W	AZ492FT4867
764-870 MHz	10-35 W	AZ492FT5823

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS

Operating Temperature	-30°C / +60°C
Storage Temperature	-55°C / +85°C
International Protection	IP54 certified

Specification Sheet

MOBILE WORKSTATION 800 (MW 800) Series F5207 Central Processing Unit (CPU)



KEY FEATURES

- Pentium-M or Celeron-M processors
- 256 MB, 512 MB or 1 GB DDRAM memory available
- Video capture provides digital video recording capability
- 3-D shock mounted removable hard drive or Flash Disk
- Dual display functionality
- Wide range of integrated communications configurations
- Versatile 3-piece design

Motorola continues its successful legacy of rugged, high-performance, well-connected computers with the Mobile Workstation 800 (MW 800). Ideally suited for the public safety, homeland security, military, transportation, utility, distribution, courier and manufacturing markets, the MW 800 combines Motorola's vast experience in technical innovation and wireless data communications.

The MW 800 is Motorola's most advanced mobile workstation, loaded with high-level computing and data communications capabilities. Feature-rich, with all the easy functionality of a PC, its 3-piece design of separated Central Processing Unit (CPU), display and keyboard allows for versatility and ease of in-vehicle installation.

The CPU can be configured with either a Pentium-M 1.8 GHz, Pentium-M 1.5 GHz or a Celeron-M 1.3 GHz processor. The standard 256 MB RAM can be upgraded to 512 MB or 1 GB.

A single CPU can support dual displays and keyboards. The wide variety of integrated radio configurations provides flexibility and performance for critical data communications needs. The innovative hard drive shock mount is specifically designed for the rigors of the mobile environment.

The MW 800 also offers digital video recording capabilities allowing users to download/upload videos to a server. From mug shots and maps to Hazmat, the MW 800 is designed to meet your technological and environmental requirements. It provides the mission-critical muscle you need to get the job done, wherever your mobile workforce goes.

For information on the MW 800 displays and keyboards please refer to Specification Sheet R3-14-2030.



Additional information about the MW 800 can be found at <http://www.motorola.com/>

GENERAL SPECIFICATIONS

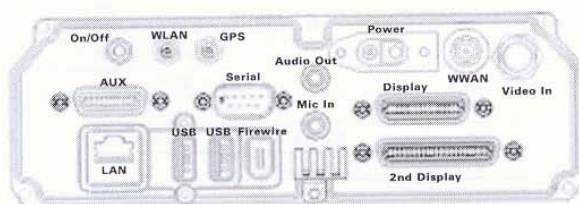
CPU Physical Size (H x W x D)	2.74" x 7.75" x 9.45" (6.95 x 19.7 x 24.0 cm)
CPU Weight	7.7 pounds (3.5 kg)

COMMUNICATIONS/EXPANSION PORTS

USB 2.0	2x on CPU
Serial	3x RS-232 ports: 1 external, 2 internal for WAN and GPS support
Ethernet	1x 100 BaseT both 10 & 100 Mb/s
PC card Slots	External Type II
PCI	Internal Mini PCI (used for WLAN radio)
Video Input	1x standard Composite video input (CVBS) port (PAL or NTSC)
Audio	Line out (non-amplified) for external speaker External mic in
Primary Display Interface	RGB, USB, 2-line audio out (balanced, non-amplified)
Secondary Display Interface	RGB or DVI, USB, 2-line audio out (balanced, non-amplified)
FireWire 400	1x IEEE 1394
Aux Port	2x general purpose inputs; 2x general purpose outputs; ignition sense; 12V battery voltage out (1A) and 5V DC out (1A); USB 2.0; Audio In/Out

COMPUTER

Processor	Intel Pentium-M processor 745; 1.8 GHz, 2 MB cache Intel Pentium-M processor 715; 1.5 GHz, 2 MB cache Intel Celeron-M processor 320; 1.3 GHz
VGA Controller	32 MB internal video RAM
Video Capture	Conexant BT878A
Power Management	Embedded controller supports intelligent thermal and power management.
Mass Storage	Removable Hard Disk: 40 GB (60 GB optional) with 3 dimensional shock absorber, with heater 4 GB Flash Disk available as an alternate to the Hard Drive
Internal Memory	256 MB, 512 MB or 1 GB DDRAM
Operating System	Supports Microsoft Windows 2000 and XP Pro



