

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

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

**ESTUDIO TÉCNICO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN
VEHICULAR EN LAS UNIDADES DE SERVICIO DE LA
POLICÍA NACIONAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO
DE QUITO.**

TNTE. LCDO. LUIS ADOLFO REYES ZAPATA

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado con título “Estudio técnico de factibilidad para la implementación de un Sistema de Gestión Vehicular en las unidades de servicio de la Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito.”, ha sido desarrollado en su totalidad, por el señor: Tnte. Lcdo. LUIS ADOLFO REYES ZAPATA con C.I. 171451624-0, bajo nuestra dirección como requisito para la obtención del título en INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Ing. Rodrigo Silva.

DIRECTOR

Ing. Derlin Morocho

COORDIRECTOR

RESUMEN

Este proyecto describe el estudio realizado para la factibilidad de implementación de un Sistema de Gestión Vehicular para las unidades de Policía en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.), con el cual se busca desarrollar un Sistema capaz de comunicarse de forma automática con las unidades de policía en servicio y conocer la posición de los mismos en tiempo real, representarlas sobre un mapa digitalizado geo-referenciado, a través de una aplicación GIS en la Estación Central, ubicada en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101.

La plataforma de comunicaciones de acceso inalámbrico empleada para el envío de datos entre las Unidades móviles y la Estación Central, resultó después de efectuado los estudios pertinentes con una selección inicial entre las tecnologías GSM/GPRS y el Sistema Troncalizado de la Policía Nacional, las cuales fueron sujetas de un análisis minucioso para determinar la alternativa mas conveniente, considerando básicamente: Servicios disponibles en la Red, nivel de cobertura y factor de utilización.

Se analizaron y establecieron los requerimientos y características técnicas de los componentes del Sistema propuesto, capaz de integrarse e interactuar con los medios tecnológicos de la CMAC-101, los mismos que por su importancia definieron su viabilidad, estos componentes son: Subsistema Estación Móvil, Sistema de Comunicaciones GPRS y Subsistema Estación Central.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con mucho cariño y amor a toda mi familia, en especial a mi madre, Graciélita, por ser una madre como pocas en el mundo, entregada y abnegada con sus hijos, porque no solamente nos ha entregado su vida, sus sueños, sus esperanzas y su amor, sino que también nos ha enseñado el respeto, la lealtad, la honestidad, la perseverancia y a luchar por lo que queremos a pesar de los obstáculos que se presenten.

A mis hermanos Patricio, Omar y Elizabeth por ser el apoyo necesario en los momentos difíciles, por su comprensión incondicional y su verdadero amor.

En fin, este trabajo va dedicado para mi familia, amigos y todas aquellas personas que de una u otra forma han llegado a mi vida y se quedarán en ella por siempre.

Luis Adolfo Reyes Zapata

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la vida, la salud, por haber bendecido todas las horas de estudio y de esfuerzo y darme las fuerzas necesarias para poder alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A los seres que más quiero “mis Padres“, desde el fondo de mi alma todo mi agradecimiento grato y sincero por entregarme día a día su amor, cariño, apoyo total, incondicional y sobretodo abnegado, ya que sin su ayuda no hubiese logrado cumplir este anhelo tan grande.

A mis hermanos, Patricio, Omar y Elizabeth por su respaldo, ayuda y comprensión.

Agradezco de manera especial a Alexandra, por su cariño, amor, paciencia y por motivarme día a día para la realización de este proyecto.

A mis maestros, especialmente a mi Director y Codirector por sus enseñanzas, paciencia, colaboración y apoyo, para ellos todo mi agradecimiento.

A mis buenos amigos, personas tan especiales en mi vida de los cuales siempre aprendí muchas cosas para seguir siempre hacia delante en la vida y estuvieron a mi lado incondicionalmente cuando les necesitaba, de verdad muchas gracias a todos y cada uno de ustedes.

Luis Adolfo Reyes Zapata

PRÓLOGO

Los sectores de seguridad y emergencias han ido evolucionando a lo largo de los años. Estos sectores ya no solo requieren disponer de una buena cobertura y calidad de sus comunicaciones de voz, sino también de poder disponer de servicios de datos. El presente diseño será punto de partida para la consolidación de la aspiración Institucional, su implementación permitirá a futuro elaborar un Plan escalonado de implementación a nivel nacional, como un medio tecnológico complementario al accionar policial, que pretenda subsanar las limitaciones de transmisión de datos inalámbricos con las unidades móviles en servicio, brindando una comunicación ágil y segura, ejerciendo las tareas de comando y control en las operaciones y recursos y la optimización de los mismos.

Centrados en esta necesidad se ha desarrollado el presente proyecto, mediante el cual en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101, se conozca de forma automática la posición de las unidades móviles y se efectúe una coordinación directa de acciones con las unidades inmersas en la atención de una emergencia, mejorando de esta manera la capacidad de reacción frente al crimen, estableciendo canales permanentes de apoyo a la población en situaciones de auxilio, así como el despacho oportuno de los elementos donde sean requeridos con la disminución de los tiempos de respuesta, devolviéndole la tranquilidad a la población civil, ofreciéndoles un servicio más rápido y eficaz, asegurando el cumplimiento de la misión policial.

INDICE DE CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCION.....	1
1.2. RESUMEN EJECUTIVO.....	2
1.3. ANTECEDENTES.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	5
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO.....	5
1.6. OBJETIVOS.....	7
1.6.1. General.....	7
1.6.2. Específicos.....	7
1.7. INDICADORES.....	7
1.8. DESTINATARIOS.....	8

CAPITULO 2: RED DE COMUNICACIONES DE LA POLICIA NACIONAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

2.1. INTRODUCCION.....	9
2.2. SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO.....	10
2.2.1. Centro de Administración y Gestión.....	13
2.2.2. Grupos de Conversación.....	14
2.3. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA TRONCALIZADO SMATZONE.....	15
2.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA RADIO TRONCALIZADO.....	16
2.5. SEÑALIZACIÓN DEL SISTEMA.....	18
2.5.1. Controlador Central.....	18
2.6. REPETIDORES TRONCALIZADOS.....	19
2.6.1. Canal de Control.....	19
2.6.2. Canal de Voz.....	20
2.7. UNIDADES SUSCRIPTORAS.....	22
2.7.1. Radios Portátiles.....	23

2.7.2. Radio Bases/Móviles.....	24
2.7.3. Consolas de Despacho.....	26
2.8. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	27
2.8.1. Modo Inactivo (Idle Mode).....	28
2.8.2. Proceso de Llamada de Talkgroup.....	28
2.9. SERVICIOS DISPONIBLES EN EL SISTEMA.....	32

CAPITULO 3: TECNOLOGIAS DE COMUNICACION

3.1. SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO

3.1.1. Definición.....	34
3.1.2. Características.....	35
3.1.3. Componentes Trunking.....	37
3.1.4. Operación del Sistema.....	39

3.2. SISTEMA GSM/GPRS

3.2.1. Definición.....	42
3.2.2. Características.....	43
3.2.3. Arquitectura GPRS.....	45
3.2.3.1. Estación Móvil.....	46
3.2.3.2. Subsistema Estación Base.....	48
3.2.3.3. Subsistema de Conmutación.....	49
3.2.3.4. Nodo Servidor de Soporte GPRS (SGSN).....	52
3.2.3.5. Nodo de Soporte Pasarela de GPRS (GGSN).....	53
3.2.3.6. Interfaces de la Red GPRS.....	55
3.2.4. Transferencia de Paquetes Entre Nodos GSN's.....	57

3.3. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

3.3.1. Definición.....	59
3.3.2. Historia GPS.....	60
3.3.3. Arquitectura Del Sistema GPS.....	60
3.3.4. Funcionamiento Sistema GPS.....	62

3.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)

3.4.1. Definición.....	64
3.4.2. Componentes de un GIS.....	65
3.4.3. Funcionamiento GIS.....	67
3.5. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN VEHICULAR	
3.5.1. Definición.....	68
3.5.2. Arquitectura.....	69
3.5.3. Funcionamiento Sistema de Localización Vehicular.....	71

CAPITULO 4: PROPUESTA TÉCNICA

4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	72
4.2. SOLUCIÓN INTEGRAL.....	73
4.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN VEHICULAR.....	74
4.3.1. Infraestructura Disponible.....	75
4.4. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIONES.....	77
4.5. ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	82
4.5.1. Subsistema Estación Móvil.....	83
4.5.2. Sistema de Comunicaciones.....	86
4.5.3. Subsistema Estación Central.....	91
4.6. DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS.....	100
4.7. ANÁLISIS DE COBERTURA.....	105
4.8. ANÁLISIS DE TRÁFICO.....	106
4.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA	
4.9.1. Componentes Subsistema Estación Móvil.....	107
4.9.2. Componentes Sistema de Comunicaciones.....	109
4.9.3. Subsistema Estación Central.....	110
4.9.4. Requerimiento de Personal.....	112

CAPITULO 5: ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1. COSTO DE INFRAESTRUCTURA.....	113
---	------------

5.1.1. Costo por concepto de Hardware.....	114
5.1.2. Costo por concepto de Software	114
5.2. COSTO OPERATIVO	
5.2.1. Suscripción al servicio de transmisión de datos GPRS.....	114
5.2.2. Tarifa mensual por concepto del servicio de comunicaciones GPRS.....	115
5.3. COSTO DE MANTENIMIENTO.....	116
5.4. RELACIÓN COSTO BENEFICIO.....	116

CAPITULO 6: PROPUESTA DE BASES TÉCNICAS

6.1. OBJETO DE LA CONTRATACIÓN	
6.1.1. Objetivos.....	118
6.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.....	118
6.2.1. Descripción de los comunicadores GPS/GPRS.....	119
6.2.2. Descripción del Sistema de Gestión y Control.....	120
6.2.3. Descripción del Sistema de Interfaz con el CAC101.....	121
6.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
6.3.1. Unidades móviles.....	123
6.3.2. Red de Comunicaciones.....	124
6.3.3. Servidor de Comunicaciones.....	124
6.3.2. Cartografía.....	125
6.3.3. Sistema de Gestión y Control.....	125
6.4. CONDICIONES ADICIONALES	
6.4.1. Mantenimiento.....	127
6.4.2. Capacitación.....	128
6.4.3. Garantía Técnica.....	128
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXOS.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1.1. Destinatarios Directos del Sistema de Gestión Vehicular.....	8
Tabla. 1.2. Destinatarios Indirectos del Sistema de Gestión Vehicular.	8
Tabla. 2.1. Sitios de Repetición en el Distrito Metropolitano de Quito.....	10
Tabla. 2.2. Incremento del número de canales en los Sitios de Repetición existentes en el DMQ.....	13
Tabla. 2.3. Especificaciones técnicas de los equipos terminales troncalizados tipo portátil	23
Tabla. 2.4. Especificaciones técnicas de los equipos terminales troncalizados tipo móvil y base.....	25
Tabla. 2.5. Detalle de equipos terminales de comunicación.....	27
Tabla. 2.6. Escenarios del proceso de una llamada y su señalización en el Sistema Troncalizado.....	29
Tabla. 4.1. Resumen tecnologías de Comunicación Trunking y GSM/GPRS.....	80
Tabla. 4.2. Detalle de Cobertura CONECEL a nivel carretera en el Distrito Metropolitano de Quito.....	106
Tabla. 4.3. Análisis de tráfico generado por cada unidad móvil en un mes.....	106
Tabla. 4.4. Análisis de tráfico generado por la Estación Central en un mes.....	107
Tabla. 4.5. Especificaciones técnicas de los componentes del Subsistema Móvil.....	108
Tabla. 4.6. Especificaciones técnicas del Servidor del Sistema Propuesto.....	110
Tabla. 5.1. Costos por concepto de Hardware.....	114
Tabla. 5.2. Costos por concepto de Software.....	114
Tabla. 5.3. Costos por concepto de Suscripción servicio de transmisión de datos GPRS	114
Tabla. 5.4. Tarifa variable según consumo GPRS.....	115
Tabla. 5.5. Tarifa mensual por concepto de servicio de transmisión de datos GPRS.....	116
Tabla. 6.1. Especificaciones técnicas de los componentes del Subsistema Móvil	119
Tabla. 6.2. Especificaciones técnicas del Servidor del Sistema Propuesto.....	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1. Sistema de Comunicaciones de la Policía Nacional en la Provincia de Pichincha.....	11
Figura. 2.2. Organización de los servicios policiales por grupos de conversación.....	14
Figura. 2.3. Organización de los servicios policiales por multigrupos.....	15
Figura. 2.4. Arquitectura del Sistema de Comunicaciones Troncalizado.....	17
Figura 2.5 Comunicación en un solo sitio.....	17
Figura. 2.6. Comunicación en un solo sitio.....	18
Figura. 2.7. Controlador central del Sistema de Comunicaciones Troncalizado.....	19
Figura. 2.8. Canal de Control del Sistema de Comunicaciones Troncalizado.....	20
Figura. 2.9. Canal de voz del Sistema de Comunicaciones Troncalizado.....	20
Figura. 2.10. Proceso de Transmisión de la señal por el Canal de voz.....	21
Figura. 2.11. Equipos terminales de radio comunicación Troncalizado.....	22
Figura. 2.12. Equipos Portátiles XTS2250.....	23
Figura. 2.13. Equipo Terminal Tipo Base MCS2000.....	24
Figura. 2.13. Equipo Terminal Tipo Móvil XTL5000.....	25
Figura. 2.14. Consola de Despacho Centracom Gold.....	27
Figura. 3.1. Sistemas troncalizado frente a sistemas convencionales.....	35
Figura. 3.2. Operación del Sistema Trunking.....	40
Figura. 3.3. Arquitectura GPRS = GSM + 'SGSN' + 'GGSN'	45
Figura. 3.4. Comunicación de voz y datos en GPRS.....	46
Figura. 3.5. Redes backbone.....	51
Figura. 3.6. Transferencia de voz y datos a través de la red GPRS.....	52
Figura. 3.7. Nodo de Soporte Pasarela de GPRS (GGSN).....	53
Figura. 3.8. Nodos de una red GPRS.....	54
Figura. 3.9. Esquema de conexión de una red GPRS.....	55
Figura. 3.10. Ejemplo de enrutamiento de paquetes.....	57
Figura. 3.11. Transporte de paquetes GTP entre los nodos GSN`s.....	58
Figura. 3.12. GTP container.....	59
Figura. 3.13. Constelación de satélites del Sistema GPS.....	60
Figura. 3.14. Estaciones de monitoreo y supervisión del funcionamiento de los satélites.....	61
Figura. 3.15. Principio de funcionamiento del sistema GPS.....	62
Figura. 3.16. Esquema conceptual de un GIS.....	65
Figura. 3.17. Componentes de un Sistema de Localización Vehicular.....	69

Figura. 4.1.	Descripción del Sistema de Gestión Vehicular Requerido.....	75
Figura. 4.2.	Cobertura Requerida por el Sistema de Gestión Vehicular propuesto.....	79
Figura. 4.3.	Diagrama de bloques del Sistemas de Gestión Vehicular requerido.....	82
Figura. 4.4.	Componentes de la Estación Móvil.....	83
Figura. 4.5.	Unidad de Localización Móvil Skypatrol TT8540 Evolution GSM/GPRS MLU.....	86
Figura. 4.6.	Tarjeta inteligente SIM CARD (Subscriber Identity Mobile).....	87
Figura. 4.7.	Sistema de Comunicaciones GSM/GPRS.....	89
Figura. 4.8.	Activación de un contexto PDP sobre GPRS.....	90
Figura 4.9.	Protocolo GTP entre los dos nodos GSN's.....	90
Figura. 4.10.	Paquetes de datos trasportados en Containers o paquetes GTP sobre GPRS.....	91
Figura. 4.11.	Componentes de la Estación Central.....	92
Figura. 4.12.	Esquema Funcional de la Estación Central del Sistema de Gestión Vehicular.....	93
Figura. 4.13.	Número de puertos en aplicaciones servidoras.....	94
Figura. 4.14.	Comunicación Cliente-Servidor Socket con UDP.....	95
Figura. 4.15.	Diagrama físico y conceptual de la base de datos del sistema CAC 101.....	97
Figura. 4.16.	Cobertura del Sistema GSM de CONECEL.....	105
Figura 6.1.	Descripción del Sistema de Gestión Vehicular Requerido.....	119
Figura 6.2.	Diagrama físico y conceptual de la base de datos del sistema CAC 101.....	126

GLOSARIO

ABREVIACIONES Y SIGLAS

APCO	The Association of Public Safety Communications Officials International
APN	Access Point Name
AuC	Centro de Autenticación
AVL	Automatic Vehicle Location
BG	Border Gateway
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station System
BTS	Base Transceiver Station
CG	Charging Gateway
DNS	Domain Name System
EIR	Registro de Identidad de Equipos
FDMA	Acceso Múltiple por División de Frecuencia.
GIS	System Information Geographic
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GoS	Calidad de servicio
GPS	Global Positioning System
GPRS	General Packet Radio Service

GSM	Global System for Mobile Communications
GTP	GPRS Tunneling Protocol
HLR	Home Location Register
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IMEI	Internacional Mobile Equipment Identity
ISW	Inbound Signaling Word
ISW	Outbound Signaling Word
IP	Internet Protocol
ISDN	Red Digital de servicios Integrados
MS	Estación Móvil, usualmente un teléfono celular.
MSC	Mobile Switching Centre
NAVSTAR	Navigation Satellite Timing and Ranging
NMEA	Nacional Marine Electronics Association
NSS	Network and Switching Subsystem
PCU	Packet Control Unit
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM	Subscriber Identity Module
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol
VLR	Visitor Location Register
UTM	Sistema Mercantil Transversal Universal

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

En los inicios de las comunicaciones móviles casi toda la información enviada era tráfico de voz. En los últimos años, en cambio, el desarrollo de las telecomunicaciones se ha basado en promover un desarrollo sostenible de los servicios de comunicaciones de datos, así como el acceso universal a los mismos, como vehículo de progreso e integración, a fin de mejorar la calidad de vida de la población, ya que el aumento de la movilidad de las personas, ha generado nuevos requisitos para que esta nueva sociedad obtenga la información tal y como la está exigiendo.

Siendo de esta manera el desarrollo tecnológico en el área de las comunicaciones en nuestro país ha cobrado gran importancia, lo que se ve reflejado en los modernos sistemas que han implementado las diferentes organizaciones públicas y privadas para comunicarse, sin ser la excepción las organizaciones delictivas. Es importante mencionar que las comunicaciones juegan un papel indispensable en el desarrollo de un país, ya que reportan importantes y variados beneficios a los que las utilizan.

La Policía Nacional enfrenta el desafío de avanzar en la búsqueda de mayores niveles de equidad y modernizar la estructura actual de la institución, que permita concentrarnos en actividades productivas, estos desafíos requieren, a su vez, transformaciones institucionales para enfrentar el reto de satisfacer y agilizar las soluciones internas dentro

de la propia institución, satisfacer y agilizar las soluciones externas con sus usuarios, dentro de unas nuevas propuestas de comunicación y servicios.

El servicio de Tránsito y servicio Urbano de la Policía Nacional, sin una buena utilización de las tecnologías de información y comunicaciones, aun cuando pueda tener una excelente línea de estrategia operativa propia, no podrá cumplir de una manera eficiente sus actividades diarias, por lo que una estrategia exitosa deberá contemplar como elemento indispensable la incorporación sostenida de la institución a la sociedad de las comunicaciones y no se trata de implementar la mejor tecnología, sino la más adecuada y precisa para los intereses de la institución, para solucionar las necesidades existentes.

1.2. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto está enfocado fundamentalmente a los servicios de seguridad y atención de emergencias desplegados específicamente por los servicios de Tránsito y servicio Urbano de la Policía Nacional, donde todo es cuestión de minutos y un buen despliegue de servicios es necesario; al tratarse de una actividad con actuaciones de urgencia, emergencia ó de seguridad, la comunicación con los efectivos y vehículos policiales es de vital importancia, es así que un Sistema de Gestión Vehicular fue considerado como una solución para garantizar la Seguridad Pública Integral, permitiendo comandar y coordinar la Gestión de Atención Ciudadana ante las diversas situaciones de inseguridad y de emergencia de la comunidad que básicamente, consiste en un sistema integrado de comunicaciones y tratamiento de datos, mediante el cual se lleva a cabo la monitorización y control en tiempo real de las unidades de servicio.

Esta primera parte, hace referencia a las condiciones que definen el alcance del trabajo propuesto, luego continúa con un resumen ejecutivo del trabajo, la justificación e importancia de incorporar esta importante herramienta tecnológica en el desempeño del accionar policial.

En el Capítulo II se hace una breve descripción del sistema de comunicación actual de la Policía Nacional determinando la infraestructura disponible y los servicios que soporta la red.

El Capítulo III estudia las tendencias de comunicaciones móviles actuales para servicios de datos (GSM/GPRS y Sistema de Radio Troncalizado), describiendo brevemente sus principales características, alcances, limitaciones, ventajas y desventajas. Además este capítulo está constituido por la definición conceptual y operativa de las tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica y de Posicionamiento Global (GIS/GPS), como complemento a la breve descripción del Sistema de Localización Vehicular también presentado.

El Capítulo IV, abordará la propuesta técnica, que surge con un análisis para determinar el medio de comunicación más apropiado que proporcionará la conectividad para la transferencia de datos que requerirá el sistema de gestión vehicular propuesto, sobre el cual se presenta un análisis funcional a nivel hardware y software especificando detalladamente su funcionalidad y principales características de los componentes que se podría emplear.

En el Capítulo V se plantea un análisis económico del desarrollo del sistema estudiado en el capítulo IV, a nivel aproximado y con la finalidad de ver si la propuesta sería viable, a nivel de beneficios obtenidos.

En el Capítulo VI, se plantea la propuesta de las bases técnicas del Sistema de Gestión Vehicular para las Unidades de Policía en el Distrito Metropolitano de Quito, que proporcionarán una orientación de los componentes requeridos para su implementación.

Posteriormente se elaboran las conclusiones y recomendaciones.

1.3. ANTECEDENTES

Para la prevención y atención de emergencias, la Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.), cuenta con un Sistema de Comunicación Radio Troncalizado análogo/digital, marca Motorola, plataforma Smartzone desde el año 2004 que ofrece un servicio único de voz entre las estaciones de despacho de la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101 y las radiopatrullas, totalmente flexible,

que provee de independencia y seguridad en las comunicaciones y a la vez interoperabilidad con los demás servicios policiales. El sistema optimiza el espectro de frecuencias ya que estas son compartidas por todos los usuarios. Su estado y funcionamiento es óptimo.

La Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101, es un sistema inteligente de vigilancia policial basado en el uso de tecnología informática y radio-comunicaciones, conectadas a un centro integrado de monitoreo, y gestión telefónica, implementando al 101 como número único de emergencias y respuesta inmediata, capaz de integrar todos los servicios de seguridad ciudadana: Policía Nacional, Bomberos, Cruz Roja, Defensa Civil, entre otros. El modelo organizacional de esta Central para la atención de emergencias y los procedimientos establecidos para la atención de las mismas, está estructurado en tres bloques principales que son:

- ***Gestión de Incidencias*** permite la atención de peticiones de servicio ante toda clase de incidentes (emergencias, asaltos, robos, accidentes, desastres), y se hace un registro de estas llamadas con todos los datos relevantes del evento (servicio solicitado, lugar, hora, etc.), que sirva de guía al despachador para la asignación de una unidad policial.
- ***Gestión de Radio Despacho*** se basa en el Sistema de radio troncalizado que permite la comunicación con las diferentes unidades policiales para la atención de los incidentes ocurridos, este bloque lleva el registro de los procedimientos adoptados y novedades suscitadas en una hoja de ruta por patrullero, motociclista o brigada asignado.
- ***Gestión de Video Vigilancia*** que consiste en un conjunto de cámaras ubicadas en sitios estratégicos de la ciudad que escudriñan cada movimiento en aras de la seguridad ciudadana arrojando imágenes en tiempo real.

En base a lo expuesto si bien es cierto es un Sistema de Atención de Emergencias moderno que permite comandar y coordinar la Gestión de Atención Ciudadana ante las diversas situaciones de inseguridad y de emergencia de la comunidad, este Sistema cuenta

con ciertas limitaciones como es la transferencia de información a través de un red de datos entre la CMAC-101 y las unidades móviles policiales en servicio que permita por medio de una herramienta tecnológica la localización automática de las unidades policiales de reacción a través de un sistema geo-referenciado el cual haga uso efectivo de los recursos, minimización del tiempo de respuesta y lograr una atención oportuna y eficaz del auxilio, a fin de garantizar la seguridad y convivencia ciudadana.

El Sistema de Gestión vehicular de las unidades policiales será resultado de un estudio técnico que se desarrollará en el presente proyecto entre el Sistema de Radio Troncalizado o Sistema Celular GSM/GPRS.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Frente a la inseguridad ciudadana que presenta una preocupante tendencia de crecimiento, la ciudadanía requiere que la Policía Nacional proporcione una asistencia oportuna y eficiente; sin embargo, uno de los problemas mas latentes es la falta de control de las unidades móviles policiales (alrededor de 70 vehículos), lo que ha ocasionado que disminuya notablemente la capacidad operativa y por tanto los tiempos de respuesta. Consecuentemente esto ha provocado la insatisfacción de la ciudadanía con respecto al trabajo que realiza la Institución policial.

Por esta razón es importante la necesidad de incorporar un sistema integral de seguridad acorde a las necesidades y requerimientos que exigen las actividades para garantizar la Seguridad Pública Integral, devolviéndole la tranquilidad a la población civil, ofreciéndoles un servicio más eficaz y rápido debido a la disminución de los tiempos de respuesta para la atención de los casos de seguridad y emergencias que se presentan.

El Sistema de Gestión Vehicular, brindará un servicio de mayor calidad en la atención, ayudará al operador ubicado en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101 en la toma de decisiones, en el control y coordinación de todas las actividades policiales de manera eficiente, salvaguardando la integridad personal, en la optimización y asignación de los recursos adecuados en cada una de las intervenciones, proporcionando

mayor interoperatividad con los demás servicios policiales, incrementando la efectividad del accionar policial y asegurando el cumplimiento de la misión policial.

1.5. ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto presentado tiene por objetivo centrarse en mejorar los servicios brindados por la Policía Nacional del Ecuador exclusivamente en la atención prevención y atención de emergencias.

El estudio realizado acerca de la viabilidad y el análisis económico que conlleva el Sistema de Gestión Vehicular, se circunscribe al radio delimitado por lo que se conoce como Distrito Metropolitano de Quito.

La Policía Nacional dispone de infraestructura física y tecnológica, Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101, sobre la cual se diseñará el sistema de Gestión Vehicular, Estación Central y por ende el equipamiento requerido será capaz de integrarse con los sistemas tecnológicos existentes.

Siendo de esta manera el desarrollo del proyecto contempla:

- Análisis de la red móvil de comunicaciones radio troncalizado de la Policía Nacional
- Análisis de las redes móviles de comunicaciones existentes en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.) para transmisión de datos.
- Diseño del Sistema de Gestión Vehicular
- Determinar las especificaciones técnicas requeridos de los componentes de los subsistemas móviles y estación base.
- Análisis de Cobertura.
- Propuesta de las bases técnicas para el llamado de concurso de ofertas.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. General

Realizar un Estudio Técnico de factibilidad para la implementación de un Sistema de Gestión vehicular en las unidades móviles del servicio de tránsito y servicio urbano de la Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.).

1.6.2. Específicos

- Realizar un análisis detallado de la red de comunicaciones actual de la Policía Nacional, en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.).
- Analizar las tecnologías de redes móviles de comunicaciones para la transmisión de datos en Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.).
- Diseñar el sistema de monitoreo y despacho vehicular de las unidades móviles de servicio de la Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.).
- Realizar un análisis económico para la implementación del sistema.
- Elaborar el documento técnico de referencia previo a la elaboración de las bases técnicas para el llamado de concurso de ofertas.

1.7. INDICADORES

- Los miembros policiales que utilicen el sistema de gestión vehicular trabajarán en coordinación con los diferentes servicios, por lo que aumentarán su productividad en aproximadamente un 75%.
- El tiempo de respuesta a una llamada de emergencia debe ser inferior a un promedio de 5 minutos, dependiendo de la disponibilidad logística en cuanto a vehículos se refiere.

1.8. DESTINATARIOS

Directos: Policías del Servicio de Tránsito y Servicio Urbano.

Tabla. 1.1. Destinatarios Directos del Sistema de Gestión Vehicular.

Áreas	Vehículos Servicio de Tránsito	Vehículos Servicio Urbano
Total Aproximado	40	30

*Fuente: Dirección General de Logística

Indirectos: Habitantes del Distrito Metropolitano de Quito

Tabla. 1.2. Destinatarios Indirectos del Sistema de Gestión Vehicular.

Áreas	Distrito Metropolitano de Quito
POBLACION	1'915.659
Total Aproximado	1'915.659

*Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (censo 2001)

CAPÍTULO 2

RED DE COMUNICACIONES DE LA POLICIA NACIONAL EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

2.1. INTRODUCCIÓN

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones en el año 2000, siguiendo las normativas internacionales y tomando en consideración que el Proyecto “Red Nacional de Comunicaciones Móviles” presentado por la Policía Nacional, cumplía con los lineamientos de política y estrategia señalados por el Gobierno Nacional, al proponer el desarrollo de un sistema moderno de comunicación que permita a la Policía Nacional garantizar el orden y la seguridad ciudadana, aprueba el Plan Nacional de Frecuencias, asignándose y autorizando a la Policía Nacional frecuencias para la operación de sus sistemas de radio troncalizado en la banda de los 800 Mhz., y el uso del rango de frecuencias de 400 Mhz. para sistemas convencionales.

Este hito permitió implementar una infraestructura básica del sistema de radio troncalizado en las provincias de Pichincha y Guayas y el sistema convencional en el resto de provincias; sin embargo, ha sido insuficiente para migrar a un sistema único y solucionar de manera definitiva el problema de las radiocomunicaciones policiales.

Siendo de esta manera la Policía Nacional ha canalizado la ejecución de dos proyectos de ampliación y actualización de la Red móvil de comunicaciones policiales que al momento se encuentran en fase de ejecución:

- Ampliación del Sistema de Radio Troncalizado en las provincias de Pichincha, y Azuay.
- Implementación del Sistema Convencional Digital UHF en las provincias de Sucumbíos y Orellana.
- Ampliación del Sistema de Radio Troncalizado en las provincias de Manabí.

2.2. SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO

Actualmente la Policía Nacional para la prevención y atención de emergencias, en el Distrito Metropolitano de Quito se encuentra operando sobre un Sistema de Comunicaciones único, compartido y estandarizado, especialmente diseñado para Seguridad Pública, el Sistema de Radio Troncalizado plataforma SmartZone versión 4.1, marca MOTOROLA, que trabaja en los 800 Mhz, que soporta servicios de tráfico de voz análogo/digital sobre una amplia región geográfica, cobertura que la proporciona dos emplazamientos remotos (sitios de repetición) ubicados estratégicamente, trabajando en área extendida y enlazados a través de enlaces microondas con el Controlador Maestro ubicado en la Dirección Nacional de Comunicaciones, quien realiza las funciones de administrador del sistema de radio troncalizado y del sistema de radio convencional digital.

Tabla. 2.1. Sitios de Repetición en el Distrito Metropolitano de Quito

Ord.	Sitios de Repetición	Área de Cobertura	Número de canales
1	Condorcocha	Norte y Nor-oriente de Quito	6
2	Puengasí	Sur y Sur-oriente de Quito	8

Cabe indicar que la infraestructura física y tecnológica correspondiente a los tres emplazamientos remotos es de propiedad de la Policía Nacional.

El Sistema SmartZone y su ampliación de cobertura a zonas geográficas distantes (área extendida), cuyas distancias entre sitios de repetición esta limitada únicamente por el alcance del enlace microondas utilizado, permite que un suscriptor móvil (vehículo) 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, es decir su registro se realice en aquel sitio en el que se presente la mejor señal de RF (roaming), siendo totalmente transparente para el usuario.

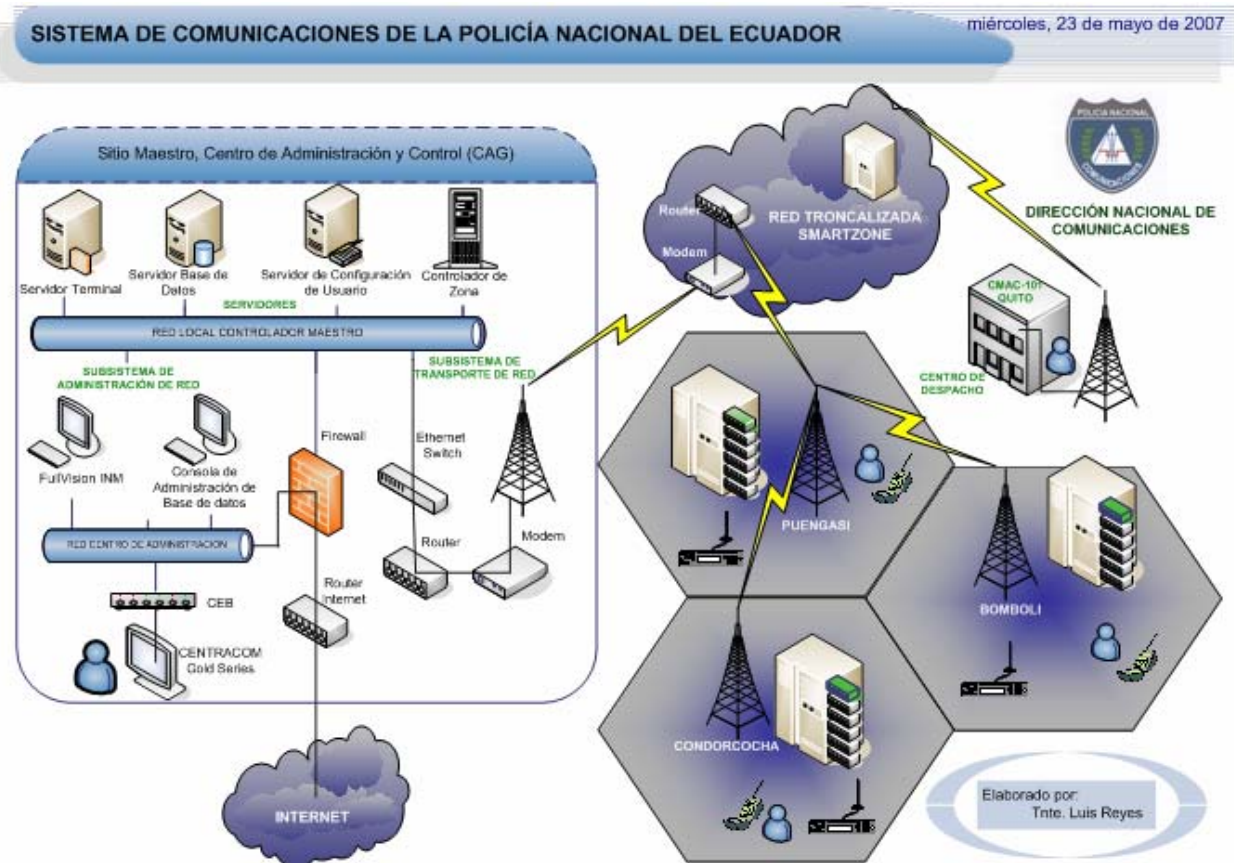


Figura. 2.1. Sistema de Comunicaciones de la Policía Nacional en la Provincia de Pichincha

Los beneficios del Sistema Astro 4.1:

- Radio comunicación digital para áreas muy amplias
- Mayor capacidad y desempeño
- Diseño del sistema flexible
- Multitud de capacidades de radio comunicación
- Administración del sistema y monitoreo del desempeño centralizados y mejorados
- Varias configuraciones de canal de voz – Digital y análoga

- Operaciones de voz encriptadas (en modo digital)

El número de canales en cada sitio, están destinados al tráfico de voz de los cuales un canal se lo utiliza para el control del sistema; la distribución y el número de estos canales en cada sitio se justifica por: El incremento de número de usuarios y por consiguiente el incremento del tráfico de voz y por mantener un equilibrio del tráfico de voz entre los sitios de repetición de acuerdo al número de usuarios que se afilian a cada sitio; procurando que el grado de servicio GoS (probabilidad de que un usuario encuentre el canal ocupado) se mantenga dentro de un parámetro aceptable que permita una calidad del servicio eficiente.

Además el sistema cuenta con un Emplazamiento Maestro integrado por el centro de control, administración y gestión (CAG) ubicado en el centro de comunicaciones y datos de la Dirección Nacional de Comunicaciones.

La integración de todos los sitios de repetición así como la integración al sitio maestro ubicado en la Dirección Nacional de Comunicaciones, se lo realizará a través de enlaces de microondas digital 1+1 redundante, con capacidad de 16E1's. Esta integración permite una comunicación instantánea entre los usuarios que estén dentro de las zonas de cobertura de todos los sitios de repetición.

Cabe indicar que con estos dos emplazamientos no se logra cubrir los sectores de los valles como Guayllabamba, Tumbaco, Valle de los Chillos, Mitad del Mundo, entre otros. Es decir el número de sitios de repetición disponibles, resultan insuficientes para tener una cobertura adecuada a nivel del Distrito Metropolitano de Quito que actualmente se encuentra atendida en un 65%.

Al momento considerado el incremento de unidades de radio que se ha ido dando durante los dos últimos años y por ende el tráfico generado por estos, se está ejecutando un proyecto que contempla la actualización (Upgrade) de los sitios de repetición existentes del Distrito Metropolitano de Quito, a fin de que la calidad de servicio sea mejorada con un

equilibrio de tráfico y para que los equipos puedan operar con la última versión de la tecnología SmartZone y que puedan ser compatibles con las estaciones terminales de radio.

Tabla. 2.2. Incremento del número de canales en los Sitios de Repetición existentes en el D.M.Q.

Ord.	Sitios de Repetición	Área de Cobertura	Número de canales	Incremento # de canales
1	Condorcocha	Norte y Nor-oriente de Quito	6	12
2	Puengasí	Sur y Sur-oriente de Quito	8	16

2.2.1. Centro de Administración y Gestión (CAG)

La administración y gestión total del sistema se lo realiza desde el emplazamiento maestro; esto es desde la Dirección Nacional de Comunicaciones ubicada en Quito, este centro cuenta con toda la infraestructura técnica necesaria para albergar y garantizar el normal funcionamiento de los equipos.

En el centro de administración y gestión (CAG) se encuentra instalado una consola de despacho central que se comunica al controlador central del sistema y esta en capacidad de interconectar dos o más canales en el momento en que el operador lo requiera; esta consola también autoriza temporalmente o en forma definitiva el uso de la red telefónica a radios que inicialmente no fueron programados para ello, es decir servirá para administrar, controlar y gerenciar el sistema.

El controlador central del sistema, esta en capacidad de manejar en forma remota todos los sitios de repetición y sus equipos periféricos para facilitar las labores de mantenimiento y operación del sistema, da información acerca del tráfico de los canales para ayudar a la optimización en el uso y orientar acerca del momento en que es necesario agregar repetidoras a un sitio o sitios de repetición del sistema, almacena toda la información de identificación y reconoce la ubicación de los radios para así permitir cualquier tipo de llamadas, supervisión de transmisiones, interrogación inhibición de radio y reagrupación dinámica.

La administración de los grupos de conversación (*Talk Group*) en cada Provincia se lo realiza localmente a través de los Centros de Radio Despacho (CRD) que están ubicados en las Centrales de Atención Ciudadana 101 en cada Comando Provincial, aquí es donde se encuentran instaladas las consolas remotas de despacho, que manejan los grupos de conversación y sirven para administrar de manera óptima el tráfico de voz de los usuarios, por lo que son el nexo de comunicación entre los usuarios de los diferentes grupos de conversación.

2.2.2. Grupos de Conversación (TALKGROUPS)

Dado las facilidades que nos proporciona el Sistema Troncalizado, ha permitido que la Policía Nacional opte por múltiples alternativas al organizar los diferentes servicios policiales en grupos y subgrupos de conversación independientes, incluso entre dos servicios, lo que es clave para el desarrollo simultáneo y coordinado de varias tareas, característica muy común en materia policial, dando la opción de supervisión de uno o dos grupos de trabajo con mayor frecuencia que otros, evitando perder información relevante.

Un talkgroup o grupo de conversación es un grupo de las radios que pueden compartir llamadas y mensajes como grupo. Las comunicaciones normales de los talkgroup no requieren la interconexión con otros talkgroups. Típicamente, la mayoría de las comunicaciones de un usuario de radio está dentro de su propio talkgroup. Un ejemplo de un talkgroup puede ser la el servicio de tránsito.



Figura. 2.2. Organización de los servicios policiales por grupos de conversación

Un multigrupo (*Multigroups*) es un grupo de talkgroups. Un multigroups abarca generalmente los talkgroups que tienen una responsabilidad funcional común. Un ejemplo de un multigrupo puede ser el servicio de tránsito con el servicio de migración.

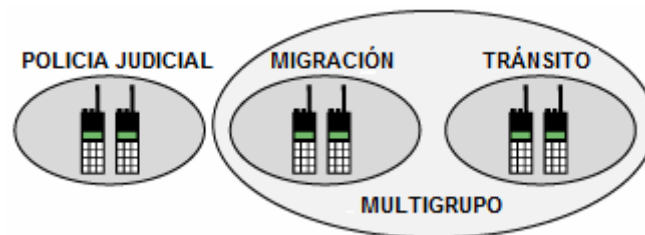


Figura. 2.3. Organización de los servicios policiales por multigrupos.

2.3. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA TRONCALIZADO SMARTZONE

- **Tiempo de establecimiento de llamada.** menor 500 mseg.
- **Número de sitios.** Capacidad de integrar hasta 64 sitios.
- **Número de usuarios.** Hasta 65535 Identificaciones únicas de usuarios
- **Canales por sitio.** Soporta hasta 28
- **Número de talkgroup:** Hasta 4000
- **Transmisión:** Voz Análoga y/o Digital.
- **Canalización.** Canales de radiofrecuencia 12,5/25 KHz.
- **Tipo de acceso.** Multiacceso FDMA (*Acceso Múltiple por División de Frecuencia*).
- **Estándar.** APCO Projet 16 (*The Association of Public Safety Communications Officials International, Asociación Internacional de Oficiales de Comunicaciones para Seguridad Pública*) de tipo (Fase I/ FDMA), es decir funcionan en modo análogo, digital o mixto.
- **Modulación utilizada.** La modulación digital C4FM (*Compatible 4-Level FM Modulation*), que proporciona eficacia relativamente buena sin requerir a fabricantes de equipos producir radios complejas y costosas. C4FM se diseña para funcionar dentro de un canal de radio que tenga 12.5 Khz. de ancho de banda. El sistema de modulación C4FM, como su nombre lo indica, es una

variación de la modulación FM análoga. Esta variación se realiza básicamente para que la modulación sea compatible con información de naturaleza digital. C4FM es una forma de modulación FM digital.

- **Canal de control.** 3600 bps
- **Potencia.** La potencia definida por SmartZone para equipos de radio son 20 W, 5 W y 3 W. Sin embargo, los radios pueden ser automáticamente ajustados a una determinada potencia de salida de acuerdo a las necesidades.
- Es de tipo modular, permitiendo su crecimiento futuro, sin que este implique grandes cambios de software y hardware; Utiliza una arquitectura de procesamiento de llamadas escalable y de forma distribuída, que incluye:
 - Instalaciones de Red de Área Local de Alta Velocidad/Red de Área Amplia (WAN/LAN)
 - Servidores de Cómputo, Bases de datos y Software de Administración muy sofisticados

2.4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA RADIO TRONCALIZADO

El sistema SmartZone está diseñado para cubrir las necesidades individuales específicas de los usuarios (servicios policiales). Gracias a la alta tecnología y diseño de SmartZone se puede conectar una variada mezcla de áreas urbanas y rurales dentro de una sola red de comunicación.

La arquitectura implantada es similar a la 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 del sitio de repetición; es decir, el área geográfica del Distrito Metropolitano de Quito 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.

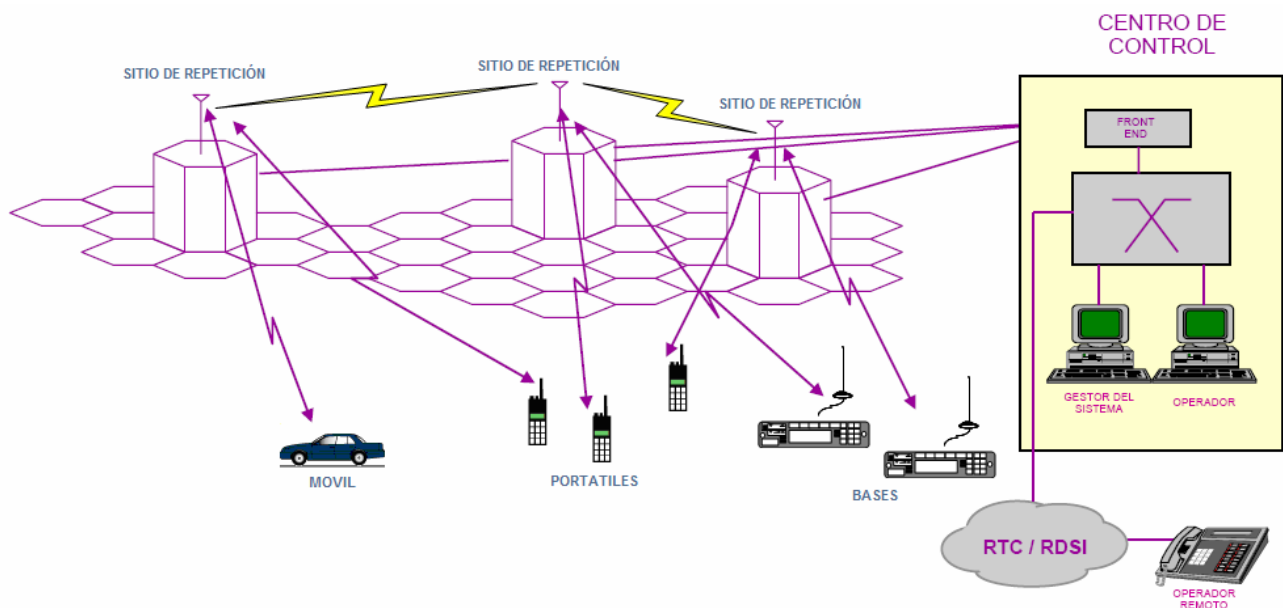


Figura. 2.4. Arquitectura del Sistema de Comunicaciones Troncalizado

Las llamadas pueden ocurrir en un solo sitio o en una zona la misma que incorpora a varios sitios de repetición a través de enlaces microonda.

- **Comunicación en un solo sitio (*SITE TRUNKING*)** las llamadas en un solo sitio de repetición ocurren solamente cuando el sitio alejado se aísla de su sitio principal o controlador maestro CAG (*Centro de Administración y Control*).

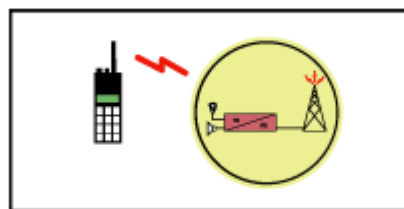


Figura 2.5 Comunicación en un solo sitio.

- **Comunicación en área extendida** permite que las llamadas ocurran entre los múltiples sitios existentes dentro de una zona, es decir 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. Para los sitios de IntelliRepeater, como es el que posee la Policía Nacional

la asignación de canales es hecha por un regulador de la zona situado en el sitio principal de la zona.

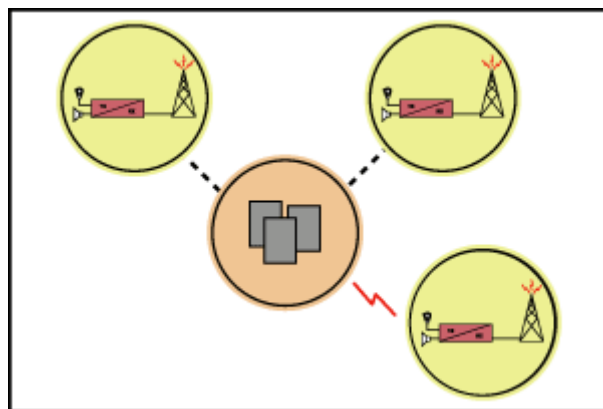


Figura. 2.6. Comunicación en un solo sitio.

2.5. SEÑALIZACIÓN DEL SISTEMA

La red de datos del sistema troncalizado, utiliza un formato de señalización digital que contiene toda la información necesaria para que el controlador central se comunique apropiadamente con todas las unidades suscriptoras y viceversa.

2.5.1. Controlador Central

El controlador central es una computadora que procesa el tráfico de datos de entrada y de salida, 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. El controlador mantiene una base de datos que no pierde de vista la identificación de cada unidad de radio y los talkgroups con los cuales cada radio es actualmente afiliada.

Cuando un pedido de un canal de voz se recibe, este asigna un repetidor disponible, ejerce el control absoluto sobre todas las unidades suscriptoras (usuarios) del sistema, utilizando una avanzada señalización digital que permite realizar sofisticadas operaciones como llamadas de emergencia en tiempo real, cola de espera con prioridad, reagrupación

dinámica con reconocimiento, actualización continua de todas las asignaciones de canales, etc.

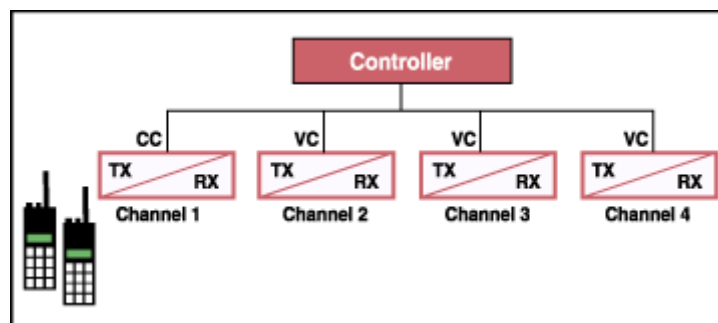


Figura. 2.7. Controlador central del Sistema de Comunicaciones Troncalizado

2.6. REPETIDORES TRONCALIZADOS

El sistema de radio troncalizado SmartZone de la Policía Nacional actualmente en operación, tiene la capacidad de crecer hasta 64 sitios de repetición, pudiendo soportar cada sitio hasta 28 repetidores. Uno de los repetidores se asigna para transmitir y de recibir datos, este repetidor se llama el canal del control, el resto de los repetidores se señalan como canales de la voz.

Para los sitios de IntelliRepeater, que son repetidores troncalizados Quantar, de manera que la asignación de canales es hecho por un regulador de la zona situado en el sitio principal para la zona.

2.6.1. Canal de Control

El canal del control es el repetidor en cada sitio, que tiene siempre la misión de transmitir y de recibir el tráfico de los datos requerido para supervisar y para controlar la operación de los suscriptores. Los suscriptores están en comunicación constante con el canal del control mientras no estén implicados en una llamada de voz.

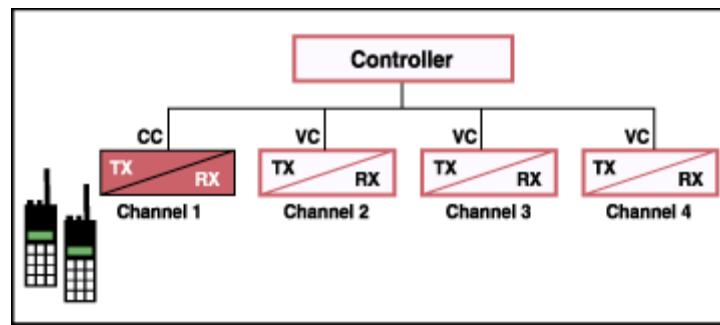


Figura. 2.8. Canal de Control del Sistema de Comunicaciones Troncalizado.

El controlador tiene la inteligencia de controlar y de supervisar la operación del sistema y de hacer asignaciones del canal. El controlador necesita poder comunicarse con todas las radios en el sistema para recibir peticiones de la llamada y para enviar asignaciones del canal a las radios en los sitios en los que están afiliados. Cada sitio de repetición tiene uno de sus canales asignados a la función como canal del control. Los otros canales se utilizan para los canales de voz.

2.6.2. Canal de Voz

El canal de voz es el canal de comunicaciones usado para transmitir y recibir la información de voz.

Cuando uno de los miembros de un grupo de conversación (*talkgroup*) hace la petición de un canal de voz, el sistema a los miembros del talkgroup le asigna su propio canal de voz por el tiempo que dure la llamada. Si a un talkgroup se le asigna por ejemplo, el canal 3, la transmisión de mensajes no puede ser escuchada por los miembros de un diferente talkgroup que tiene asignado al canal 9.

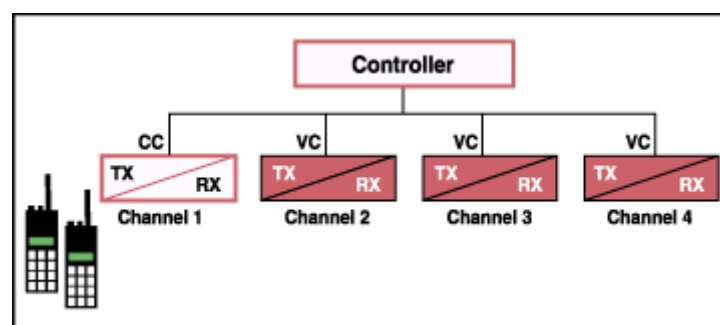


Figura. 2.9. Canal de voz del Sistema de Comunicaciones Troncalizado.

En la siguiente figura muestra una descripción paso a paso de cómo trabaja en modo digital.

- La transmisión se inicia con colocar la señal de voz sobre un micrófono (transductor) que convierte la señal de voz en una señal eléctrica analógica.

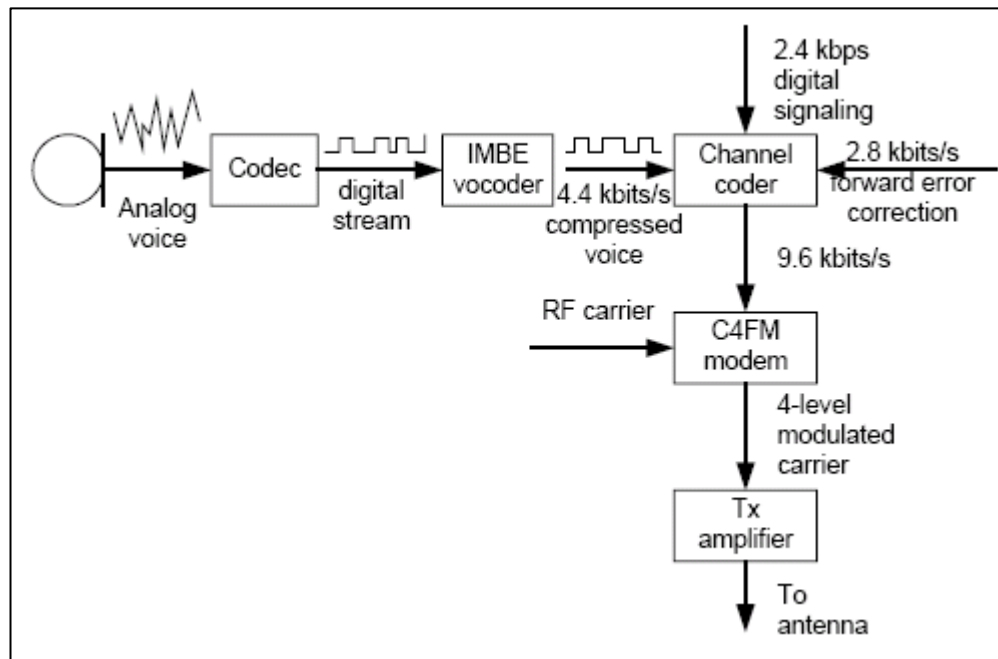


Figura. 2.10. Proceso de Transmisión de la señal por el Canal de voz.

- El CODEC muestrea la señal, la codificada preliminarmente con la técnica de modulación por código de pulsos (PCM) y la produce en una cadena de información digital. Esta información es de 128 kbits/s.
- El VOCODER (*Voice Encoder*, Codificador de Voz) comprime esta información digital, usando algoritmos específicos diseñados para la voz. El vocoder utilizado es IMBE (*Improved Multiband Excitation*, Excitación Multi- Banda Mejorada), que comprime la señal de voz a 4400 bps.
- El Vocoder IMBE entrega los bits a un codificador de canal que adiciona información de corrección de errores, para proteger la señal de voz de errores causados por *fading* e interferencia, bits de codificación son añadidos en la información de voz, esto es conocido como FEC (*Forward Error Correction*,

Corrección Directa de Errores), que permite a los receptores corregir los errores, como no hay muchos de ellos esto añade 2800 bps a la señal.

- Se añade la información de señalización que es entrelazada con la señal de voz, sumándose un adicional de 2400 bps. Unidades de datos de cabecera y cola son añadidos en el principio y fin de la cadena de voz.

2.7. UNIDADES SUSCRIPTORAS

Los equipos terminales que operan dentro de la plataforma del sistema SmartZone son: unidades de radios portátiles, radio bases/móviles y consolas de despacho, cuyos modelos se describen a continuación:

- Portátil ASTRO XTS 1500™
- Portátil ASTRO XTS 2250™
- Portátil ASTRO XTS 4250™
- Móvil ASTRO XTL 1500™
- Móvil ASTRO XTL 5000™
- Consola de Despacho Centracom Gold

Todas las unidades suscriptoras se encuentran divididas en grupos de conversación. Cada grupo de conversación puede estar conformado por equipos terminales de radio portátiles, móviles/bases y consolas de despacho. Todos los radios troncalizados contienen un circuito lógico que permite ejecutar las funciones trunking, es decir hace que las unidades son capaces de cambiar a las frecuencias de cualquiera de los repetidores del sistema. También contienen una palabra de código única, que identifica a cada unidad y un código que indica a qué grupo de conversación (*talkgroup*) pertenece.

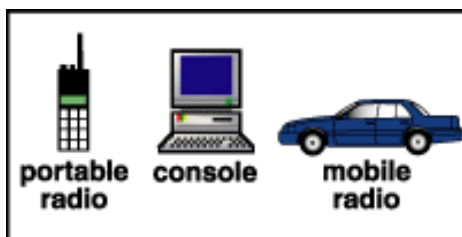


Figura. 2.11. Equipos terminales de radio comunicación Troncalizado

TRANSMISOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Potencia de salida • Modulación • Distorsión de audio • Separación de canales 	800Mhz 1 a 3 vatios Digital 3 % o mejor 12.5 / 25 KHz.
RECEPTOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Sensibilidad • Distorsión de audio • Separación de canales 	800 MHz 0.25 uV o mejor 3 % o mejor 12.5 / 25KHz.
ACCESORIOS <ul style="list-style-type: none"> • Antena • Batería recargable de alta capacidad (NiCd) • Clip de cinturón de alta resistencia • Cargador de batería individual y de carga rápida • Manual de operación. 	

2.7.2. Radio Bases/ Móviles

Estos equipos generalmente están conformados de la siguiente manera: Equipo de radio propiamente dicho (el transmisor/ receptor) que tiene una fuente de alimentación externa para ser usada con la energía de la red pública para el caso de radio bases y la batería del vehículo para los móviles, micrófono de mano o sobremesa, antena. Estos equipos normalmente manejan mayores potencias, normalmente de fabricación tienen 20 vatios a 40 vatios



Figura. 2.13. Equipo Terminal Tipo Base MCS2000

El móvil XTL 5000 es equipo terminal diseñado por Motorola que es capaz operar dentro de los siguientes sistemas:

- Trunking de ASTRO 25.
- ASTRO análogo y Trunking Digital.
- Convencional análogo y Digital.



Figura. 2.13. Equipo Terminal Tipo Móvil XTL5000

El móvil de XTL 5000 ofrece múltiples soluciones: Optimización de la banda de frecuencias del sistema en áreas urbanas congestionadas, está disponible en cinco diversas configuraciones de la cabeza de control, dentro de las cuales la cabeza de control utilizada por la policía nacional es la W3. Además esta diseñado para trabajar sobre una banda dual de 700/800 Mhz (764-870 MHz), con una potencia que va desde los 10 a 35 vatios. Dispone de características de la seguridad del móvil de XTL 5000 que permite incluir algoritmos de encriptación DVI-XL.

Tabla. 2.4. Especificaciones técnicas de los equipos terminales troncalizados tipo móvil y base

ESPECIFICACIONES TECNICAS BASES/MOVILES	
ESPECIFICACIONES TECNICAS	PARAMETROS
GENERALES <ul style="list-style-type: none"> • Modo de Operación • Protocolo • Generación de Frecuencia • Operación • Número de canales • Fuente de alimentación • Configuración • Identificación llamada (PTT-ID) 	Troncalizado SMARTZONE, plataforma digital. Interoperable con el sistema SmartZone 4.1 y escalable a versiones superiores. Sintetizada Simplex y semiduplex 16 o superior 12 Vdc negativo a tierra Vía software Incluido

TRANSMISOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Potencia de salida • Modulación • Distorsión de audio • Separación de canales 	800 Mhz 35 vatios o superior Digital 2 % o mejor 12.5 / 25 KHz.
RECEPTOR <ul style="list-style-type: none"> • Rango de frecuencia • Sensibilidad • Distorsión de audio • Separación de canales 	800 MHz 0.22 uV o mejor 2 % o mejor 12.5 / 25KHz.
ACCESORIOS SI SU OPERACIÓN ES COMO BASE <ul style="list-style-type: none"> • Antena omnidireccional de 5 dB de ganancia • Track externo para disipación de calor • Cables y accesorios de instalación • Micrófono de mesa • Manual de operación • Fuente de poder de 20A, 120 Vac, 60 Hz • Cable coaxial heliax de ½" con sus respectivos conectores, jumpers heliax superflex de ¼", kit de aterrizaje, sistema de tierra. • Supresor coaxial de transientes • Kit de aterrizaje del cable coaxial • Mástil de 6 metros con sus accesorios de instalación ACCESORIOS SI SU OPERACIÓN ES COMO MOVIL <ul style="list-style-type: none"> • Antena vehicular de 3 dB de ganancia o superior • Cables y accesorios completos para la instalación. • Micrófono de mano. • Manual de operación. 	

2.7.3. Consolas de Despacho

Las consolas de despacho son aquellas que se encuentran instaladas en los centros de administración del sistema, que pueden manejar varios grupos de conversación, cuya función es hacer de interfaz directa con las unidades suscriptoras, además ayudan a manejar el tráfico de voz, realizar enlaces temporales entre grupos de conversación, realizar llamadas de alerta o emergencia, controlar ubicación de usuarios, hacer y atender llamadas de emergencia, alerta, privadas.

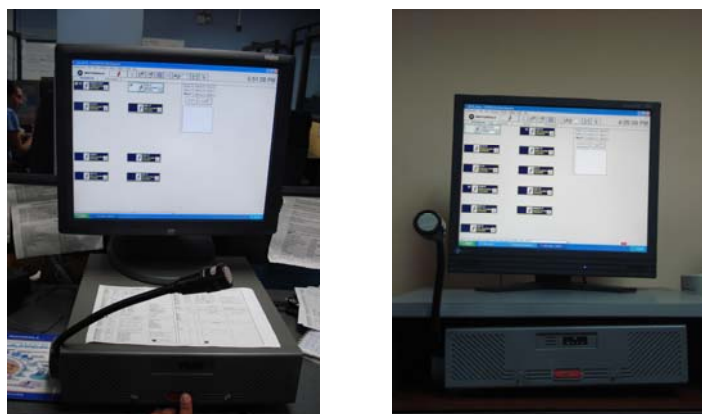


Figura. 2.14. Consola de Despacho Centracom Gold

A continuación se detalla el numérico de equipos terminales de radio comunicación con los que trabajan la Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito.

Tabla. 2.5. Detalle de equipos terminales de comunicación

ORD	SERVICIO	PORTÁTILES	BASES	MOVILES	TOTAL
1	TRANSITO	1053	33	278	1364
2	SU	103	13	121	237
3	GOE	11	1	9	21
4	GIR	11			11
5	GOM	31			31
6	UPC	178			178
TOTAL		1387	47	408	1842

2.8. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

La operación del Sistema es completamente simple. Para establecer una comunicación, los usuarios portátil, móvil o base, sólo tienen que seleccionar el grupo o individuo que quieren llamar y oprimir el botón de PTT (*Push To Talk*), el cual da acceso inmediato al sistema.

El sistema de radio almacena a la información sobre usuarios según su localización individual, grupo de conversación al que pertenece. Se asigna un canal de radio a determinado grupo de usuarios solamente durante el tiempo que la llamada se está llevando a cabo, luego se libera.

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.

Cuando un grupo no esté involucrado en una transmisión, todos los radios de este grupo estarán monitoreando el canal de control del sistema.

Si no hay un canal de voz disponible, el controlador coloca al suscriptor en una cola organizada de espera hasta que un canal de voz esté disponible.

En el instante en que un canal de voz se desocupe, el sistema a través del canal de control, automáticamente asignará el canal disponible al primer usuario en la cola de espera.

2.8.1. Modo INACTIVO (*Idle Mode*)

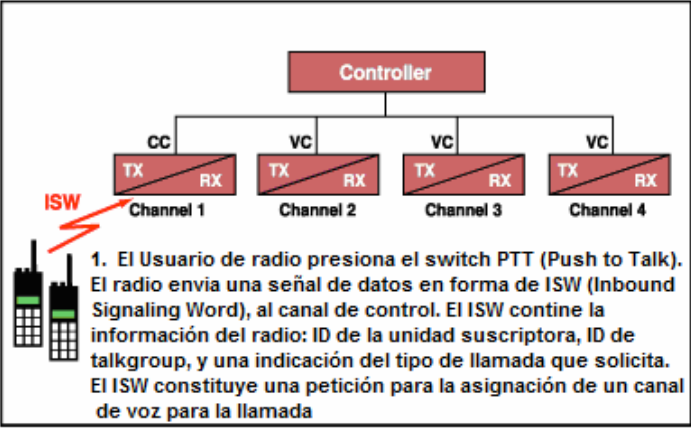
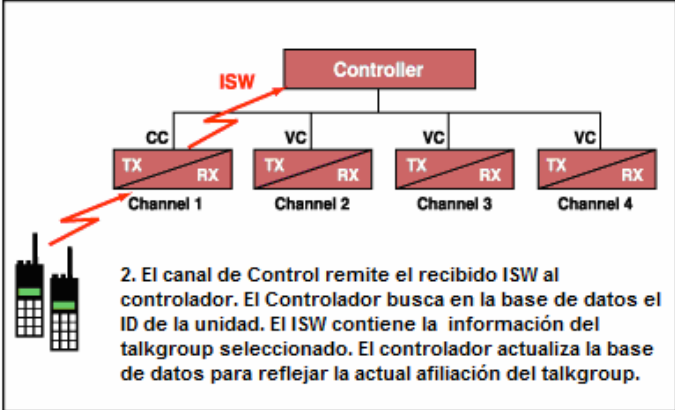
El modo inactivo del Sistema es cuando ninguno de los usuarios están hablando es decir no se encuentran ocupando un canal de voz y todas sus radios (unidades suscriptoras), están monitoreando los datos que son enviados por el canal del control; durante el modo inactivo, el controlador envía constantemente señales los datos sobre el canal del control, esta es la manera como el controlador monitorea el canal del control para ver si cualquier usuario desea hacer una llamada. Todo el esto se hace automáticamente.