Back view of the F5207 showing Input/Output connectivity

COMMUNICATION PROTOCOLS – INTERNAL RADIOS (OPTIONAL)

Private DataTAC	
Frequency	806-824 MHz Tx, 851-869 MHz Rx
Protocol	RD-LAP 19.2, RD-LAP 9.6
RF Power Output	1.8 Watt into 50-ohm load
GPRS on GSM/DCS/PCS	
Frequency	900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz
Protocol	GPRS packet data
RF Power Output	1.8 Watts at 900 MHz 1 Watt at 1800 MHz and 1900 MHz
iDEN Packet Data	
Frequency	806-821 MHz Tx, 851-869 MHz Rx
Protocol	iDEN (25 kHz spacing)
RF Power Output	0.6 Watts (variable in 6 steps) into 50-Ohm load
GPS	Internal Trimble Lassen SQ
WLAN	IEEE 802.11b/g, 11/54 Mb/s, Intel 2200BG, WiFi certified

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature	-22 to 158°F (-30 to +70°C)
Storage Temperature	-40 to 158°F (-40 to +70°C)
Humidity	90 to 95% Relative humidity at 50°C after 8 hours

DURABILITY

Shock	20g peak 1/2 sine wave @ 11ms, 30 impacts
Vibration	Per TIA/EIA 603 Paragraph 3.3.4 and MIL-STD-810F method 514.5, Fig. 514.5C-1
Drip	Per MIL-STD-810F method 506.4 Procedure III
Dust Blowing	5 hours in dust (140 mesh silica flour) laden atmosphere, dust agitation time is for 2 seconds every 15 minutes
Salt Fog	8 hours, 5% Sodium Chloride at 35°C, MIL-STD-810F method 509.4
Flammability	Per UL94
Solar Radiation	7 cycles of 24 hours with no functional degradation per MIL-STD-810F, method 505.4, Procedure I
Shock Crash Hazard	75g, 6 ms per MIL-STD-810F method 516.5, Procedure V

ELECTRICAL ENVIRONMENT

Power Source	Vehicle Battery (12V, negative ground)
Power Instability	13.8V DC ±20%, with no loss of functionality
Electrical Transients	Meets ISO7637-1
Power Consumption (at 13.8VDC, CPU only)	Off (main switch ON) 30mA Suspend Mode 0.4A (fans off) Typical 1.5A Max 5A

REGULATORY

FCC Information	Acceptance Number
GPRS Radio	IHDT6AC1
iDEN Packet Data Radio	AZ489FT5796
Private DataTAC	PQS-BM28001
WLAN	PD9WM3B2200BG
United States	
Radiated Emission	FCC Part 15, Class B
Radio Acceptance	FCC Part 90, Part 22, Part 24
Safety	C-UL-US UL 60950-1
Canada	
Radiated Emission	ICES003 (equivalent to FCC Part 15, Class B)
Radio Acceptance	DOC RSS119
Safety	C-UL-US UL 60950-1
Europe	
Radiated Emission	EN55022 Class B
Safety	EN60950-1
EMC Immunity	EN55024
R&TTE	EN301489
eMark	Directive 72/245EC (95/54EC)
Australia	
Radiated Emission	AS/NZS 3548 (1995) Amendment 2--1997 CISPR 22
Safety	AS/NZS 60950
EMC Immunity	AS/NZS CISPR22

ACCESSORIES

Displays	SVGA or XGA; DVI Standard or High-brightness
USB Floppy Disk Drive	
USB Backlit Keyboard	
USB-Serial Port Expander	
External Microphone	
USB CD / DVD-ROM Drive	
External 5W speaker with built-in amplifier	

Specification Sheet

MOBILE WORKSTATION 800 (MW 800) Series F5207 Displays and Keyboard



KEY FEATURES

DISPLAYS

- Impact-proof touch-screens
- Two Display Sizes: 12.1" and 8.4"
- User-Defined Programmable Buttons on Displays
- Integrated Bluetooth option on 12.1" Displays
- Integrated Emergency Button

KEYBOARDS

- Ruggedized, Backlit Keyboards
- English, French, Chinese and Hebrew versions
- Can be connected directly to the display

Motorola continues its successful legacy of rugged, high-performance, well-connected computers with the Mobile Workstation 800 (MW 800). Ideally suited for the public safety, homeland security, military, transportation, utility, distribution, courier and manufacturing markets, the MW 800 combines Motorola's vast experience in technical innovation and wireless data communications.