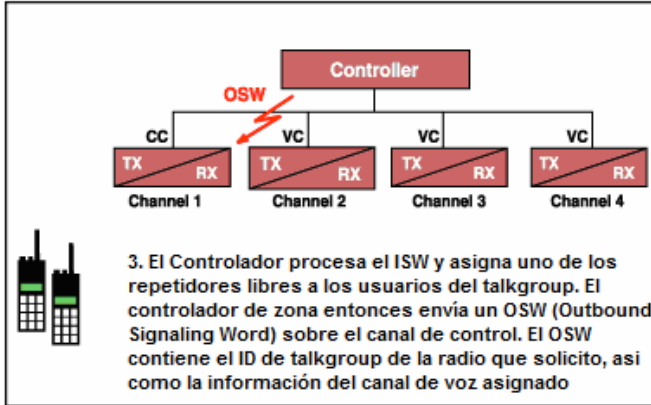
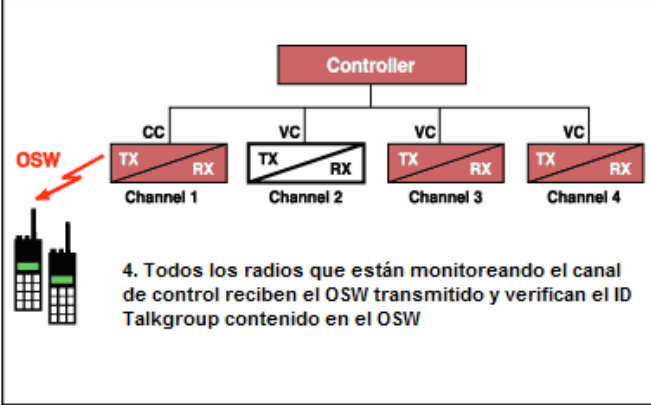
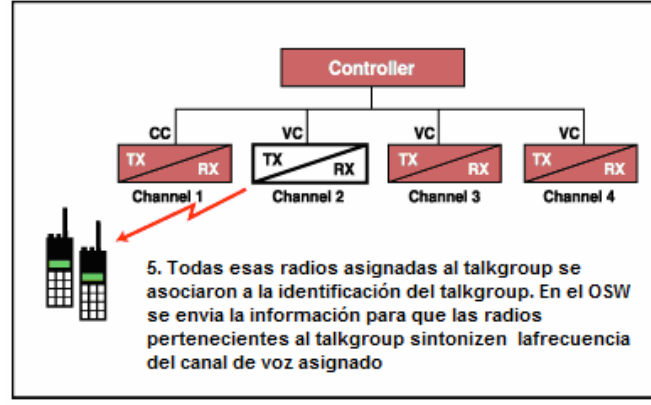
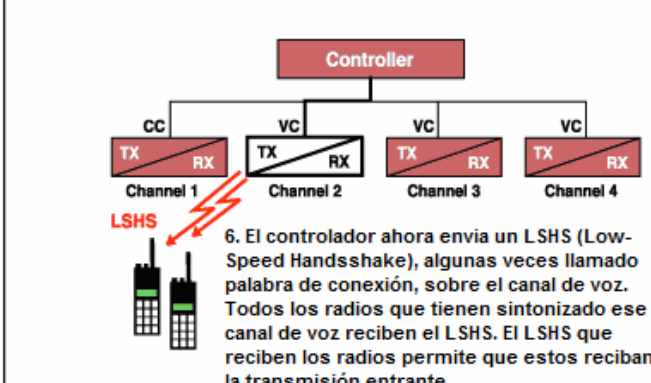
2.8.2. Proceso de llamada de Talkgroup

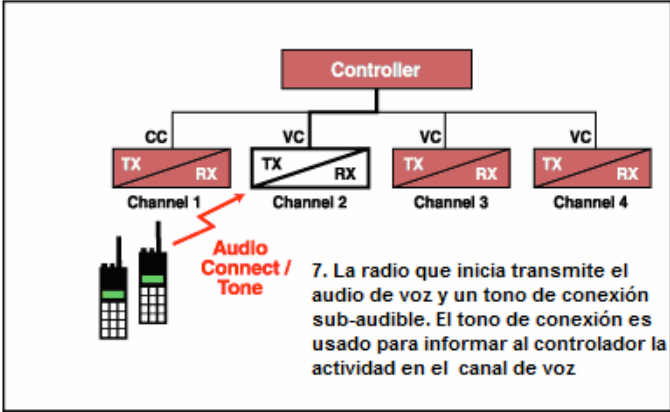
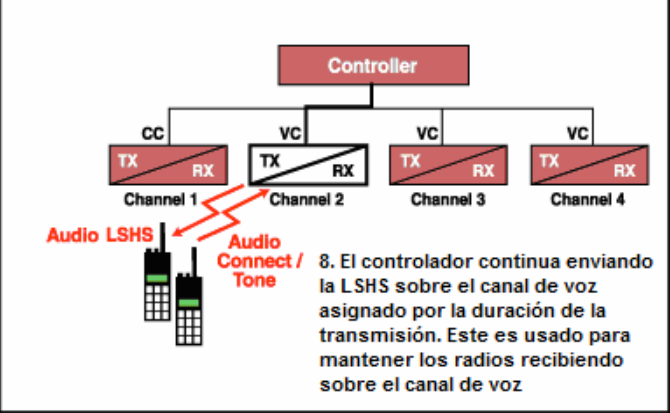
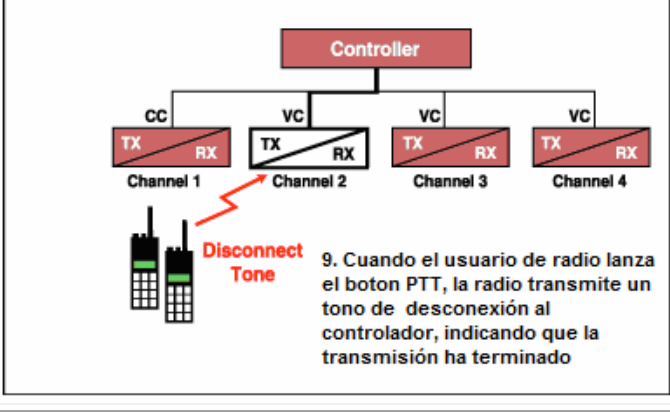
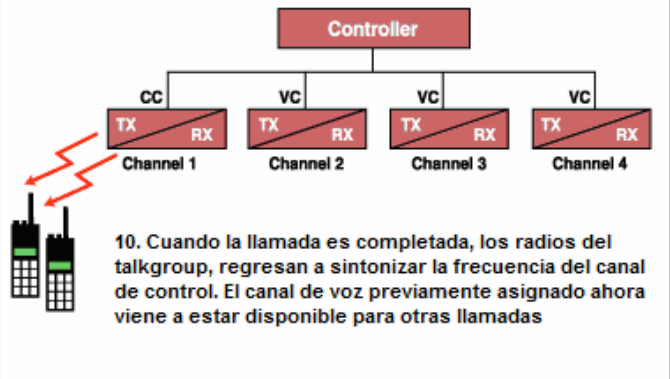
Si una unidad de radio en el “grupo de conversación B” inicia solicitud de llamada, al presionar el PTT (*Push to talk*), una ráfaga de datos con la identificación del radio y su grupo de conversación es enviada automáticamente por el canal del control, los datos que envía la radio indica al controlador que: Una unidad perteneciente al “grupo de conversación B” está haciendo una petición de la llamada.

Primero, la petición de la llamada se envía a través del canal del control al controlador central, después, éste procesa la petición de la llamada y asigna uno de los canales de voz desocupados a todos los miembros del grupo. Esta asignación del canal se transmite a los usuarios sobre el canal del control bajo la forma de otra ráfaga de datos. Después, cada radio en el grupo de conversación se cambia automáticamente a la frecuencia asignada del canal de voz y escucha el mensaje. Todo sucede hasta ahora en menos que mitad del segundo. El resto de las radios no señaladas como miembros del “grupo de conversación B” no hacen caso de los datos y continúan monitoreando el canal del control. Finalmente, cuando se termina la llamada, las radios del “grupo de conversación B” retornan a monitorear la frecuencia del canal del control y continúan de nuevo recibiendo las señales de los datos del controlador central. A continuación resumimos por escenarios en el proceso de una llamada y su señalización:

Tabla. 2.6. Escenarios del proceso de una llamada y su señalización en el Sistema Troncalizado

No.	Escenario	Acción
1	El Usuario del radio presiona el PTT.	 <p>1. El Usuario de radio presiona el switch PTT (Push to Talk). El radio envía una señal de datos en forma de ISW (Inbound Signaling Word), al canal de control. El ISW contiene la información del radio: ID de la unidad suscriptor, ID de talkgroup, y una indicación del tipo de llamada que solicita. El ISW constituye una petición para la asignación de un canal de voz para la llamada</p>
2	El controlador de Sitio Recibe el pedido de llamada ISW	 <p>2. El canal de Control remite el recibido ISW al controlador. El Controlador busca en la base de datos el ID de la unidad. El ISW contiene la información del talkgroup seleccionado. El controlador actualiza la base de datos para reflejar la actual afiliación del talkgroup.</p>

<p>3</p>	<p>El controlador de sitio transmite el OSW</p>	 <p>3. El Controlador procesa el ISW y asigna uno de los repetidores libres a los usuarios del talkgroup. El controlador de zona entonces envía un OSW (Outbound Signaling Word) sobre el canal de control. El OSW contiene el ID de talkgroup de la radio que solicito, asi como la información del canal de voz asignado</p>
<p>4</p>	<p>Los radios reciben el OSW</p>	 <p>4. Todos los radios que están monitoreando el canal de control reciben el OSW transmitido y verifican el ID Talkgroup contenido en el OSW</p>
<p>5</p>	<p>Las radios sintonizan la frecuencia del canal de voz asignado</p>	 <p>5. Todas esas radios asignadas al talkgroup se asociaron a la identificación del talkgroup. En el OSW se envía la información para que las radios pertenecientes al talkgroup sintonizen la frecuencia del canal de voz asignado</p>
<p>6</p>	<p>El Canal de voz transmite la señal LSHS.</p>	 <p>6. El controlador ahora envía un LSHS (Low-Speed Handsshake), algunas veces llamado palabra de conexión, sobre el canal de voz. Todos los radios que tienen sintonizado ese canal de voz reciben el LSHS. El LSHS que reciben los radios permite que estos reciban la transmisión entrante</p>

<p>7</p>	<p>La radio que inicia transmite voz y el tono de conexión.</p>	 <p>7. La radio que inicia transmite el audio de voz y un tono de conexión sub-audible. El tono de conexión es usado para informar al controlador la actividad en el canal de voz</p>
<p>8</p>	<p>El canal de voz repite la voz</p>	 <p>8. El controlador continua enviando la LSHS sobre el canal de voz asignado por la duración de la transmisión. Este es usado para mantener los radios recibiendo sobre el canal de voz</p>
<p>9</p>	<p>La radio inicia activando el PTT y transmite un tono de desconexión</p>	 <p>9. Cuando el usuario de radio lanza el boton PTT, la radio transmite un tono de desconexión al controlador, indicando que la transmisión ha terminado</p>
<p>10</p>	<p>Los radios regresan a sintonizar la frecuencia del canal de control</p>	 <p>10. Cuando la llamada es completada, los radios del talkgroup, regresan a sintonizar la frecuencia del canal de control. El canal de voz previamente asignado ahora viene a estar disponible para otras llamadas</p>

2.9. SERVICIOS DISPONIBLES EN EL SISTEMA

El sistema de radio Troncalizado SmartZone de la Policía Nacional, está diseñado para cubrir las necesidades individuales específicas de los usuarios. Gracias a la alta tecnología y diseño de SmartZone se puede conectar una variada mezcla de áreas urbanas y rurales dentro de una sola red de comunicación, comunicándose dentro de las áreas de cobertura de manera automática y transparente.

Dentro de los servicios mencionaremos los siguientes:

- *Llamada selectiva individual:* Este tipo de llamada se establece entre dos interlocutores unidades de radio.
- *Llamada de grupo:* es aquella llamada que se establece entre terminales de radio que forman parte de un grupo de conversación predeterminado.
- *Llamada de multigrupo:* es aquella llamada que se establece entre dos o más grupos de conversación.
- *Llamada de emergencia:* es aquella llamada que permite alertar al despachador, con un alto nivel de prioridad, asegurándose recursos de atención inmediata

Las llamadas anteriormente descritas pueden darse en:

Monocelda: Cuando los terminales de radio se encuentran en la misma celda

Intercelda: Cuando los terminales de radio pueden darse en celdas diferentes

- *Reagrupación dinámica:* El despachador puede crear este modo de trabajo agrupando varias unidades específicas de radio, dando permisos de comunicación más directas.
- *Llamada de alerta de grupo:* permite que a todos los miembros de un grupo reciban un tono de alerta de grupo

- *Niveles asignables de la prioridad:* Hay un total de 8 niveles, siendo solamente 7 de estos asignables. La prioridad más alta es reservada para las emergencias.
- *Control de acceso del suscriptor:* El controlador de accesos dispone de una base de datos de las radios y de los talkgroups que permiten que estos equipos puedan o no tener acceso al sistema.
- *Identificación de unidad y de grupo (PPT ID):* permite que los usuarios sean identificados al momento de iniciar una transmisión. Una unidad de radio posee códigos de identificación individual y de grupo de conversación sobre el cual se comunica. Este código se solicita durante el establecimiento de una llamada para su validación, autorización y asignación de recursos del sistema.
- Decodificación de llamada de alerta individual
- *Deshabilitación remota de terminales:* provee de seguridad a las operaciones ante un posible robo o pérdida del equipo terminal, la radio llega a ser básicamente muerta; solo el despachador podrá restaurar una radio.
- Codificación de estatus y mensajes
- *Cifrado de la voz:* permite que las transmisiones en la red se puedan cifrar o enviar en el claro. Las radios que se cifrarán se cargan con una llave y entonces pueden seleccionar si desean transmitir en modo claro o con cifrado.

El Sistema SmartZone de la Policía Nacional, provee de una comunicación constante, confiable e ininterrumpida. Los principales componentes del sistema están diseñados para tener "tolerancia a fallas", para poder proveer un procesamiento de llamadas ininterrumpido. Por ejemplo, si el sistema llega a tener una falla, el servicio de procesamiento de llamadas sigue funcionando sin perder su nivel de calidad y desempeño y todas las llamadas que se están llevando a cabo y las que están en espera se mantendrán.

CAPÍTULO 3

TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN

3.1. SISTEMA DE RADIO TRONCALIZADO

3.1.1. Definición

La técnica de troncalización permite que un gran número de usuarios compartan un número relativamente pequeño de rutas de comunicación (líneas troncales/canales).

Para comprender mejor el sistema troncalizado, vale la pena saber como funciona el sistema convencional. En el sistema convencional cada grupo de usuarios cuenta con un canal determinado. Si un usuario desea comunicación con otro usuario de otro grupo, debe cambiar su radio al canal respectivo. De esta manera si el canal al cual está asignado el usuario se encuentra ocupado este no puede transmitir su mensaje.

En el sistema troncalizado, se crean grupos de usuarios, independiente de los canales o frecuencias con que se cuente. De tal manera que cuando un usuario desea realizar un llamado, bien sea de voz o datos, el sistema automáticamente le asigna un canal libre. Si en ese momento no se encuentra ningún canal libre, queda en una cola de espera por un determinado tiempo. Este tiempo es programable al igual que otras muchas facilidades.

Con la troncalización, grandes cantidades de usuarios no necesitarán compartir un canal común de radiofrecuencias ni tendrán que competir por el tiempo de conversación.

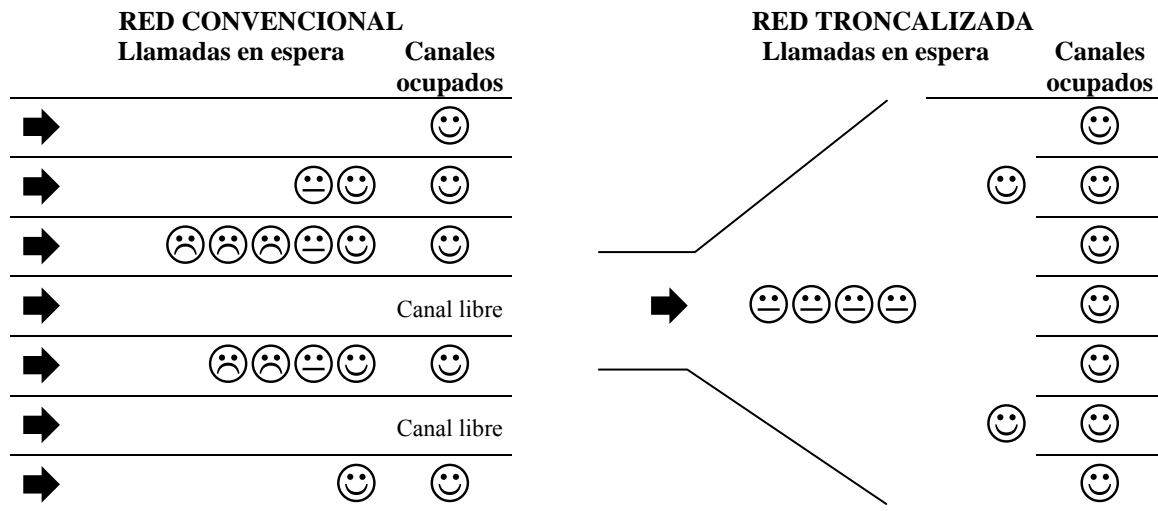


Figura. 3.1. Sistemas troncalizado frente a sistemas convencionales

Por lo que podemos definir al sistema troncalizado como:

Un sistema de radio comunicación que permite la compartición de un determinado número de canales radioeléctricos entre un gran número de usuarios.

3.1.2. Características

La troncalización ofrece muchos beneficios, entre ellos acceso más rápido al sistema, mayor eficiencia en los canales, más privacidad para el usuario y capacidad de expansión. Gracias a su flexibilidad, un sistema troncalizado puede expandirse para acomodar un creciente número de usuarios y para reestructurar los grupos de trabajo. Y puede ser continuamente mejorado mediante software.

Las características 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. En un sistema de radio troncalizado, una gran cantidad de

usuarios no necesitan competir por el uso del canal de radio- frecuencia, además los usuarios no requieren sintonizar ningún canal en sus terminales para poder empezar a transmitir, lo que permite un acceso al sistema mucho más rápido.

- Integración de diferentes tareas administrativas como: status, prioridades, limitaciones, etc.
- Privacidad de la comunicación.
- Seguridad en la comunicación, a través del controlador del sistema, el mismo que asigna un canal de tráfico únicamente a las partes implicadas en la conversación, los demás usuarios no pueden escuchar la conversación.
- 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.

3.1.3. Componentes Trunking

El sistema troncalizado es totalmente computarizado, por lo tanto posee elementos de control que permiten detectar rápidamente las fallas que se presenten en su funcionamiento. Así mismo, dependiendo de la marca del sistema, posee mecanismos automáticos para evitar que el sistema falle completamente en caso de que algún componente quede fuera de servicio. Además todos sus parámetros de operación son programables de acuerdo a las necesidades de los usuarios.

El sistema incluye todo el hardware y software necesario para su operación, administración y mantenimiento, puesto que cada fabricante desarrolla su propia tecnología. Lo anterior es muy importante tenerlo en cuenta en el momento de definir el pliego de condiciones, puesto que cada fabricante es propietario del software con el que funciona su sistema.

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.

a) 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 de comunicación que se curse.

Otro de los elementos que conforma los equipos de infraestructura, es el Controlador Central. El Controlador Central, 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.

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. Dicho estudio debe ser realizado por una persona o empresa especializada en la materia y su realización se puede incluir como requisito fundamental en las condiciones técnicas del pliego de condiciones.

b) 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, finca, etc. Estos equipos generalmente están conformados de la siguiente manera: Equipo de radio propiamente dicho (el transmisor/ receptor) que tiene una fuente de alimentación externa para ser usada con la energía de la red pública, micrófono de mano o sobremesa, antena.; torre o mástil para la antena, líneas de transmisión (Cable entre el radio y la antena), protecciones contra descargas eléctricas (Rayos). Estos equipos normalmente manejan mayores potencias, normalmente de fabricación tienen 20 vatios a 40 vatios.

- **Los equipos móviles** son los que se instalan en los vehículos. Dichos equipos están compuestos por: Transmisor/receptor, este equipo no tiene fuente de alimentación propia ya que dispone del suministro de energía de la batería del vehículo, micrófono y la antena vehicular, normalmente poseen potencias de 20 vatios a 40 vatios.
- **Los equipos portátiles** son los que portan las personas que requieren comunicación desde cualquier lugar. Son unidades compactas que están básicamente compuestas por los siguientes componentes: el transmisor/receptor, una fuente de alimentación propia que es una batería recargable, y una antena flexible, una cargador y un adaptador de energía, que normalmente poseen potencias entre 3 vatios a 5 vatios.

3.1.4. Operación del Sistema

La operación del sistema es sumamente sencilla desde el punto de vista del usuario. Para un mejor entendimiento de su funcionamiento y de la eficacia del sistema a continuación se describe el proceso de una llamada básica.

- **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 en la Figura 3.2 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.

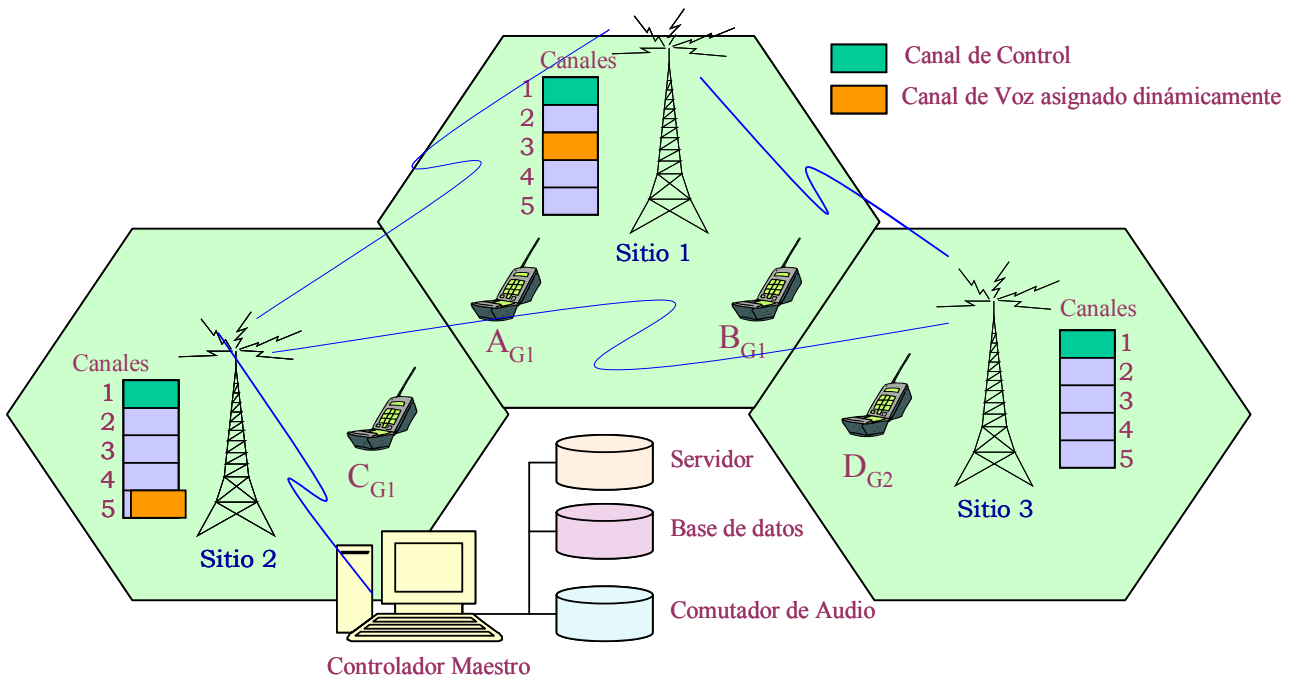


Figura. 3.2. Operación del Sistema Trunking

a) 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.

b) 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.

c) 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.

d) 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.

e) **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.).

3.2. SISTEMA GSM/GPRS

El Sistema General de Paquetes de Datos (GPRS) es un servicio de transporte de datos por paquetes desarrollado para redes IS-136, GSM y TDMA (IS-136), que está siendo adoptado en todo el mundo como el primer paso hacia la 3G. Se le conoce como 2.5G porque es la tecnología intermedia entre la segunda (GSM) y la tercera generación (UMTS).

3.2.1. Definición

GPRS es una solución de “estándar abierto” que proporciona compatibilidad multioperador y mutidistribuidor, una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM pero utilizando transmisión de datos por medio de paquetes, La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz.

Se puede decir que GPRS nace directamente de las limitaciones de su predecesor GSM, ya que en principio los sistemas GSM fueron diseñados para transmitir solamente voz y después con el tiempo también pudieron transmitir datos, pero a muy baja velocidad, por lo que las redes GSM no se adaptan adecuadamente a las necesidades de transmisión de datos actuales. El uso de GPRS no se limita sólo a los terminales móviles, existen tarjetas para conectar computadores portátiles a Internet, entre otros. Para concluir cabe

añadir que GPRS mas que una tecnología es la base fundamental que tienen los estándares de 2G como GSM, para avanzar y afianzarse con miras a la tercera generación, por lo tanto puede coexistir con ella sin causar mayores problemas ni complicaciones y con la ventaja de bajar los costos, ya que muchos de sus dispositivos pueden ser de tipo dual, lo que quiere decir que pueden funcionar simultáneamente en ambos sistemas.

3.2.2. Características

Esta tecnología utiliza el canal de radio de una manera mucho más eficiente, aplica la conmutación de paquetes mediante protocolo IP, algo similar a lo que ocurrirá con 3G, por lo que muchas de las aplicaciones que se introducen en la actualidad con GPRS se pueden trasladar sin mayores dificultades a las futuras redes experimentando los usuarios un aumento en la velocidad. Siendo consultadas gran variedad de referencias se pudo llegar a la conclusión de que las características más resaltantes de esta tecnología se describen a continuación:

- **Los canales se comparten entre los diferentes usuarios**

En GSM, cuando se realiza una llamada se asigna un canal de comunicación al usuario, que permanecerá asignado aunque no se envíen datos. En GPRS los canales de comunicación se comparten dinámicamente entre los distintos usuarios, de modo que un usuario solo tiene asignado un canal cuando está realmente transmitiendo datos.

- **Obtiene mayor velocidad y mejor eficiencia de la red**

En GSM sólo se puede tener un canal asignado (un canal dedicado/un "timeslot") a una velocidad de 9.6 Kbps, sin embargo, en GPRS ofrece a los usuarios móviles mayor velocidad de transmisión de datos que GSM, pero sólo, pudiendo llegar en teoría hasta 171,2 Kbit/s, que equivale a 8 ranuras o timeslots de 21,4 Kbit/s; sin embargo, en la práctica se alcanza aproximadamente la mitad o menos, ya que solo se usan algunos de los 8 slot de tiempo (canales disponibles por cada portadora GSM), resultando especialmente adecuado para el tráfico en ráfagas, típico en Internet.

Dicho de otra manera, varios canales de radio se utilizan combinados para aumentar la velocidad. Además, GPRS permite el uso de esquemas de codificación de datos que permiten una velocidad de transferencia de datos mayor que en GSM con lo que se consigue un proceso más eficiente del interfaz de comunicaciones, pudiendo enviar voz y datos al mismo tiempo.

GPRS utiliza las mismas ranuras TDM que GSM, con cuatro posibles esquemas de codificación, de modo que permite tasas de transmisión de datos variables por multislot y asignación de calidades de Servicio (QoS) diferenciadas a los distintos usuarios móviles.

CS-1: 9.05 kbps.

CS-2: 13.4 kbps.

CS-3: 15.6 kbps.

CS-4: 21.4 kbps.

Se pueden usar varias ranuras de un mismo canal en una misma comunicación. La velocidad máxima teórica es de $21,4 * 8 = 171,2$ Kbps utilizando una red troncal (backbone) basada en TCP/IP.

- **Conexión permanente “*Always Connected*”**

En GPRS el terminal permanece “siempre conectado” la conexión se realiza en el mismo momento que el usuario lo solicita pudiendo ocupar varios canales cuando el flujo de información lo exija; un usuario GPRS puede estar conectado todo el tiempo que desee, puesto que no hace uso de recursos de red (y por tanto no paga) mientras no esté recibiendo ni transmitiendo datos. Todo esto permite que varios usuarios disfruten del mismo recurso, pues aprovecha tiempos donde otros no están transmitiendo.

- **Tecnología IP**

Al sistema GPRS se le conoce también como GSM-IP, ya que usa la tecnología IP (*Internet Protocol*) pues el sistema de “empaquetado” usa el mismo protocolo de los computadores conectados a la red para comunicarse entre sí; mediante el protocolo IP los datos se dividen en paquetes que se envían separadamente por la red y la

información se reconstruye al llegar a su destino; esto optimiza la utilización del espectro de radio ya que no es necesario que un canal sea utilizado únicamente para la transmisión de un punto a otro.

- **Facturación por volumen de datos**

GPRS al usar la técnica de conmutación de paquetes la tarificación del servicio está dado por volumen de paquetes transmitidos en lugar de una tarificación por tiempo de conexión como ocurre con la conmutación de circuitos utilizada en GSM. Como todas las tecnologías de transmisión de datos por paquetes, utiliza solo los recursos y el ancho de banda de la red, mientras se transmiten los mismos. Así, se aprovecha con la máxima eficacia el ancho de banda de radio disponible, que ya de por si es bastante escaso.

3.2.3. Arquitectura GPRS

GPRS es una red de datos que utiliza la infraestructura de la red GSM para permitir la transmisión de paquetes de datos a tasas que fluctúan entre los 9.6 y los 171 Kbps. Aunque se intenta reutilizar la red GSM existente tanto como sea posible, resulta necesario adicionar algunos nuevos elementos de red, interfaces y protocolos, para manejar este nuevo tipo de tráfico y construir de esta manera una red móvil celular de paquetes. En la Figura. 3.3 se muestra la arquitectura de la red GSM/GPRS con los componentes mas importantes, los cuales se irán describiendo mas adelante.

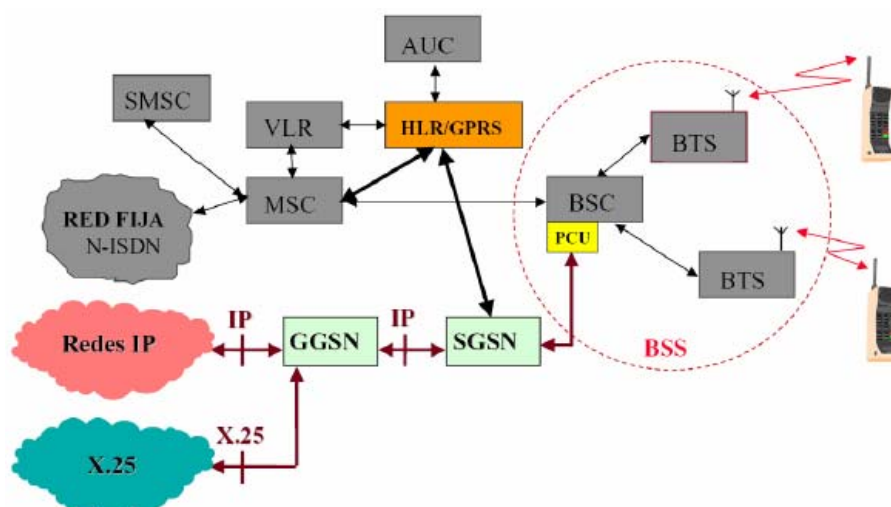


Figura. 3.3. Arquitectura GPRS = GSM + 'SGSN' + 'GGSN'

El sistema GPRS además de unos cambios de software sobre la actual red GSM, GPRS añade tres nuevos elementos hardware sobre la arquitectura GSM que hace posible su funcionamiento complementario como sistema de conmutación de paquetes GGSN (*Gateway GPRS Support Node*); SGSN (*Serving GPRS Support Node*); y PCU (*Packet Control Unit*), con un backbone basado en IP (*Internet Protocol*). La introducción de estos tres nuevos elementos, SGSN, GGSN y PCU, define nuevos interfaces de interconexión con el resto de elementos de red. Otros elementos de la arquitectura GSM son compartidos por el sistema GPRS, las bases de datos HLR y VLR añaden las informaciones de usuario para dar soporte a los nuevos servicios GPRS y los elementos de gestión de los recursos radio BTS y BSC añaden las funcionalidades del sistema GPRS que hacen posible su uso compartido.

A continuación describimos cada uno de los componentes que forman el sistema GSM/GPRS.

3.2.3.1 La Estación Móvil o *Mobile Station* (MS) Consta a su vez de dos elementos básicos que debemos conocer, por un lado el terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM o Subscriber Identity Module.

- **Terminales móviles:** presentan las siguientes características comunes:
 - a. **Capacidad Dual**
 - Los terminales GPRS están adaptados para aprovechar la cobertura existente GSM para la voz y en GPRS para la transmisión de datos, esto se puede observar en la Figura. 3.4.

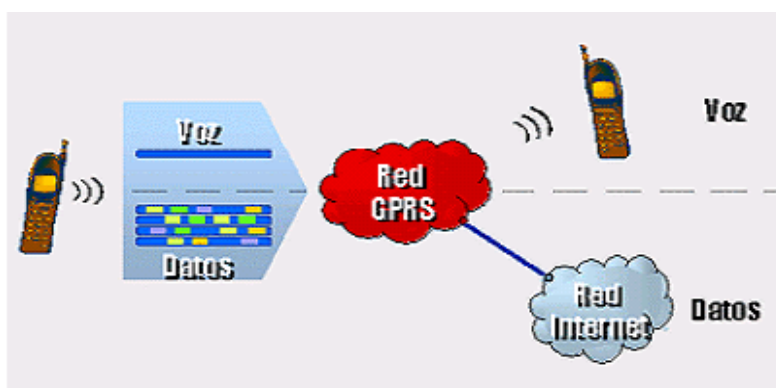
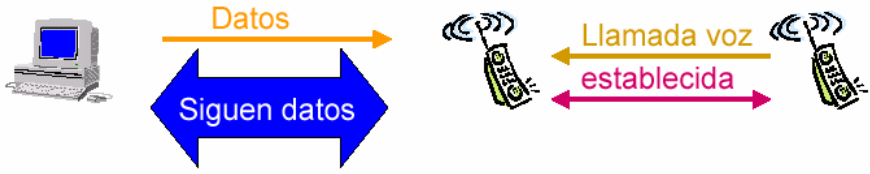



Figura. 3.4. Comunicación de voz y datos en GPRS.

b. Velocidad de transferencia

- Los terminales GPRS utilizan varios canales simultáneos o slots. El número de canales depende de cada terminal, variando de 1 a 4 para la recepción de datos y de 1 a 2 para el envío.
- Cada canal representa una velocidad teórica de 13.4 kilobits (en GSM sólo 9 Kbits).

Existen tres tipos de terminales, cada uno con sus características:

<p>CLASE A:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Uso simultáneo de GSM y GPRS • 1 Time-Solt para GSM y 1 o más para GPRS • No hay degradación de ninguno de los dos servicios. 
<p>CLASE B:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Registro GPRS y GSM • Uno de los dos está en suspenso mientras el otro está activo. Prioridad para GSM. • Degradación de QoS sólo para GPRS. 
<p>CLASE C:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elección manual de GPRS o GSM. • No hay uso simultáneo.

- **Tarjeta SIM**

La tarjeta SIM es la misma que para GSM. No es preciso cambiar de tarjeta para usar GPRS. El SIM es una pequeña tarjeta inteligente que sirve para identificar las características de nuestro terminal. Esta tarjeta se inserta en el interior del móvil y permite al usuario acceder a todos los servicios que haya disponibles por su operador, sin la tarjeta SIM el terminal no nos sirve de nada por que no podemos hacer uso de la red. El SIM esta protegido por un número de cuatro dígitos que recibe el nombre de PIN o *Personal Identification Number*.

3.2.3.2. La Estación Base o *Base Station Subsystem* (BSS)

El BSS está encargado de proporcionar y gestionar la interfaz radio entre las estaciones móviles y el resto de la red GSM. Hay ocho clases de estaciones base en función de la potencia, que van desde los 2,5 W a los 320 W. Una estación base está constituida por un grupo de transceptores (TRX) que cubren la misma área e incluye dos tipos de elementos:

a) Estación de Transmisión Base (BTS) o *Base Station*

Está en contacto con las estaciones móviles a través del interfaz de radio; consiste en una serie de radio-celdas contiguas para cubrir una determinada área de servicio y cada celda contiene una BTS. Consta también de dispositivos de transmisión y recepción, incluyendo las antenas, y realiza el procesamiento de señal necesario para la interfaz radio. Sus principales funciones son: servir de interfaz física entre el terminal móvil y el Controlador de Estación Base (BSC), la gestión de diversidad de antenas, FH (*Frequency Hopping*) el cual es un proceso de salto de frecuencias para resintonizar los TRX, el cual utiliza una portadora de banda estrecha que cambia la frecuencia.

b) Controlador de Estaciones Base (BSC)

Se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales el mantenimiento de la conexión; además se encarga de la gestión y

configuración del canal de radio (elección de la celda y el canal), se encargan de la gestión de los *handovers*.

3.2.3.3. Subsistema de Conmutación o *Network and Switching Subsystem* (NSS)

Permite la interconexión entre BSS con otras redes públicas (PSTN, ISDN, SPDN). También se encarga de desarrollar la base de datos necesarias para: la identificación de usuarios y terminales, localización de los terminales, conducción de las llamadas y facturación. Dentro del NSS se encuentran las siguientes estructuras:

a) Central de Conmutación Móvil (MSC)

Es una central encargada de todas las funciones de conmutación para las estaciones móviles situadas en su área de influencia (área MSC); las principales diferencias de esta central respecto a una central de la red fija, consiste en que ésta debe tener además en cuenta las funciones de asignación de los recursos de radio y la naturaleza móvil de los usuarios. Por lo tanto este tipo de central contempla ciertos procedimientos adicionales a los de una central de red fija, como pueden ser, por ejemplo, la actualización de posición de las estaciones móviles, las funciones de traspaso de llamadas en curso cuando los móviles se encuentran entre celdas. La función básica de conmutación se realiza aquí y su misión es coordinar el establecimiento de llamadas desde y hacia usuarios GSM.

b) Central de Conmutación de Móviles Pasarela (GMSC, Gateway MSC)

Es un dispositivo traductor (puede ser hardware o software) que se encarga de interconectar dos redes haciendo que los protocolos de comunicaciones que existen en ambas redes se entiendan. Es utilizada para dirigir hacia ella, las llamadas originadas en la red fija, interrogar al HLR (*Home Location Register*) adecuado para conocer la posición del móvil al que va dirigida la llamada y encaminar ésta hacia la central de conmutación móvil correspondiente. En el caso de llamadas entrantes a una PLMN (*Public Land Mobile Network*), la llamada es dirigida hacia un MSC, ahora si la red fija no es capaz de interrogar

a un HLR apropiado, entonces encamina la llamada al MSC donde esté el móvil llamado. El MSC que realiza la función de encaminamiento hasta la ubicación de la estación móvil se denomina GMSC.

c) **Registro de Posición Base (HLR)** Es una base de datos cuya misión es la gestión de los usuarios móviles; la cantidad de estos registros depende del número de usuarios, de la capacidad del equipo y de la organización de la red. El HLR almacena dos tipos de información:

- La de suscripción de los abonados.
- La de localización de los abonados.

d) **Registro de Posición del Visitante (VLR)** El VLR se encarga de controlar la itinerancia (*roaming*) del móvil, en un área MSC (es aquella área que es controlada por un único MSC). Contiene información del estado de todos los usuarios que en un momento dado están registrados dentro de su zona de influencia y sobre sí el usuario está o no activo.

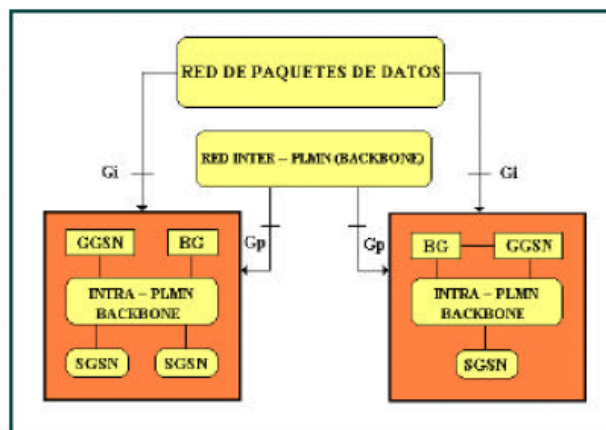
e) **Centro de Autenticación (AuC)** Es una base de datos cuya misión es la de proporcionar los parámetros necesarios para la autenticación de usuarios dentro de la red; también se encarga de soportar funciones de encriptación. Este puede comprender a una o varias MSC.

f) **Registro de Identidad de Equipos (EIR)** Los terminales móviles tienen un identificador único, el IMEI (*International Mobile Equipment Identity*), el EIR se utiliza para mantener una relación de las identidades de los equipos abonados; a través de él resulta posible identificar aquellos usuarios autorizados.

Todas las unidades descritas anteriormente forman lo que es la red GSM, y la cual utilizará casi en su totalidad la nueva red GPRS para el establecimiento de las llamadas de voz, a continuación se explicarán cuales serán los nuevos elementos que conforman en sí lo que será la red GPRS.

- g) **Backbone Network** Es la infraestructura que conecta los nodos GSN de la red GPRS, también es denominada “ruta de enlace”, permite el enrutamiento o routing de los paquetes transmitidos por los usuarios de la red, o los dirigidos a estos.

En la Figura. 3.5 se puede ver de que manera están conectadas los diferentes redes backbone, y las interfaces que las comunican entre sí.



Gi, Gp : Interfaces

BG: Border Gateway

Figura. 3.5. Redes backbone.

- h) GPRS también introduce a nivel de BSC el denominado **Packet Control Unit (PCU)** que contiene tramas que se utilizan como transporte de datos como de control que sirve par identificador del protocolo GPRS, es decir sirve para diferenciar los burst de GPRS y GSM
- i) **GPRS Register** Existe según otros autores otro elemento de la red GPRS que debe añadirse, este cumple mas que todo funciones de registro y verificación de algunos de los datos de los usuarios móviles.

Conociendo ya todas estas estructuras y su funcionamiento, se puede decir que cuando el tráfico, ya sea de voz o de datos, se origina, el terminal se comunica a través del enlace de radio hacia la BTS, y de ésta a la BSC de la misma manera que en el estándar GSM. Pero al salir de la BSC el tráfico se bifurca, la voz se envía al centro de conmutación móvil (MSC) en el estándar GSM y los datos son enviados a un nuevo elemento llamado SGSN a través de los PCU como se muestra en la Figura 3.6

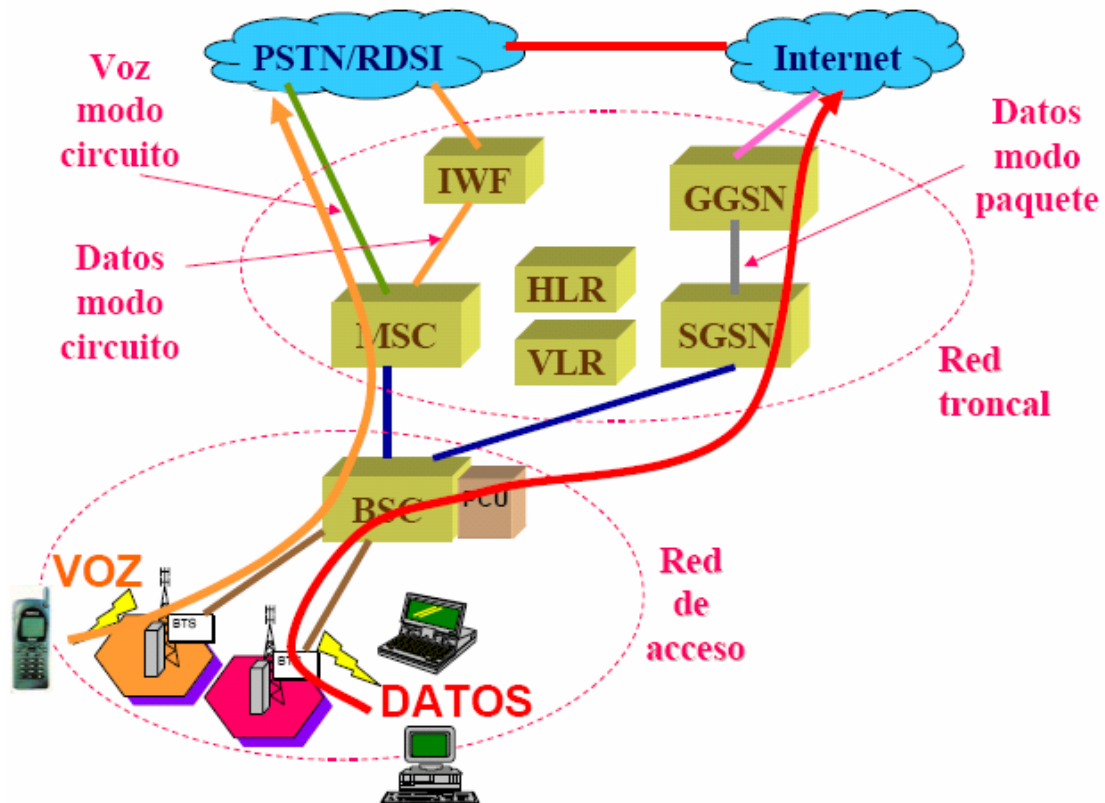


Figura. 3.6. Transferencia de voz y datos a través de la red GPRS

En la red básica los MSC existentes están basados en la tecnología de conmutación de circuitos, por lo que hay que añadir nuevos elementos para hacer posible la transmisión de paquetes de datos. Estos nuevos componentes son el SGSN y el GGSN.

3.2.3.4 Nodo Servidor de Soporte GPRS (SGSN)

El SGSN se considera un componente primario de las redes celulares que emplean GPRS, puede ser visto como un MSC de intercambio de paquetes, encamina los paquetes IP entrantes y salientes dirigidos hacia, o procedentes de cualquier abonado GPRS físicamente situado dentro de la zona geográfica a la que da servicio ese SGSN. Los SGSN envían preguntas a los HLR (*Home Location Register*) para obtener datos del perfil de los usuarios de GPRS, detectan nuevos móviles GPRS en un área de servicio dada, por ello los SGSN realizan funciones de movilidad.

3.2.3.5. Nodo de Soporte Pasarela de GPRS (GGSN)

Este nodo constituye otra de los dispositivos esenciales en la estructura de la red GPRS, es mucho mas pequeño físicamente que un SGSN, pero realiza importantes procesos, el GGSN sirve de interfaz con las redes externas de paquetes IP, las Intranets y otros proveedores de GPRS, accediendo a funciones externas del proveedor de servicios de Internet (ISP) tales como: enrutadores y servicios de usuario de marcación, con acceso remoto; el GGSN encamina las direcciones IP de los abonados servidos por la red GPRS, intercambiando información de encaminamiento con la red externa. En la Figura. 3.7 describe como el GGSN se comporta como un router, de forma que “camufla” las características especiales de la red GPRS desde el punto de vista de la red externa.