The MW 800 displays and keyboards provide advanced features and functionality, yet are specifically designed for the rigors of the mobile environment. The 3-piece design of separated Central Processing Unit (CPU), display and keyboard allows for versatility and ease of in-vehicle installation.

The touchscreen displays are available in two sizes, 8.4" and 12.1", and benefit from 8-wire resistive technology which allows use with a stylus or gloved finger. The 12.1" XGA model boasts an impressive 1200 NIT (cd/m²) of backlighting illumination.

User-defined programmable buttons provides user interface flexibility; a separate, easily identifiable red Emergency button gives instant single-button access to assistance in emergency situations.

The touch-screen displays are also impact-proof, preventing glass splinters in the event of a collision.

All MW 800 Displays contain USB ports into which the keyboards or peripheral devices can be connected. This provides more flexibility if the computer (CPU module) is to be installed elsewhere in the vehicle.

Motorola also offers CPU-to-Display cables of various lengths to meet customer requirements while reducing in-vehicle clutter.

All MW 800 Keyboards are spill resistant and backlit illuminated. The integrated touch-pad and programmable function keys provide an operating environment similar to that of a laptop computer.

Through available MODS (Mobile Office Display Solution) packages, the MW 800 display and keyboards can be integrated with Motorola (or other) laptops providing an ergonomically efficient alternative to compact laptop interfaces.

For more information on the MW 800 Central Processing Unit (CPU), please refer to specification sheet R3-14-2009.

Additional information on the MW 800 can be found at:
<http://www.motorola.com>



The MW 800 Display and Keyboard pictured with the Central Processing Unit (CPU)

GENERAL SPECIFICATIONS

Physical Size (H x W x D)	
8.4" Display	7.1" x 9.1" x 1.69" (18.1 x 23.1 x 4.3 cm)
12.1" Display	10.6" x 12.2" x 2.2" (26.9 x 31 x 5.6 cm)
Backlit Keyboard	
	1.26" x 12.60" x 8.0" (3.2 x 32 x 20.3 cm)
Weight	
8.4" Display	3.3 pounds (1.5 kg)
12.1" Display	8.4 pounds (3.8 kg)
Keyboard	2.2 pounds (1.0 kg)

INPUT

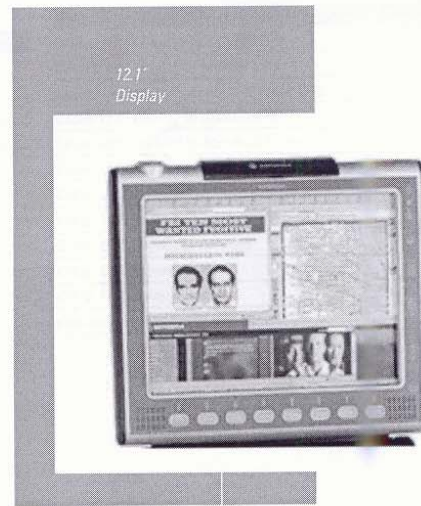
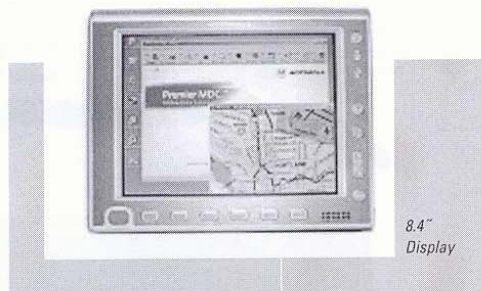
Main Keyboard	QWERTY style layout (AZERTY for French versions), 85 total keys, 12 function keys, spill resistant, backlit illuminated, USB interface
Single Language	US English, UK English, French, Canadian French, Belgian French
Dual Language	US English±: Chinese or Hebrew
Pointing Device	Integrated Touch-Pad and Touch screen
Display Buttons	Illuminated, programmable function buttons: 6 on the 8.4" display 8 on the 12.1" display
Emergency Button	Dedicated illuminated emergency key located on the display module

COMMUNICATIONS/EXPANSION PORTS

USB 1.1	2x on 12.1" display 1x on 8.4" display
Sound	2x .5 W speakers w/adjustable volume on 12.1" display 1x .5 W speaker w/adjustable volume on 8.4" display

DISPLAY WITH THERMAL PROTECTION MECHANISM

LCD Type	Color Active Matrix, TFT transmissive
LCD Size	12.1" Diagonal XGA or SVGA 8.4" Diagonal SVGA
Resolution	1024 x 768 XGA LCD panel / 800 x 600 SVGA LCD panel
LCD Luminance	Standard SVGA 350 nit (cd/sq.m) High-bright XGA 1,200 nit (cd/sq.m)
Touch screen	8 Wire Resistive, tempered glass with anti-reflective coating, impact-proof



COMMUNICATION PROTOCOLS – INTERNAL RADIOS (OPTIONAL)

Bluetooth	Version 1.1 compatible (in 12.1" display) Supports data and voice profiles
-----------	-------------------------------------------------------------------------------

ENVIRONMENTAL

Operating Temperature	-22 to 158°F (-30 to +70°C)
Storage Temperature	-40 to 158°F (-40 to +70°C)
Humidity	90 to 95% Relative humidity at 50°C after 8 hours

DURABILITY

Shock	20g peak 1/2 sine wave @ 11ms, 30 impacts
Vibration	Per TIA/EIA 603 Paragraph 3.3.4 and MIL-STD-810F method 514.5, Fig. 514.5C-1
Drip	Per MIL-STD-810F method 506.4 Procedure III
Dust Blowing	5 hours in dust (140 mesh silica flour) laden atmosphere, dust agitation time is for 2 seconds every 15 minutes
Salt Fog	8 hours, 5% Sodium Chloride at 35°C, MIL-STD-810F method 509.4
Flammability	Per UL94
Solar Radiation	7 cycles of 24 hours with no functional degradation per MIL-STD-810F, method 505.4, Procedure I
Shock Crash Hazard	75g, 6 ms per MIL-STD-810F method 516.5, Procedure V

ELECTRICAL ENVIRONMENT

Power Source	Vehicle Battery (12V, negative ground)	
Power Instability	13.8V DC ±20%, with no loss of functionality	
Electrical Transients	Meets ISO7637-1	
Power Consumption (at 13.8VDC)	On	Standby
12.1" XGA	2.8A	0.1A
12.1" SVGA	1.5A	0.1A
8.4" SVGA	1.4A	0.1A
Keyboard	0.5A	Max from the USB Port



MW800 keyboard

REGULATORY

United States	
Radiated Emission	FCC Part 15, Class B
Radio Acceptance,	FCC Part 90, Part 22, Part 24
Safety	C-UL-US UL 60950-1

Canada	
Radiated Emission	ICES003 (equivalent to FCC Part 15, Class B)
Radio Acceptance	DOC RSS119
Safety	C-UL-US UL 60950-1

Europe	
Radiated Emission	EN55022 Class B
Radio Acceptance	ETS 300113
Safety	EN60950-1
EMC Immunity	EN55024
R&TTE	EN301489
eMark	Directive 72/245EC (95/54EC)

Australia	
Radiated Emission	AS/NZS 3548 (1995) Amendment 2-1997 CISPR 22
Safety	AS/NZS 60950

ACCESSORIES

Cables: 12.1" Display to MW800 CPU
Cables: 8.4" Display to MW800 CPU
Cables: Secondary Display to MW800 CPU
Cable: 12.1" Display to Standard PC
Cable: MW 800 CPU to Standard Screen
Cable: Line Filter (CE)
Cable: Line Out Adapter
Cable: 15-Amp Power Cable
Cable: USB Keyboard Extender
Cable: USB Expansion Port
Cable: MODS Adapter
External Speaker Cable Adapter