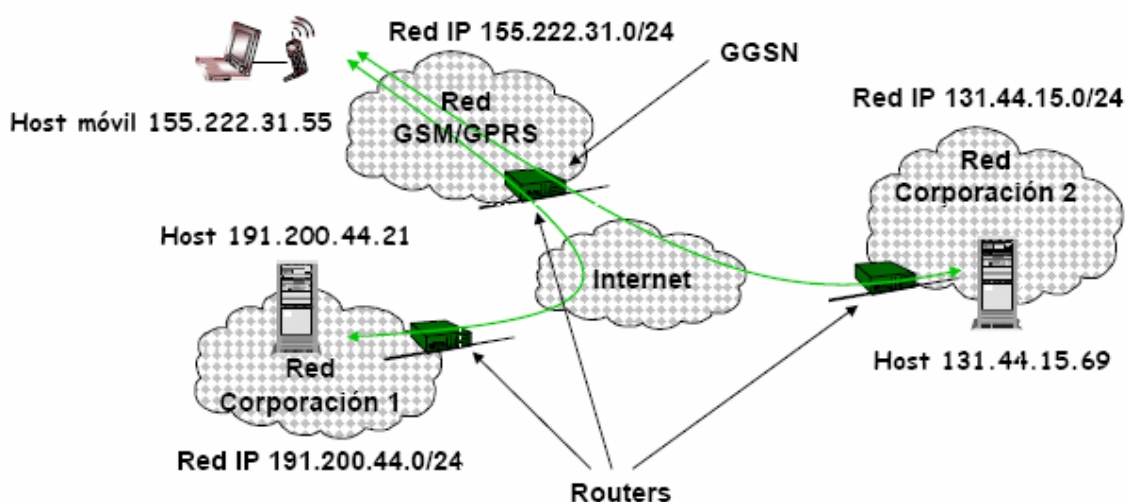


Figura. 3.7. Nodo de Soporte Pasarela de GPRS (GGSN)

Para cada abonado móvil el GGSN recopila también datos de tarificación, uso de la red de datos externos y uso de los recursos de la red GPRS

Las funciones SGSN y GGSN pueden compartir el mismo nodo físico o estar separados, aunque residan en redes móviles distintas.

En la Figura. 3.8 se puede apreciar como se interconectan los nodos SGSN y GGSN con los elementos del sistema GSM y con otras redes públicas.

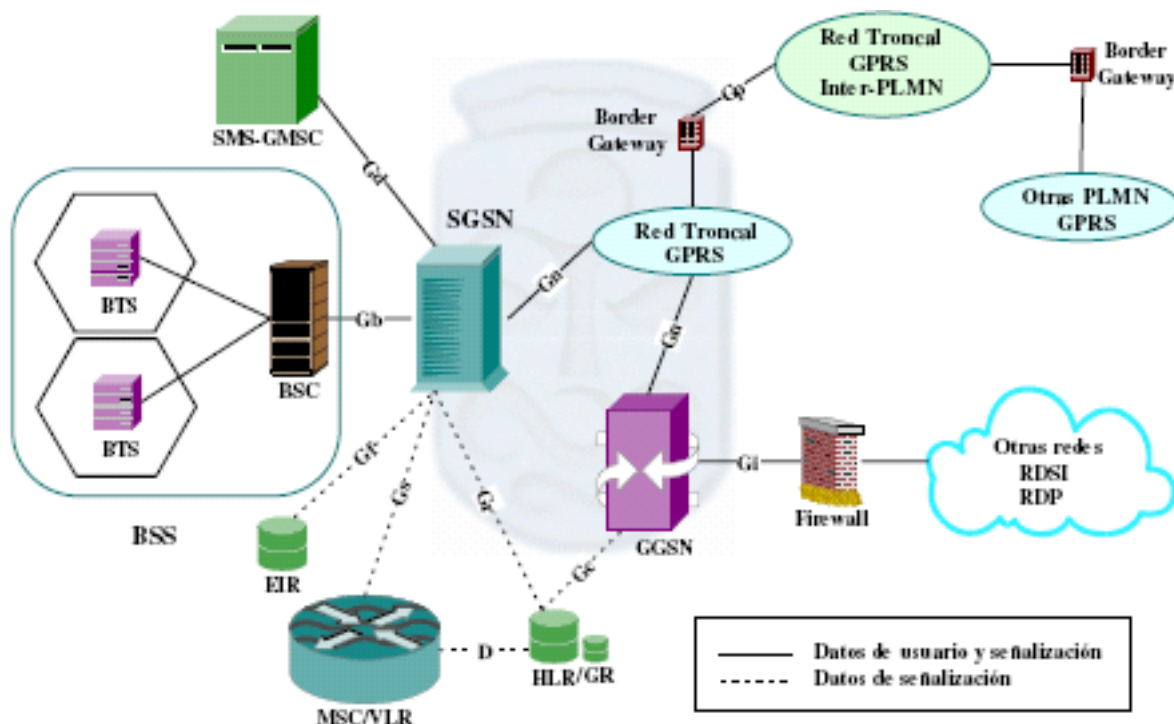


Figura. 3.8. Nodos de una red GPRS.

También se debe indicar que GPRS añade otros tres nodos adicionales: *Charging Gateway* (CG), *Border Gateway* (BG) y *Domain Name System* (DNS).

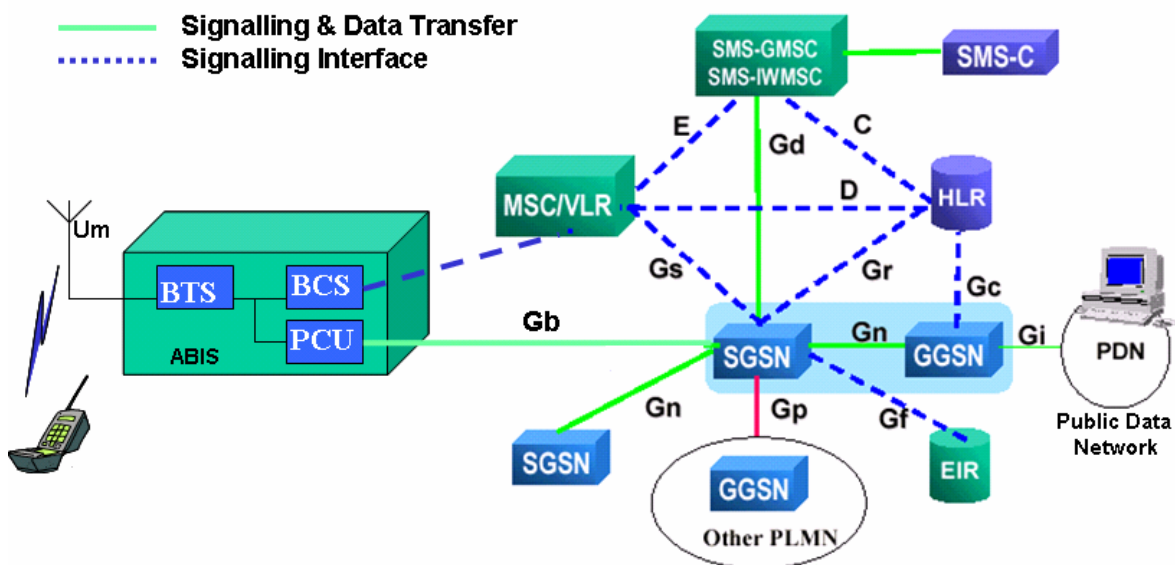
- **Domain Name Servers (DNS)** Estos son dispositivos estándar que convierten los nombres IP en direcciones IP.
- **Firewalls (FW)** Estos son dispositivos que protegen la red IP contra ataques externos (por ejemplo, “hackers” desde los teléfonos móviles o desde Internet). En el caso de GPRS, el Firewall podría estar configurado para rechazar todos los paquetes que no son parte de un suscriptor de GPRS que ya ha iniciado su conexión.
- **Border Gateway (BG)** Este es un enrutador que puede proporcionar un túnel directo o conexión directa entre diferentes operadores de red GPRS, o sea, entre una Intra-PLMN y una Inter-PLMN. Su función principal es la de dar seguridad y protección a las redes privadas (*backbone intra-PLMN*) contra ataques y protegerlas de accesos de usuarios no autorizados.

- **Charging Gateway (CG)** Es generado por todos los nodos, tanto los SGSN como los GGSN en la red; colecciona toda la data que le proporciona el SGSN y el GGSN la procesa y la transfiere al sistema de billing (facturación).

3.2.3.6 Interfaces de la Red GPRS

Diversos componentes de la red GPRS son conectados juntos con las interfaces de la red GSM, las cuales se han agregado como ayuda entre los nodos GGSN y SGSN, y otros componentes de la red. Así una interfaz es el punto en el cual, o través del cual se hace una conexión, ya sea entre dos dispositivos de hardware, entre un usuario y un programa o el sistema operativo, o entre dos aplicaciones. Una interfaz de usuario se compone de los medios por los cuales un programa se comunica con el usuario, incluyendo la línea de comandos, menús, cajas de diálogo, sistema de ayuda en línea, etc. Las interfaces pueden estar basadas en caracteres y manejadas por menús o gráficos. A continuación se especifican algunas de ellas:

En la Figura. 3.9. se observa como es la ubicación de las interfaces para una red GPRS, y sus respectivos nodos de soporte.



ABIS: Interfaz entre BSC y BTS **SMS -GMSC:** Short Message Service Gateway MSC

UM: Interfaz de Radio **SMS -IWMSC:** Short Message Service Interworking MSC

Figura. 3.9. Esquema de conexión de una red GPRS.

- **INTERFACE UM:** Interfaz de radio, es la interfaz entre un móvil y una parte de la red fija, es utilizada por las estaciones móviles para acceder a todos los servicios y facilidades del sistema.
- **INTERFACE A:** Es la interfaz entre el móvil y la BSS, se utiliza para el intercambio de información relacionado con las siguientes funciones: gestión del BSS, manejo de la llamada y gestión de la movilidad.
- **INTERFACE A-BIS:** Es la interfaz entre el BSC y La BTS, la cual permite base, independientemente de que sean realizadas por un mismo suministrador (proveedor) o distintos suministradores.
- **Gb:** Esta interfaz conecta la BSS con el SGSN y es probablemente la más complicada en términos de emulación y señalización de SGSN con las BSC en redes de acceso de paquetes GSM o TDMA. En otras palabras, la interfaz Gb es la portadora del tráfico GPRS y señalización entre la red de radio GSM (BSS) y la parte de GPRS.
- **Gn y Gp:** Señalización de control (para gestión de movilidad y de sesión) entre los SGSN y los GGSN, y “tunneling” de cargas útiles del usuario final en la red principal. La interfaz Gn provee una interfaz de datos y señalización en la red Intra-PLMN (entre GSN). La interfaz Gp provee las mismas funciones de Gn pero también provee junto con el Border Gateway (BG) y el Firewall (FW) todas las funciones necesarias para el trabajo de red en la Inter-PLMN como seguridad, enrutamiento, etc. Se utiliza para comunicar dos GSN entre diferentes PLMN.
- **Gi:** Transporte de datos IP del usuario final entre la red móvil y redes IP externas y señalización de control GGSN con servidores de ISP (*Integrated Service Provider*) situados en redes IP (incluyendo autenticación del final y asignación de direcciones IP. La red GPRS está conectada con las redes de datos externas vía esta interfaz.
- **Gf:** Señalización MAP (*Mobile Application Part*) para soportar los procedimientos de comprobación entre los servidores SGSN y EIR cuando un usuario se está conectando. La Gf presta al SGSN acceso a equipos de información.

- **Gr:** Señalización MAP para soportar el almacenamiento y recuperación de datos del abonado entre el SGSN y HLR.
- **Gs:** El servidor SGSN soporta la interfaz Gs estándar al servidor del MSC, a fin de proporcionar la gestión de movilidad para abonados que están conectados tanto a los canales de conmutación de paquetes como a los de conmutación de circuitos.

En resumen se puede concluir que las interfaces son las estructuras encargadas de mantener la comunicación entre cada una de las ramas de la red GPRS, cada una posee una función específica y todas interactúan o están interconectadas de alguna manera

3.2.4. Transferencia de paquetes entre nodos GSN's en la red GPRS

Una de las principales ventajas que caracteriza a las redes GPRS y que las diferencia de otras, es la manera en que ésta maneja el tránsito de los datos a través de todo el sistema. Por esta razón se explica en esta parte, de una manera más detallada, como se efectúa ésta transferencia y cuales son los distintos procesos que se siguen para ello.

La Figura. 3.10. muestra un ejemplo sencillo de una transmisión originada por un teléfono móvil: el servidor SGSN (SGSN-S), origen del móvil, encapsula los paquetes transmitidos por el móvil (MS) y proporciona las rutas apropiadas, el GGSN (GGSN-S) basándose en el estudio de la dirección de destino, dirige los paquetes hacia el GGSN-D, a través de la red de paquetes de datos, el GGSN-D comprueba el contexto asociado de la ruta con la dirección de destino y determina el servidor (SGSN-D) y lo relaciona con la información de *tunneling*. Cada paquete es entonces encapsulado y enviado al siguiente SGSN-D que lo reparte al móvil de destino.

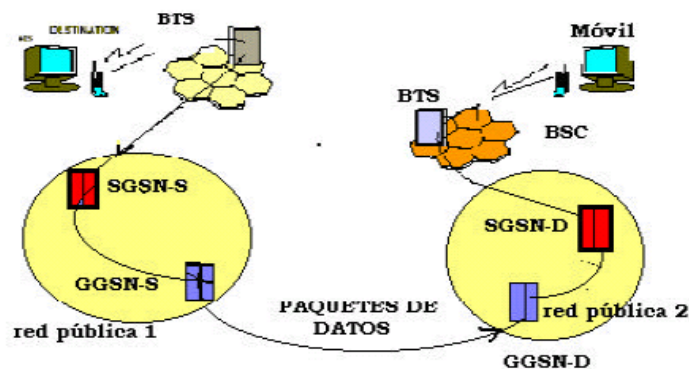


Figura. 3.10. Ejemplo de enrutamiento de paquetes.

Los paquetes de datos de los usuarios son transportados sobre la red GPRS en “containers”; es decir que cuando un paquete viene desde una red externa de paquetes y llega al GGSN éste es introducido en un contenedor (container) y es enviado al SGSN. El flujo de estos contenedores dentro de la red GPRS, es totalmente transparente para el usuario. El usuario parece como si estuviera conectado directamente vía un enrutador o router (de GGSN) a redes externas, en comunicaciones de datos. Estos tipos de corrientes o flujos virtuales de containers es llamado “túnel”, por lo que se dice que los GSN’s están llevando a cabo “tunneling” de paquetes de usuarios GPRS. En la Figura 3.11 se muestra el tunneling de paquetes de datos.

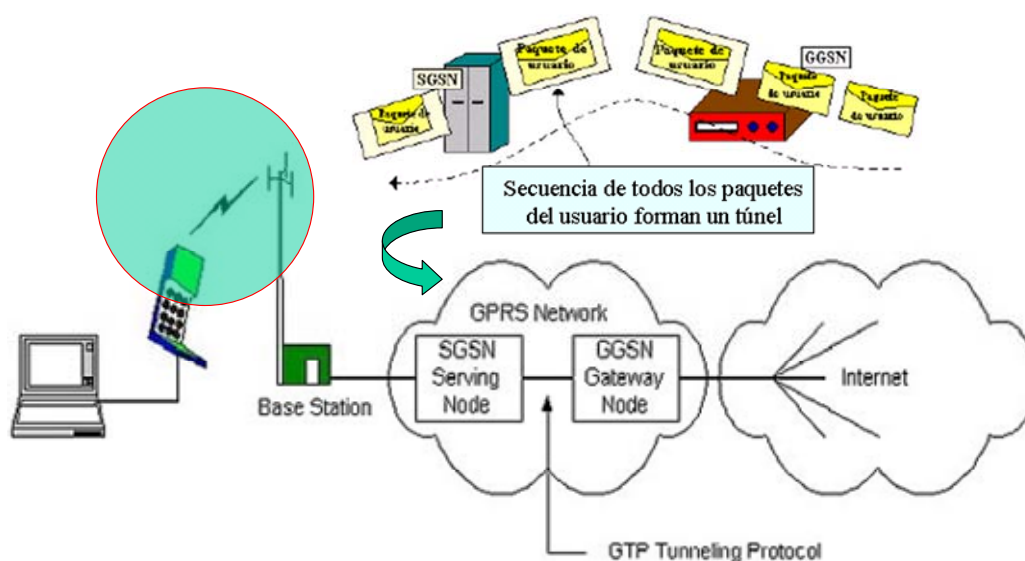


Figura. 3.11. Transporte de paquetes GTP entre los nodos GSN's

El tunneling en la red GPRS se basa en:

- El encapsulado de los datos con introducción de cabeceras de direcciones de destino y origen.
- Actualización de tablas de enrutamiento existentes tanto en el SGSN, como en el GGSN.
- Asignación de una dirección IP al móvil.

El protocolo que lleva a cabo el tunneling en GPRS es llamado “*GPRS Tunneling Protocol (GTP)*”, y se acostumbra decir que se transportan paquetes GTP entre los nodos SGSN y los GGSN. El GGSN introduce el paquete IP en un contenedor y lo envía al

SGSN respectivo y viceversa. Sobre la red GPRS los paquetes IP son usados para transportar los paquetes GTP. Los paquetes GTP contienen el paquete actual del usuario, tal como se muestra en la Figura. 3.12.

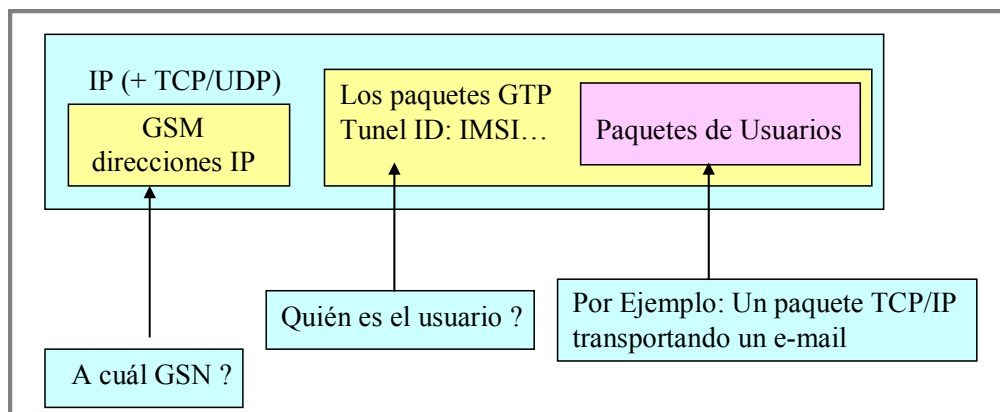


Figura. 3.12. GTP container.

Los paquetes del usuario, por ejemplo un paquete TCP/IP que es transportado a alguna parte como un e-mail, son trasladados dentro de un paquete GTP (container). El paquete GTP es llevado entonces sobre la red GPRS usando el protocolo IP y/o TCP/UDP. La cabecera de los paquetes GTP, incluyendo el túnel ID (TID) tendrá la potestad de decidir cual será el GGSN que recibirá a este usuario. El túnel ID incluye al usuario IMSI (y otro usuario de número específico). El TID es una etiqueta que dice al SGSN y GGSN de quien es el paquete o los paquetes que están dentro del container.

3.3. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS).

3.3.1. Definición

El GPS (Global Positioning System-Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema que permite calcular las coordenadas de cualquier punto de la superficie terrestre a partir de la recepción de señales emitidas desde una constelación de satélites en órbita. Básicamente, su principal funcionalidad es que permite al usuario conocer, mediante un receptor, su posición, en cualquier parte del planeta.

3.3.2. Historia del GPS

El GPS fue desarrollado originalmente para los militares de los E.E.U.U., pero ahora es proporcionado como servicio público para la gente por todo el mundo por el gobierno de los E.E.U.U.

El despliegue del sistema del GPS comenzó el 22 de febrero de 1978 con el lanzamiento del primer satélite del bloque I Navstar GPS. La capacidad de funcionamiento inicial fue declarada en diciembre de 1993 con 24 satélites operacionales del GPS en órbita. La capacidad operacional completa fue declarada en junio de 1995.

3.3.3. Arquitectura del Sistema GPS

El sistema del GPS se divide en tres segmentos que son: Segmento espacio, segmento control y segmento usuarios; los dos primeros son de responsabilidad militar:

a. Segmento Espacio

El GPS utiliza veintiuno (21) satélites operacionales, con los tres (3) satélites adicionales en órbita como reserva redundante, los satélites tienen un período orbital de 11 horas y de 58 minutos, están situados a una altitud de 20180 Km. y se encuentran repartidos en 6 planos orbitales con inclinación de 55 inclinados del plano del ecuador.

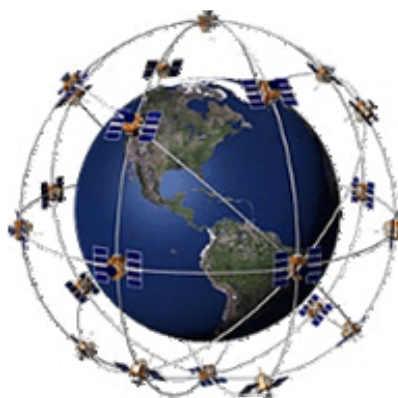


Figura. 3.13. Constelación de satélites del Sistema GPS

El GPS utiliza los satélites del NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging). Cada satélite del NAVSTAR tiene aproximadamente 5 metros de ancho (con los paneles solares extendidos) y pesa aproximadamente 900Kg.

b. Segmento Control

El segmento de control son todas las infraestructuras en tierra necesarias para el control de la constelación de satélites y supervisar su correcto funcionamiento, mantenidas por la fuerza aérea estadounidense. Dichas infraestructuras tienen coordenadas terrestres de muy alta precisión y consisten en cinco grupos de instalaciones repartidas por todo el planeta, para tener un control homogéneo de toda la constelación de satélites.



Figura. 3.14. Estaciones de monitoreo y supervisión del funcionamiento de los satélites

Estas infraestructuras realizan un seguimiento continuo de los satélites que pasan por su región del cielo, acumulando los datos necesarios para el cálculo preciso de sus órbitas.

c. El segmento del usuario

El segmento del usuario está constituido por el hardware (equipos de recepción) y el software que se utilizan para captar y procesar las señales de los satélites calculando las distancias y proporcionando una estimación de posición y tiempo. El

tipo de receptores va unido íntimamente al tipo de método elegido para la medición, y a su vez a la naturaleza de la aplicación que queramos realizar.