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO I INTRODUCCION

Figura. 1.1. Sistema troncalizado frente a sistemas convencionales	6
Figura. 1.2. Principio básico del sistema troncalizado	7
Figura. 1.3. Sitios de repetición y proceso de una llamada	13
Figura. 1.4. Multiemplazamiento de trunking	18

CAPITULO II ESTUDIO DEL SISTEMA TRONCALIZADO QUE POSEE LA POLICÍA NACIONAL ACTUALMENTE

Figura. 2.1. Sistema troncalizado Smartzone en la provincia de Pichincha	24
Figura. 2.2. Red de microonda extendida	29

CAPITULO III TRUNKING DIGITAL Y SISTEMAS DE DATOS MÓVILES

Figura. 3.1. Conectividad de datos	49
Figura. 3.2. Servicio de AVL para datos móviles	51
Figura. 3.3. Servicio de acceso a base de datos	52
Figura. 3.4. Servicio de despacho asistido para datos móviles	53

Figura. 3.5. Servicio de transferencia de imágenes	53
Figura. 3.6. Servicio de creación de informes	54
Figura. 3.7. Servicio de información de clientes	54
Figura. 3.8. Tecnologías disponibles para datos móviles	56
Figura. 3.9. Voz y datos integrados sobre trunking	57
Figura. 3.10. Voz y datos compartidos sobre trunking	57
Figura. 3.11. Voz y datos integrados sobre trunking	58

CAPITULO IV

PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DE LOS SISTEMAS TRONCALIZADOS DIGITALES

Figura. 4.1. Estándares de trunking desde sus inicios	64
Figura. 4.2. Estándares de proyecto 25	71
Figura. 4.3. Sistema Astro release 1.7	75
Figura. 4.4. Sistema Astro release 3.0	75
Figura. 4.5. Topología de sitios_sitio simple	76
Figura. 4.6. Topología de sitios_múltiples sitios simples	76
Figura. 4.7. Topología de sitios_receiver voting	77
Figura. 4.8. Topología de sitios_multicast	77
Figura. 4.9. Topología de sitios_simulcast	78
Figura. 4.10. Interfaces de Proyect 25	79
Figura. 4.11. Interfaces de Proyect 25- R. 1.7	79
Figura. 4.12. Interface “A” de proyecto 25	80
Figura. 4.13. Interface “Um” de proyecto 25. Release 1.7 y 3.0	82
Figura. 4.14. Interface de wireline para despacho por consola	83
Figura. 4.15. Consolas de interfaz de DIU	84
Figura. 4.16. Interface “Ed” de RNC to Host (SR 1.7/SR 3.0)	85
Figura. 4.17. Interface “Ed” de RNC to Host (SR 3.0)	85
Figura. 4.18. Modelo de referencia OSI para arquitecturas de comunicación	87
Figura. 4.19. Modulación FSK y QPSK	89

Figura. 4.20. ARQ selectivo	92
Figura. 4.21. Flujo de datos entrelazados	92
Figura. 4.22. Gráfica de envío de datos en bruto	93
Figura. 4.23. Gráfica de interleaved data	93
Figura. 4.24. Gráfica de resultados con un error por byte	93
Figura. 4.25. Manejo de Slotted Digital Sense Multiple Access	95
Figura. 4.26. Manejo del canal de entrada y salida	96
Figura. 4.27. Capacidad de los modos de voz y datos	97
Figura. 4.28. CAI de datos	98
Figura. 4.29. Ejemplo del análisis de perfil de usuario	99

CAPITULO V

ANÁLISIS TÉCNICO DE TRÁFICO, COBERTURA Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Figura. 5.1. Cobertura celular, cada estación base usa un grupo de frecuencias	106
Figura. 5.2. Gráfica de resultados de la encuesta sitio Norte	114
Figura. 5.3. Gráfica de resultados de la encuesta sitio Centro	114
Figura. 5.4. Gráfica de resultados de la encuesta sitio Sur	115
Figura. 5.5. Variación hora a hora del tráfico en los tres sitios	115
Figura. 5.6. Número de canales para sitio N	129
Figura. 5.7. Número de canales para sitio C	129
Figura. 5.8. Número de canales para sitio S	130
Figura. 5.9. Cálculo de la probabilidad de demora sitio N	131
Figura. 5.10. Cálculo de la probabilidad de demora sitio C	131
Figura. 5.11. Cálculo de la probabilidad de demora sitio S	132
Figura. 5.12. Mapa del distrito metropolitano de Quito	133
Figura. 5.13. Altura efectiva de la antena	141
Figura. 5.14. Pantalla de ingreso de datos para obtener el HAAT	142
Figura. 5.15. Gráfica de ubicación real geográfica de sitios	154
Figura. 5.16. Gráfica de cobertura de sitio Condorcocha	155
Figura. 5.17. Gráfica de cobertura de sitio Pichincha	156

Figura. 5.18. Gráfica de cobertura de sitio Cruz Loma	157
Figura. 5.19. Gráfica de cobertura de sitio Puengasí	158
Figura. 5.20. Gráfica de cobertura de sitio Atacazo	159
Figura. 5.21. Gráfica de cobertura cartesiana del sitio Condorcocha	161
Figura. 5.22. Gráfica de cobertura cartesiana del sitio Pichincha	161
Figura. 5.23. Gráfica de cobertura cartesiana del sitio Puengasí	162
Figura. 5.24. Plan de numeración (identificadores individuales y de grupo)	165

CAPITULO VI

PROPUESTA TÉCNICA DE LA RED DE DATOS

Figura. 6.1. Diagrama general de la red de datos dedicada	172
Figura. 6.2. Sitio maestro y emplazamientos remotos del sistema	173
Figura. 6.3. Distribución de las DBS en los sitios para el distrito de quito	177
Figura. 6.4. Distribución de las DBS en los sitios para pichincha y guayas	18
Figura. 6.5. Una distribución posible del RACK de comunicaciones	186
Figura. 6.6. Controlador de red de radio	189
Figura. 6.7. Puerta de salida inalámbrica de la red	190
Figura. 6.8. Estación de base de datos	192
Figura. 6.9. Unidad de interfaz digital	193
Figura. 6.10. Equipos XTL1500, XTS2250, WM800	195
Figura. 6.11. Interconexión de los equipos e interfaces	196
Figura. 6.12. Sockets de comunicaciones	197
Figura. 6.13. Gráfico de comunicación en línea	198
Figura. 6.14. Registros y de-registros de usuarios	198
Figura. 6.15. Gráfico de RNC en espera	199
Figura. 6.16. Reportes de alarma	199
Figura. 6.17. Detalle de terminal y radiomódem	199
Figura. 6.18. Registro de usuario móvil	200
Figura. 6.19. Gráfico de petición de autorización	200

Figura. 6.20. Autorización de pedido de ingreso a la red	201
Figura. 6.21. Flujo de mensajes de transmisión en la red	201
Figura. 6.22. Diagrama funcional del software Premier MDC	208
Figura. 6.23. Pantalla principal del server de red	210
Figura. 6.24. Pantalla de registro de usuario	210
Figura. 6.25. Pantalla de registro de unidades	211
Figura. 6.26. Pantalla de registro de grupo	211
Figura. 6.27. Pantalla de registro departamento	212
Figura. 6.28. Pantalla de reporte de registro	212
Figura. 6.29. Pantalla de reporte de mensajería	213
Figura. 6.30. Pantalla de reporte de estado	213

INDICE DE TABLAS

CAPITULO II

ESTUDIO DEL SISTEMA TRONCALIZADO QUE POSEE LA POLICÍA NACIONAL ACTUALMENTE

Tabla. 2.1. Descripción de los principales enlaces de microonda	26
Tabla. 2.2. Detalle de repetidoras de voz para Pichincha, Guayas y Azuay	28
Tabla. 2.3. Equipos terminales (bases, móviles, portátiles)	31
Tabla. 2.4. Detalle de comandos y consolas de despacho	32
Tabla. 2.5. Especificaciones técnicas de las estaciones repetidoras troncalizadas	35
Tabla. 2.6. Especificaciones técnicas de las estaciones bases troncalizadas	36
Tabla. 2.7. Especificaciones técnicas de las estaciones móviles troncalizadas	37
Tabla. 2.8. Especificaciones técnicas de las estaciones portátiles troncalizadas	38