3.3.4. Funcionamiento Sistema GPS

Cada satélite dispone de un reloj ultrapreciso a bordo del satélite y un conocimiento prácticamente exacto de la posición de cada satélite en todo momento (*efemérides*). El receptor GPS calcula su posición de acuerdo con variables de tiempo que provienen de varios satélites GPS que tienen visión directa desde el mismo. El sistema GPS se basa en la medida simultánea de la distancia entre el receptor y al menos 4 satélites (ver Figura. 3.15.) y ofrece la posición del receptor y una referencia temporal muy precisa. Las distancias entre el receptor y el satélite se obtienen por medio del retardo temporal entre que el satélite envía la señal hasta que el receptor la recibe. Las distancias pueden ser calculadas a partir de la siguiente relación:

$$\text{Distancia (D)} = \text{velocidad(c)} * \text{Tiempo(t)}$$

Donde c es la velocidad de la luz en el vacío ($c = 3 \times 10^8$ m/s) y t el retardo temporal.

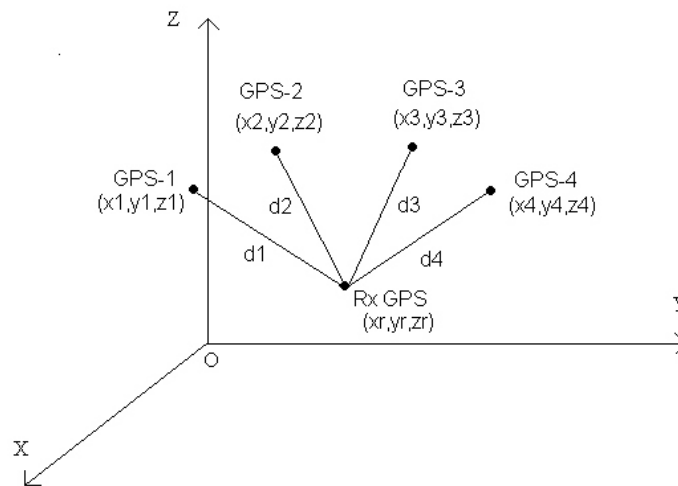


Figura. 3.15. Principio de funcionamiento del sistema GPS

En principio, basándose en el postulado de la geometría euclídeana, bastaría conocer las coordenadas de 3 satélites y las distancias correspondientes al receptor GPS para formar un sistema de 3 ecuaciones con 3 incógnitas, para determinar la posición (X_r, Y_r, Z_r) del receptor GPS en un instante determinado, mediante la siguiente ecuación:

$$D^2 = (X_i - X_r)^2 + (Y_i - Y_r)^2 + (Z_i - Z_r)^2, \quad i = 1, 2, 3$$

Donde (X_r, Y_r, Z_r) representan las efemérides de los satélites.

Para medir el tiempo de vuelo de la señal de radio es necesario que los relojes atómicos de los satélites y de los receptores estén sincronizados, pues deben generar simultáneamente el mismo código. Ahora bien, mientras los relojes de los satélites incorporan un reloj atómico de altísima precisión y muy estable los de los receptores son osciladores de cuarzo de bajo coste y por tanto imprecisos. Esto trae como consecuencia negativa que exista un error de sincronismo de los relojes a bordo de los satélites y el reloj del receptor GPS y por tanto el cálculo de las distancias con errores debidos al sincronismo se denominan *pseudodistancias*. La desviación en los relojes de los receptores introduce una cuarta incógnita en los sistemas de ecuaciones y de ahí la necesidad de utilizar 4 ecuaciones con 4 incógnitas que hace necesario un mínimo de cuatro satélites para estimar correctamente las coordenadas (X_r, Y_r, Z_r, τ) , obteniendo como resultado:

$$(d - c \cdot \tau)^2 = (X_i - X_r)^2 + (Y_i - Y_r)^2 + (Z_i - Z_r)^2; \quad (i = 1, 2, 3, 4), \text{ donde } \tau \text{ es el error de sincronismo.}$$

En el cálculo de las *pseudodistancias* hay que tener en cuenta que las señales GPS son muy débiles y se hallan inmersas en el ruido de fondo inherente al planeta en la banda de radio. Este ruido natural está formado por una serie de pulsos aleatorios, lo que motiva la generación de un código pseudo-aleatorio artificial por los receptores GPS como patrón de fluctuaciones. En cada instante un satélite transmite una señal con el mismo patrón que la serie pseudo-aleatoria generada por el receptor. En base a esta sincronización, el receptor calcula la distancia realizando un desplazamiento temporal de su código pseudo-aleatorio hasta lograr la coincidencia con el código recibido; este desplazamiento corresponde al tiempo de vuelo de la señal. Este proceso se realiza de forma automática, continua e instantánea en cada receptor.

La utilización de estos códigos pseudo-aleatorios permite el control de acceso al sistema de satélites, de forma que en situaciones conflictivas se podría cambiar el código, obligando a todos los satélites a utilizar una banda de frecuencia única sin interferencias pues cada satélite posee un código GPS propio.

Aunque la velocidad de los satélites es elevada (4 Km./s), la posición instantánea de los mismos puede estimarse con un error inferior a varios metros en base a una predicción sobre las posiciones anteriores en un período de 24 a 48 horas. Las estaciones terrestres revisan periódicamente los relojes atómicos de los satélites, dos de cesio y dos de rubidio, enviando las efemérides y las correcciones de los relojes, ya que la precisión de los relojes y la estabilidad de la trayectoria de los satélites son claves en el funcionamiento del sistema GPS.

En resumen el GPS es, entonces, un sistema de recepción pasiva para posicionamiento y navegación. Los satélites transmiten información a los usuarios en tierra pero no reciben información proveniente de los usuarios; esto significa que los satélites de esta constelación no funcionan como enlace de comunicación entre el usuario y alguna estación base, por ejemplo. También significa que no hay suscripción o cuotas a pagar por el acceso a las señales GPS, y que no existe límite en cuanto al número de usuarios que simultáneamente puedan aprovecharlas. Aunque se originó con objetivos bélicos, el GPS ha pasado paulatinamente a constituir una poderosa herramienta de aplicaciones civiles en todo el mundo.

3.4. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (GIS)

Los GIS (*System Information Geographic*, Sistema de Información Geográfica), se construyen sobre un modelo de datos constituido por puntos, líneas y polígonos. Con estos ingredientes tan simples, los GIS son capaces de ser un espejo simplificado pero convincente de nuestro entorno y redibujarlo con coherencia y un cierto parecido, es decir permite ver el mundo y lo que hay en él, con una perspectiva distinta.

3.4.1. Definición

Las definiciones tradicionales describen los GIS (Geographic Information System, Sistema de Información Geográfica) como una tecnología de manejo de información geográfica formada por un conjunto de hardware, software, datos, personas y procedimientos; organizados para capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciados geográficamente. Una definición más actual, y puntual es: la de un sistema que por medio de computadoras y

datos geográficos ayuda a un mejor entendimiento del mundo y permite resolver los problemas que diariamente afrontamos.

También se puede definir a los sistemas de información geográfica como los conjuntos de instrumentos y métodos especialmente dispuestos para capturar, almacenar, transformar y presentar información geográfica o territorial referenciada al mundo real.

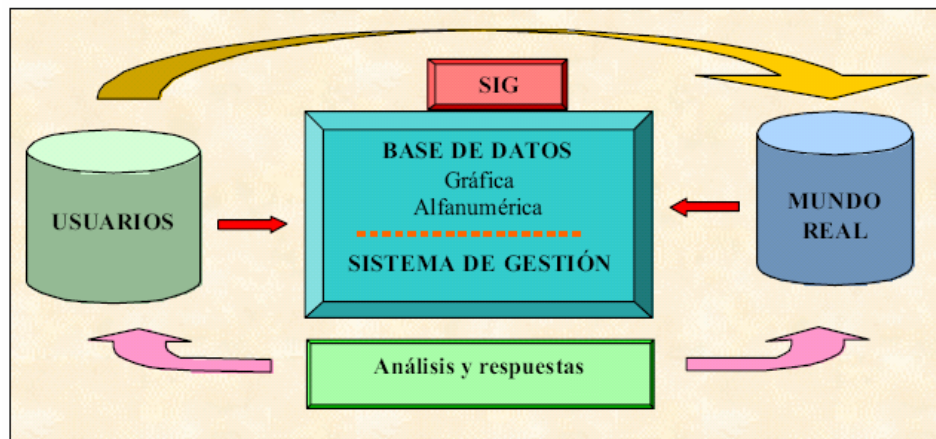


Figura. 3.16. Esquema conceptual de un GIS.

Estas habilidades distinguen a los GIS de otros sistemas geográficos, haciéndolos muy valiosos en una innumerable serie de actividades tales como explicación y simulación de eventos, predicción de resultados o estrategias de planeación. Entre los paquetes que se pueden encontrar en el mercado de Sistemas GIS están ESRI ArcView, Arcinfo, AtlasGIS, AutoCad Map, Microstation Geo-graphics y Mapinfo.

3.4.2. Componentes de un GIS

Un GIS es un sistema de información que integra cinco componentes: hardware, software, datos geográficos, usuarios y metodología. A continuación se detallan dichos componentes:

a) Equipo (hardware)

El hardware es la computadora con la cual opera el GIS; para estos sistemas se requiere de equipos con alta velocidad de procesamiento y con capacidad de

despliegue y almacenamiento de datos digitales. Existen en el medio diferentes equipos, marcas y configuraciones, que van de acuerdo con las necesidades del usuario. En un ambiente corporativo se utilizan generalmente servidores y equipos de escritorio conectados en red.

También hacen parte del hardware los periféricos o equipos adicionales, como son: plotters para impresión de mapas, mesas digitalizadoras, scanners, impresoras y unidades de almacenamiento.

b) Programas (software)

El software o programas para GIS proveen las funciones y las herramientas necesarias para almacenar, acceder, analizar, visualizar y representar cartográficamente la información geográfica. Se debe disponer de herramientas para entrada, manipulación y salida de la información geográfica:

- Herramientas que soporten consultas espaciales y estadísticas, análisis y visualización.
- Una interfaz gráfica (GUI) para que el usuario acceda fácilmente a las herramientas.

También se incluye por su importancia en un GIS, el software para procesamiento de imágenes, elaboración de mapas, transformación de coordenadas y visualización tridimensional.

c) Datos

El componente más importante de un sistema de información geográfica son los datos. La información geográfica así como los datos estadísticos asociados a la misma son integrados por el sistema en una base de datos geográfica para así poder ser manipulada.

d) Personal

La tecnología GIS es de un valor muy limitado si no se toman en cuenta los usuarios que administran el sistema y que generan los análisis sobre la información geográfica para resolver problemas del mundo real. Los usuarios pueden variar desde los especialistas técnicos que diseñan y dan mantenimiento al sistema, usuarios expertos tales como geólogos, cartógrafos y urbanistas, hasta aquellos usuarios que hacen uso del mismo para fines exclusivamente informativos.

e) Métodos y procedimientos

La operación exitosa de un sistema de información geográfica depende de un plan y metodología de uso, siendo los modelos y prácticas de operación exclusivas de la organización, Los procedimientos determinan cómo realizar tareas, tales como la forma de introducir la información en formato digital, la forma de almacenamiento y los formatos de salida de información.

3.4.3. Funcionamiento GIS

Un sistema de información geográfica almacena la información como una serie de capas geográficas (también denominadas layers) que pueden ser relacionadas entre ellas mediante temas. Este concepto permite el agrupamiento de la información geográfica como capas que almacenan carreteras, curvas de nivel, hidrología, etc. para su posterior almacenamiento.

A través de un GIS los mapas pueden ser integrados y correlacionados fácilmente con múltiples datos. De hecho, mediante un campo común de referencia, cualquier información en una tabla puede visualizarse en un mapa instantáneamente, y cualquier problema representado en un mapa puede analizarse varias veces. Al contrario de lo que sucede con mapas tradicionales, los mapas en un GIS cambian dinámicamente en la medida que los datos alfanuméricos son actualizados. En la práctica, un GIS puede *mapear* cualquier información que esté almacenada en bases de datos o tablas que tengan un componente geográfico, lo cual posibilita visualizar patrones, relaciones y tendencias. Con

el GIS se tiene una perspectiva nueva y dinámica en el manejo de la información, con el fin de ayudar a tomar mejores decisiones.

Además se menciona que la información geográfica puede contener una referencia geográfica explícita, tal como latitud y longitud, coordenadas nacionales o una referencia implícita como una dirección, un código postal o un identificador de carretera. Un proceso llamado geocodificación es empleado para crear referencias geográficas explícitas a partir de referencias implícitas. La tecnología GIS integra operaciones de bases de datos comunes tales como búsquedas o análisis estadísticos apoyados por la ayuda y beneficios ofrecidos por el desplegado gráfico de dicha información (mapas).

De esta manera, dicho proceso permite la localización de características geográficas tales como un edificio particular, o eventos tales como la extensión de un terremoto, permitiendo así su posterior análisis.

3.5. SISTEMA DE LOCALIZACIÓN VEHICULAR

Actualmente es de gran importancia conocer la ubicación de vehículos de reparto, flotillas enteras e incluso vehículos particulares, ya que esto permite manejar aspectos de supervisión y control de las operaciones con eficiencia, pero sobre todo, cubrir la necesidad de seguridad para la empresa y las personas. Debido a la versatilidad de los sistemas de comunicación que pueden soportar un sistema de localización vehicular, el sistema puede adaptarse de acuerdo a la aplicación y las herramientas disponibles Trunking y telefonía celular. La cobertura de este sistema será tan amplia como la red de comunicaciones que la soporte.

3.5.1. Definición

Un Sistema de Localización Vehicular, es un sistema avanzado de comunicaciones para el monitoreo y rastreo remoto de vehículos. Su misión es transmitir los datos de localización que tiene el receptor GPS de varios vehículos, a través de un medio de comunicación existente, como radio convencional, radio troncalizado, telefonía celular o

radio satelital. Ya en la central de gestión, dicha información es desplegada en tiempo real en un mapa digitalizado de la ciudad o región de operación.

3.5.2. Arquitectura de un Sistema de Localización Vehicular

Un sistema de localización vehicular básicamente consta de tres subsistemas que se observan en la figura. 3.17, pero el tipo de servicios y opciones disponibles, dependen de la implementación propia de cada sistema, y la capacidad de los dispositivos utilizados en el mismo.

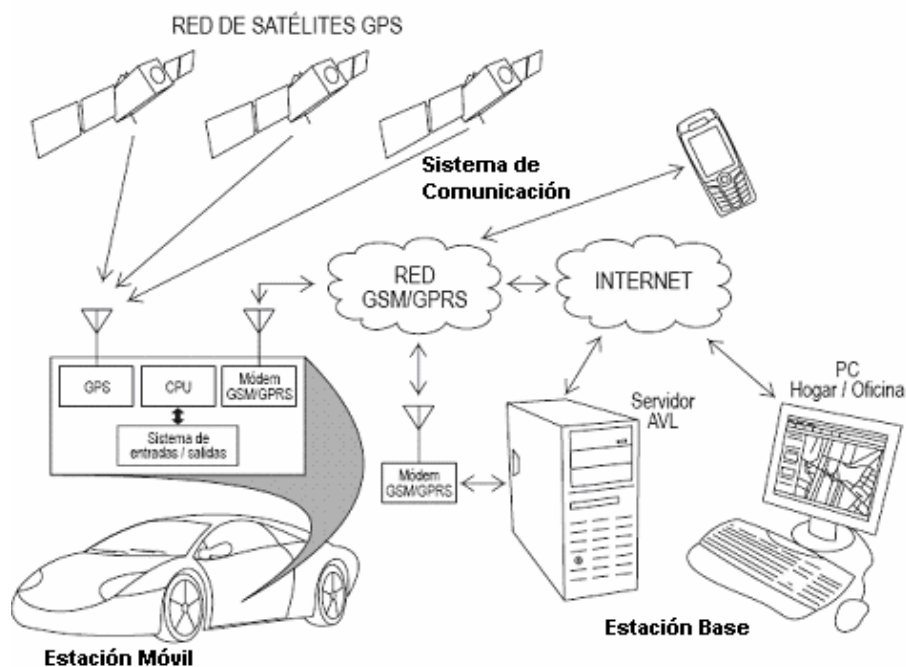


Figura. 3.17. Componentes de un Sistema de Localización Vehicular

Cada subsistema cumple una función específica y de su correcto funcionamiento depende el éxito en la comunicación entre el receptor GPS y la estación central. De forma sencilla se pueden definir las funciones y componentes de cada subsistema así:

a) Estación móvil

Es la encargada de recibir los datos de posición del móvil desde el receptor GPS y entregar esta posición al sistema de comunicaciones. Este subsistema lo conforman:

- Un receptor GPS (Global Positioning System)
- Un módem de velocidad variable para la conversión de señales digitales (información del GPS) a señales analógicas susceptibles a ser transmitidas por un medio radioeléctrico.
- Un Microprocesador que procesa el programa de control y diálogo de comunicaciones.

b) Sistema de comunicación

Encargado de transportar la información de la estación móvil hasta la central. Este subsistema puede ser seleccionado de entre varios medios de comunicación como pueden ser: Celular, Radio convencional, Radio Trunking.

c) Estación Central:

Encargado de encuestar las estaciones móviles, organizar y procesar la información entregada por las estaciones móviles. Lo conforman: el microcontrolador, el módem, computador/es y un Software de monitoreo que tiene las siguientes características:

- Capacidad de visualización en cada estación de trabajo de una región geográfica del territorio nacional o una ciudad, incluso a un nivel de detalle en el que se visualicen sus calles. Su costo depende del área geográfica solicitada y el nivel de detalle requerido.
- Capacidad de zoom múltiple
- Varios niveles de seguridad para la introducción y configuración de móviles en el sistema.
- Base de datos dinámica para la introducción de informaciones relativas a cada móvil y su misión dentro de la flota.

- Capacidad de presentación, para cada móvil de los siguientes datos: Posición en coordenadas geográfica, Diagnóstico de la medida GPS, Hora de reporte, Diagnóstico del sistema de comunicaciones.

3.5.3. Funcionamiento Sistema de Localización Vehicular

El sistema de localización vehicular tiene la finalidad de brindar servicios de control y monitoreo a distintos objetos (vehículos/personas), que tengan incorporado un GPS (módulo/circuito de localización satelital), haciendo uso de su sistema de GPS integrado, monitorea de manera permanentemente la ubicación del vehículo, la velocidad, dirección de desplazamiento, y reporta al servidor ubicado en la estación central todos los eventos ocurridos en este, de acuerdo a la configuración previamente dada a este, ante esta situación el subsistema de la estación móvil debe ser capaz de conectarse a redes públicas de transferencia de datos (Sistema celular, radio troncalizado, radio convencional). El servidor almacena toda la información recibida, para que pueda ser presentada y consultada por un usuario, ya sea a través de una aplicación web, o en una central de monitoreo donde se despliegan sus coordenadas en un mapa digitalizado y se interactúa con ellos de diferentes formas.

En definitiva un Sistema de Localización Vehicular proporciona beneficios como:

- Economizar dinero para lograr un mejor rendimiento de recorrido de flotas
- Enterarse al instante de cualquier inconveniente que pueda ocurrir en un vehículo.
- Estar informado permanentemente sobre la velocidad y dirección en la cual se desplaza el vehículo.
- Ahorrar tiempo para lograr un mejor desplazamiento de una flota de vehículos.
- Tener una mayor seguridad de la carga, el personal y unidad móvil.

CAPÍTULO 4

PROPUESTA TÉCNICA

4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Policía Nacional en el Distrito Metropolitano de Quito, cuenta con una Red Móvil Troncalizada SmartZone 4.1, que sirve como medio de comunicación entre los diferentes servicios policiales, que tiene la capacidad de transmisión solo de voz entre las radiopatrullas móviles y la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101, ubicado en la Unidad de Vigilancia Centro Occidente en la ciudad de Quito; sin embargo este Sistema de Comunicaciones Troncalizado presenta las siguientes limitaciones:

- Cobertura limitada, no disponiendo de comunicación en algunos sectores del Distrito Metropolitano de Quito, lo que dificulta los desplazamientos y apoyo del personal policial.
- No tiene la capacidad para ofrecer el servicio de transmisión de datos, lo que incide de manera directa en las operaciones policiales de control de seguridad ciudadana.

Los Servicios Policiales de Tránsito y Servicio Urbano fundamentalmente concentran sus esfuerzos al estudio y prevención de las situaciones de grave riesgo colectivo, un fenómeno impredecible que puede cambiar de un momento a otro, necesitándose por lo tanto de una comunicación oportuna que permita tomar las decisiones más acertadas y atender las emergencias en el menor tiempo posible, por lo que el Mando

Institucional ha decidido realizar una actualización tecnológica tendiente a optimizar los procesos en la atención de emergencias.

Con estas referencias, se plantea la necesidad de un Estudio Técnico de factibilidad para la implementación de un Sistema de Gestión Vehicular para 70 unidades operativas del Servicio Urbano y Servicio de Tránsito de la Policía Nacional, como un medio complementario al accionar policial, que pretenda subsanar estas limitaciones y brindar una comunicación ágil y segura, ejerciendo las tareas de comando y control en las operaciones y recursos, efectuando una coordinación directa y cercana con las unidades inmersas en la atención de una emergencia.

4.2. SOLUCIÓN INTEGRAL

Ante la necesidad de implementar nuevos servicios y aumentar las prestaciones de la red de comunicaciones policial existente en la actualidad en el entorno del Distrito Metropolitano de Quito, un Sistema de Gestión Vehicular es un proyecto vital porque mejorará e incrementará la capacidad operativa policial, ofrecerá ventajas tácticas gracias a las cuales se evite arriesgar vidas humanas del personal policial y se reduzcan los tiempos de atención de una emergencia, que es un factor de alto valor estratégico. Además constituirá un reto de adaptación de las capacidades tecnológicas actuales a las necesidades de seguridad ciudadana.

El Sistema de Gestión Vehicular propuesto fue concebido con el objetivo de proporcionar una herramienta útil que contribuya a la planeación, gestión y operación de los servicios policiales. Básicamente, consiste en un sistema integrado de comunicaciones y tratamiento de datos, de alta disponibilidad, mediante el cual se lleva a cabo la monitorización y control en tiempo real de las unidades policiales en servicio, permitiendo numerosas posibilidades de regulación del servicio de seguridad y proporcionando información exhaustiva y detallada de la atención de una emergencia.

Entre las actividades realizadas con este propósito destacan fundamentalmente dos, por un lado, la correspondiente al funcionamiento del sistema en sí, es decir, un sistema

con capacidad suficiente para permitir la comunicación móvil y el acceso a la red de transmisión de datos en forma inalámbrica, sobre la cual se transmitirá la información geo-referenciada correspondiente a las unidades móviles, mediante el levantamiento de su ubicación con el empleo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS); la segunda actividad fundamental consiste en estructurar la plataforma del Sistema de Información Geográfica (GIS), para el procesamiento posterior de los datos, las funciones, operaciones e interfaz gráfica del Sistema de Gestión Vehicular propuesto.

En resumen la solución propuesta coadyuvará en la toma efectiva de decisiones, con el manejo interrelacionado entre la información de la ubicación de los móviles y las bases de datos estadísticos disponibles en la Central, desde un ambiente gráfico de fácil manejo, con funciones diversas de consulta y despliegue visual, análisis espacial y representación cartográfica.