CAPITULO III

TRUNKING DIGITAL Y SISTEMAS DE DATOS MÓVILES

Tabla. 3.1. Descripción de las tecnologías para datos sobre trunking	56
----------------------------------------------------------------------	----

CAPITULO V

ANÁLISIS TÉCNICO DE TRÁFICO, COBERTURA Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Tabla. 5.1. Resultados de la encuesta (Determinación de la hora pico, sitio norte)	111
Tabla. 5.2. Resultados de la encuesta (Determinación de la hora pico, sitio centro)	112
Tabla. 5.3. Resultados de la encuesta (Determinación de la hora pico, sitio sur)	113
Tabla. 5.4. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H para el sitio norte)	116
Tabla. 5.5. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H para el sitio centro)	117
Tabla. 5.6. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H para el sitio sur)	117
Tabla. 5.7. Resultados de la encuesta (Determinación de R y H) y promedio de sitios	118
Tabla. 5.8. Resultados de la encuesta a partir de un sistema de datos	119
Tabla. 5.9. Número de unidades suscriptoras	121
Tabla. 5.10. Total unidades suscriptoras	124
Tabla. 5.11. Número de Usuarios Flotantes y activos	125
Tabla. 5.12. Resultados de tráfico para cada sitio	128
Tabla. 5.13. Flujo de tráfico AT, Canales y el GOS utilizado	130
Tabla. 5.14. Resultados finales de tráfico	132
Tabla. 5.15. Posibles sitios de repetición	135
Tabla. 5.16. Resultados obtenidos de h_{ef} , h_m y HAAT para sitio Condorcocha	142
Tabla. 5.17. Resultados obtenidos de h_{ef} , h_m y HAAT para sitio Pichincha	143
Tabla. 5.18. Resultados obtenidos de h_{ef} , h_m y HAAT para sitio Puengasí	144
Tabla. 5.19. Resultados obtenidos de h_{ef} , h_m y HAAT para sitio Cruz Loma	145
Tabla. 5.20. Resultados obtenidos de h_{ef} , h_m y HAAT para sitio Atacazo	146
Tabla. 5.21. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Condorcocha	151
Tabla. 5.22. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Pichincha	152
Tabla. 5.23. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Puengasí	152
Tabla. 5.24. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Cruz Loma	153
Tabla. 5.25. Resultados finales de cálculos de cobertura para sitio Atacazo	153
Tabla. 5.26. Unidades suscriptoras (sitio norte)	166
Tabla. 5.27. Unidades suscriptoras (sitio centro)	166
Tabla. 5.28. Unidades suscriptoras (sitio sur)	167
Tabla. 5.29. Identificadores de suscriptores para los sitios	167

CAPITULO VI

PROPUESTA TÉCNICA DE LA RED DE DATOS

Tabla. 6.1.	Tabla referencial sobre equipamiento en sitio maestro	174
Tabla. 6.2.	Tabla referencial sobre equipamiento en sitio remoto Condorcocha	175
Tabla. 6.3.	Tabla referencial sobre equipamiento en sitio remoto Pichincha	175
Tabla. 6.4.	Tabla referencial sobre equipamiento en sitio remoto Puengasí	176
Tabla. 6.5.	Señalización y canalización del sitio maestro	179
Tabla. 6.6.	Señalización y canalización del sitio remoto Condorcocha	180
Tabla. 6.7.	Señalización y canalización del sitio remoto Pichincha	181
Tabla. 6.8.	Señalización y canalización del sitio remoto Puengasí	181
Tabla. 6.9.	Equipo extra para servicio a guayas en el sitio maestro	183
Tabla. 6.10.	Equipo extra para servicio a guayas en los sitios remotos	184
Tabla. 6.11.	Algoritmos de encriptación	189
Tabla. 6.12.	Detalle precio software de Premier MDC	215
Tabla. 6.13.	Detalle precio sistema Astro	215
Tabla. 6.14.	Detalle precio radio modelo XTL1500	216
Tabla. 6.15.	Detalle precio unidad robusta MW800	216
Tabla. 6.16.	Servicios de integración e instalación	216
Tabla. 6.17.	Costo total equipos (FASE I)	217
Tabla. 6.18.	Detalle precio equipo astro para guayas	217
Tabla. 6.19.	Servicios de integración e instalación	218
Tabla. 6.20.	Costo total equipos (FASE II)	218
Tabla. 6.21.	Costo total del proyecto (FASE I y II)	218

GLOSARIO

ABREVIACIONES Y SIGLAS

ACC	Adjacent Control Channel
ACK	Acknowledgment
ACT	Transferencia automática de celda
AEB	Ambassador Electronics Bank
AES	Advanced encryption standard
AI	Air Interface
AIS	Infraestructura de señalización Astro
ANSI	American National Standards Institute
APCO	Association of Public Safety Communications Officials
API	Application program interface
ARQ	Automatic repeat request
Async	Asynchronous
AVL	Automatic Vehicle Location
CAI	Common air interface
CAC 101	Central de Atención Ciudadana 101
CAD	Computer Aided dispatch system
CAG	Centro de administración y gestión
CDPD	Cellular Digital Packet Data
CEB	Central Electronics Bank
CLP	Closed Loop Protocol
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
CRC	Cyclical Redundancy Checking
CRD	Centro de radio despacho
CTCSS	Continuous Tone Coded Squelch System

DBi	Generalmente se refiere al valor del patrón de radiación de la antena con igual ganancia en todas las direcciones
DBS	Data Base Station
DES	Data Encryption Standard
DIU	Digital interface unit
DVI	Digital Video Interface
E&M	Receive and Transmit
Edacs	Enhanced Digital Access Communication System
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FEC	Forward Error Correction
FFC	Federal Communications Commission
FIFO	First In First Out
FSK	Frequency-shift keying
GIR	Grupo de Intervención y Rescate
GOE	Grupo de Operaciones Especiales
GOS	Grade operation service
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
HAAT	Height Above Average Terrain
HDLC	High Level Link Control
Hp	Peak Hour
ICMP	Internet Control Message Protocol
IDEN	Integrated Dispatch Enhanced Network
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMBE	Improved multi band excitation
IP	Internet protocol
ISDN	Red Digital de servicios Integrados
ISI	Inter-System Interface
ITU	International Telecommunications Union

ITU-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones (Formada por CCITT)
ITU-R	Unión Internacional de Telecomunicaciones (Formada por CCIR)
LAN	Local Area Network
LAP	Link Access Protocol
LAPB	Link Access Procedure Balanced
LTR	Logic Trunked Radio
MAC	Medium Access Control
MFR	Reuso de Multifrecuencia
MPT 1327	Ministry of Posts and Telecommunications 1327
MTU	Maximum Transfer Unit
MW800	Mobile Workstation 800
OFB	Output FeedBack
O&M	Operación y Mantenimiento
OSI	Open Systems Interconection
OTAR	Over-the-air rekeying
PDA	Personal Data Assistance
PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
PDU	Protocol Data Unit
PIRE	Potencia isotrópica radiada efectiva
PMR	Private Mobile Radio
PMDC	Premier Mobile Data Computer
PSTN	Public Switched Telephone Network
PTT	Push To Talk
RF	Radio Frecuencia
RFI	Radio Frequency Interference
RMS	Record management system
RNC	Radio Network Controller
RSS	Radio Service Software
RSSI	Radio Signal Strength Information
SCA	Single Connector Attachment
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
S-DSMA	Slotted Digital Sense Multiple Access

SENATEL	Secretaría Nacional de Telecomunicaciones
SFR	Rehuso de monofrecuencia
SIAT	Servicio de Investigación de Accidentes de Tránsito
SLIP	Serial Line Internet Protocol
SMOP	Senalización de microonda de operación policial
TCP	Transmission Control Protocol
TETRA	Terrestrial Trunket Radio
UDP	User Datagram Protocol
UHF	Ultra high frequencies
VHF	Very high frequencies
VME	Virtual Machine Environment
VRM	Vehicular Radio Modem
VSELP	Vector Sum Excited Linear Predictor
QPSK	Quadrature phase shift keying
WNG	Wireless Network Gateway
WOM	Administración de órdenes de trabajo

Sangolquí, _____

Elaborado por:

Karla Paulina Rosero Villavicencio

Decano

Secretario Académico

Ing, Xavier F. Martinez C.

Tern. de E.M.

Ab. Jorge Carvajal R.