4.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN VEHICULAR

El Sistema de Gestión Vehicular permitirá el monitoreo y rastreo remoto de 70 vehículos policiales, en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.), mediante el empleo de receptores GPS ubicado en los móviles, cuya información de posición es enviada a través del Sistema GSM/GPRS a la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101 ubicada en el Regimiento Quito No. 1, en donde dicha información es gestionada y visualizada en un mapa digital geo-referenciado mediante un aplicativo basado en GIS, para lo cual contará con herramienta de seguimiento, administración y reportes, que posibiliten mejorar la eficiencia en la atención y respuesta del Sistema Integrado de Seguridad del Distrito Metropolitano de Quito, que permita la visualización de los recursos disponibles

Por la importancia de dicho sistema se deberá realizar las siguientes actividades:

- Monitorear en tiempo real de todos los móviles activados (70 del servicio urbano y servicio de tránsito).

- Visualizar en un mapa geo-referenciado con aplicación GIS la posición de las unidades móviles.
- Interactuar con todos los sistemas tecnológicos existentes en la CMAC

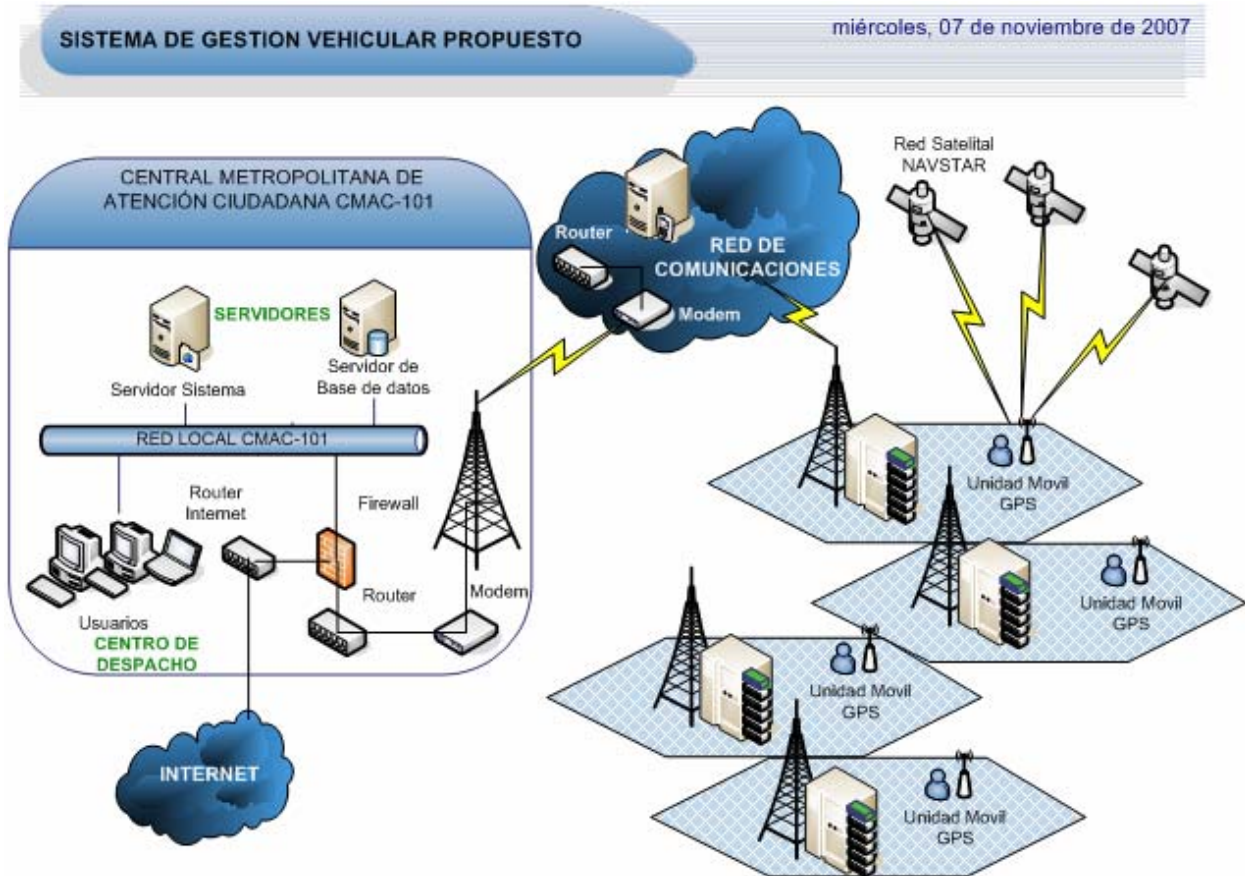


Figura. 4.1. Descripción del Sistema de Gestión Vehicular Requerido

4.3.1. Infraestructura Disponible

A continuación se detalla la infraestructura existente en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana.

a) Central telefónica

- PBX marca Nortel, modelo MERIDIAN 11C
- 2 troncales digitales E1
- 17 troncales analógicas
- Sistema de grabación de llamadas VERSADIAL

b) Red de datos

- LAN 10/100/1000 BASE T cat. 6
- 26 COMPAQ EVO, Pentium 4 2.4GHz, HDD 40GB, RAM 256MB, monitor 17’’
- 16 WORKSTATION, Pentium 4 2.8GHz, HDD 40GB, RAM 512MB, 2 salidas de video, TFT 17’’
- 4 switches CISCO CATALYST 3750-G, 24 puertos 10/100/1000, 4 puertos SPF
- 1 ODF de 24 puertos
- 72 puertos de datos, RJ45
- Rack de comunicaciones 60x90x210 cm

c) Salida a Internet

- Salida a Internet con 64Kbps de ancho de banda

d) Aplicativo para registro de Incidencias CAC101 (Software CAC101)

- Desarrollado en Visual Basic 6.0
- Base de datos SQL Server 2000

e) Servidor de base de datos

- HP Proliant Server
- Procesador Xeon 2.8GHz
- 2 HDD RAID 73.6GB, RAID 0 (espejo)
- RAM 1GB
- 2 NIC 10/100/1000

4.4. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIONES

Para el diseño del Sistema de Gestión Vehicular, se hace imprescindible contar con una red de comunicaciones de datos de acceso inalámbrico, fiable y que ante situaciones críticas garantice su buen funcionamiento y eficacia, de acuerdo con estas condiciones, después de efectuado los estudios pertinentes, se ha realizado una selección inicial de las tecnologías disponibles, las cuales serán sujetas a un breve análisis para determinar la tecnología más adecuada, las tecnologías son: Sistema GSM/GPRS de Conecel y Sistema de Radio Troncalizado SmartZone de la Policía Nacional, que tienen como principal cualidad ser estándares universales y que cumplen con algunos requerimientos exigidos hoy en día por los entornos de seguridad.

Existen diferentes factores a tomar en cuenta en la selección final del medio de comunicación más adecuado para esta aplicación, de entre las dos tecnologías mencionadas; sin embargo son tres grandes variables que definen la tecnología a emplear:

a. Servicios Disponibles en la Red:

El Sistema Troncalizado SmartZone 4.1 de la Policía Nacional, actualmente en operación soporta únicamente el servicio de voz, no disponiendo del servicio de datos móviles; sin embargo, existen tres opciones para disponer de este servicio¹:

- Voz y Datos Compartidos: en esta tecnología la voz y los datos son compartidos, para ello se utilizan diferentes infraestructuras pero el mismo radio. Usado para una baja densidad de tráfico de datos
- Voz y Datos Integrados: Utilizando la misma plataforma y los terminales móviles, todos los dispositivos móviles e infraestructura troncalizada pueden modificarse para soportar comunicaciones de datos.

¹ Ver Proyecto de Grado Karla Rosero 2006

- Datos Dedicados: Utilizado para disponer de una red de datos de alta capacidad independiente al servicio de voz, con una plataforma, infraestructura y equipos terminales diferentes utilizado para aplicaciones dedicadas.

En cualquiera de las tres opciones anteriormente mencionadas, para disponer del servicio de datos móviles sobre la infraestructura tecnológica actual del Sistema Troncalizado de la Policía Nacional, se requiere de una gran inversión (2.200.000 USD) correspondientes a los siguientes componentes principales:

- Computadora Central
- Software de Aplicación y Gestión MDC Premier de Motorola.
- Para la capacidad de IP, se debe agregar un Wireless Network Gateway (WINGs)
- Unidad de Interfaz Digital (DIU), con sus accesorios.
- Instalación de puertos Flashport y un Upgrade como requerimiento: panel de Com II para DIUs
- Controlador de Red RNC3000 (Conectividad de red y RF), routers y switches de comunicaciones.
- Software y versiones de hardware para cada elemento del Sistema.
- Equipos de Estación de Base de Datos (Repetidores Quantar con capacidad de manejo de datos)
- Equipos terminales con capacidad dual voz y datos XTS 2250, XTL1500 y PC MW800.
- Software de programación de terminales de datos.

En cambio el Sistema GSM/GPRS, a diferencia de la red troncalizada SmartZone 4.1, es una red de datos ya disponible que sólo demanda realizar inversiones de bajo costo relacionadas con el uso de la red y de los dispositivos terminales de localización y transmisión de datos (MODEM GSM/GPRS)

- b. **Nivel de Cobertura:** Área geográfica por donde se desplazarán las unidades monitoreadas (Distrito Metropolitano de Quito).

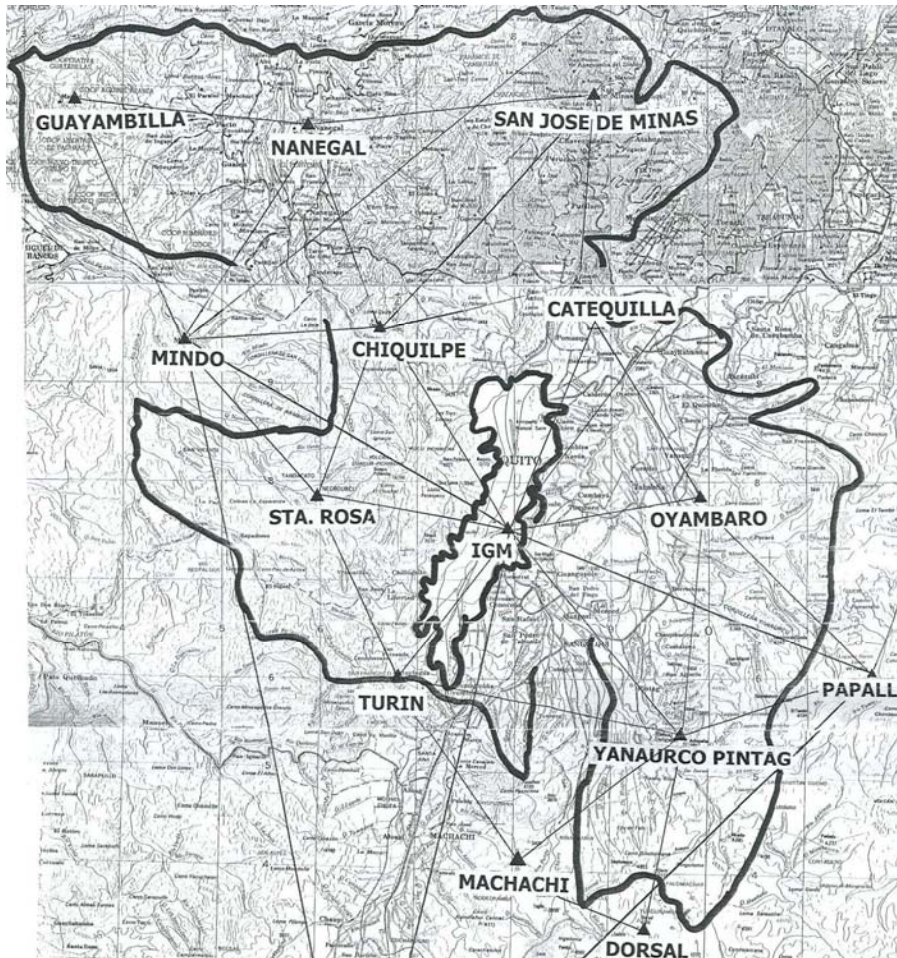


Figura. 4.2. Cobertura Requerida por el Sistema de Gestión Vehicular propuesto

Dado que el Sistema de Radio Troncalizado SmartZone de la Policía Nacional no dispone de una cobertura total en el Distrito Metropolitano de Quito y para hacerlo se requiere incorporar a más de las dos estaciones repetidoras existentes, de por lo menos tres sitios de repetición adicionales con capacidad de datos, lo cual se traduce en realizar otra gran inversión, entonces es preferible invertir en equipos para la tecnología celular de datos, por lo que la mejor opción es un sistema Celular GSM/GPRS, que ofrecen las operadoras de telefonía móvil.

- c. **Factor de Utilización:** Porcentaje de utilización de red de datos, en función de:

- Propósito de uso (Seguridad, Despacho, Confirmación, Ruta, etc.)

La red GSM/GPRS, según disponibilidad de la red presenta condiciones de operación normal en el acceso a los servicios, con unos parámetros bastante adecuados, sin embargo no está diseñado para situaciones excepcionales de emergencia, no garantizando en estas situaciones una gran disponibilidad de la red.

- La frecuencia de actualización de las posiciones de cada vehículo

El sistema más eficiente según la velocidad de transmisión de datos inalámbricos es el Sistema GSM/GPRS debido a que una vez establecida la sesión y definido el contexto de comunicación entre las dos partes, se puede considerar como si la conexión estuviera siempre disponible permitiendo así que el envío de datos sea instantáneo.

- El número de unidades.

Para aplicaciones de rastreo vehicular con un número considerable de unidades, la tecnología celular ofrece mejores velocidades de conexión, frente al Sistema Troncalizado, permitiendo transmitir la información de manera más clara, precisa y confidencial los datos.

Resumen de las características de las tecnologías con capacidad de datos

Tabla. 4.1. Resumen tecnologías de Comunicación Trunking y GSM/GPRS

Característica	Radio Troncalizado SmartZone de la Policía Nacional	Red Celular GSM/GPRS de Concel
Servicio	Solo Voz Requiere de gran inversión para que la infraestructura tecnológica existente aumente su disponibilidad en el servicio de Datos APCO25	Voz y datos Sobre la misma red

Cobertura	Limitada en el D.M.Q. Se requiere de una gran inversión para incrementar mas sitios de repetición, y de esta manera cubrir las necesidades específicas de cobertura requeridas por el Sistema planteado	Excelente en el D.M.Q. La red de datos GPRS dispone de una cobertura igual a la actual de voz, poco a poco se irán sumando más proveedores de ésta tecnología, lo que derivará en reducción de costos por la competencia del mercado de datos.
Calidad de la Señal	Señal clara y con algoritmos de corrección de errores.	Señal clara y con algoritmos de corrección de errores.
Seguridad	Datos encriptados	Datos encriptados
Control	Centralizado En una Estación de Control y monitoreo.	Permite monitoreo múltiple. Desde cualquier parte del mundo a través de Internet. Desde una central a través de un enlace de última milla
Número de Unidades Monitoreadas	Bajo número de unidades	Alto número de usuarios
Frecuencia de Actualización de Posiciones	En función del número de vehículos, típicamente cada 5 minutos.	Cada segundo o menos. En función del gasto que se desee asignar por el consumo de datos
Interoperabilidad de terminales	Terminales de radio solo de la línea de Motorola	Terminales de diferentes proveedores
Tasa de transferencia	APCO25 max. 9,6 Kbps,	Mayor velocidad, llegando a: 172,2 Kbps (teórica)
Tipo de Conexión	Punto a Punto (Un vehículo a la vez, por frecuencia)	Punto-Multipunto (Conexiones simultáneas con todos los vehículos)
Protocolos	APCO 25 de Motorola	IP, X.25 Estándar mundial en comunicaciones de redes de datos.
Duración de la Conexión	Mientras dura el PTT	Con GPRS es permanente.

Finalmente luego del análisis realizado, considerando la situación real del sistema troncalizado existente, el tráfico de datos por el volumen de usuarios, objetivos reales institucionales y finalmente el costo posible de implementación, señalan como tecnología mas calificada por su rendimiento y viabilidad al Sistema Celular GSM/GPRS. Por dicho motivo se propone al servicio GSM/GPRS que ofrece CONECEL, como el estándar de comunicación sobre el cual operará el sistema planteado.

4.5. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El Sistema de Gestión Vehicular, propuesto permite la integración de múltiples tecnologías proporcionando el monitoreo de las unidades móviles de la Policía Nacional en servicio (patrulleros) en tiempo real, proporcionando información básica de las unidades, a través del sistema de comunicación inalámbrica GSM/GPRS, que permite transmitir la posición del vehículo desde un receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global) ubicado en el vehículo hasta la Estación Central ubicado en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101; en la Estación Central se debe implementar el manejo de las señales de posicionamiento global individualmente para cada usuario, razón por la cual todos los vehículos deben disponer de un receptor GPS, para la administrar propia de su posición en Coordenadas Longitudinales, UTM (*Universal Transverse Mercator*, Sistema Mercantil Transversal Universal), esta información de posición se obtiene en términos de latitud y longitud y con muestras periódicas de la posición del vehículo se logra graficar la ruta del mismo.

En la figura. 4.3. se muestra el Diagrama de bloques del Sistema requerido. Este sistema utilizará todas las características de un Sistema AVL (Automatic Vehicle Location).

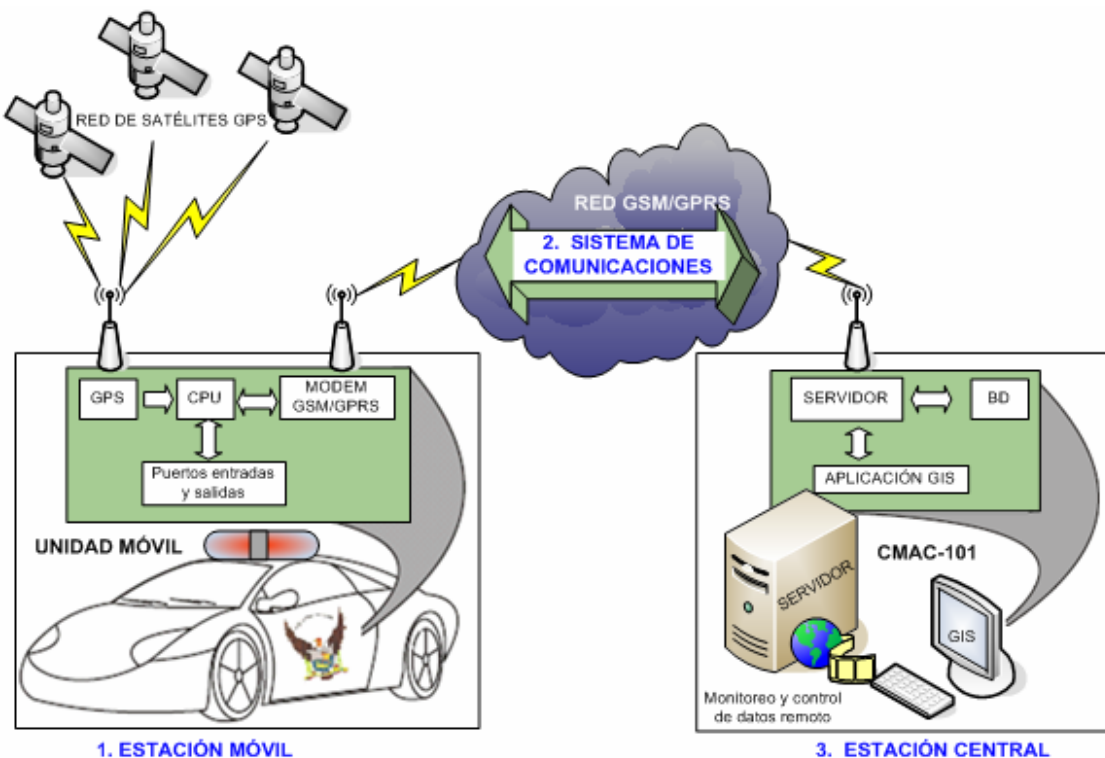


Figura. 4.3. Diagrama de bloques del Sistemas de Gestión Vehicular requerido

Como se observa en la figura. 4.3. El Sistema de Gestión Vehicular lo conforman tres Subsistemas:

- Estación Móvil
- Sistema de Comunicaciones
- Estación Central.

Cada subsistema cumple una función específica y de su correcto funcionamiento depende el éxito en la comunicación entre el receptor GPS y la Estación Central.

4.5.1 Estación Móvil

Este subsistema es el encargado de recibir los datos de posición del móvil desde el receptor GPS y entregar esta posición al sistema de comunicaciones, para lo cual comprende de tres componentes:

- Módulo de Localización
- Módulo de Adquisición de Datos
- Modem GSM/GPRS.

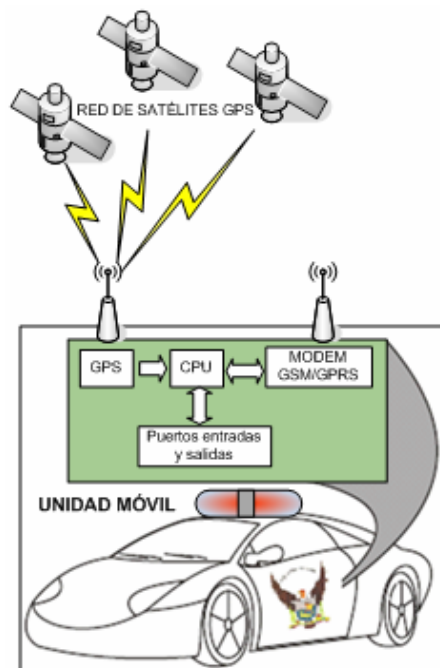


Figura. 4.4. Componentes de la Estación Móvil.

a) Módulo de Localización.

Para efectos de ubicación de las unidades móviles, se requiere que cada vehículo a ser controlado tenga incorporado un receptor GPS, que permita el monitoreo permanente de la ubicación del vehículo, al sintonizarse automáticamente con todos los satélites que tiene a su alcance, eligiendo los que estén en mejor posición geométrica para calcular la posición (con un mínimo de cuatro satélites), la velocidad, dirección de desplazamiento, y reportando esta información al servidor de la Estación Central, todo los eventos ocurridos en este, de acuerdo a la configuración previamente dada a este y responder a todos los comandos que se envían desde la Estación Central.

El receptor GPS utilizará el sistema de navegación satelital GPS para calcular y administrar su propia posición en Coordenadas Longitudinales, UTM (Universal Transverse Mercator, Sistema Mercantil Transversal Universal), para esto se vale del protocolo estándar NMEA (Nacional Marine Electronics Association), el cual define la interfaz eléctrica y un protocolo de datos, el mismo que consiste en un conjunto de sentencias que muestran información de posición para ser transmitido en forma serial. Así tenemos un ejemplo de una trama NMEA estándar:

Bytes	5	1	10	1	1	1	11	1	12	1	4	1	6	1	6	1	1	1	3
Datos	\$ GRMC	Separador	Hora UTC	Separador	V/A	Separador	Latitud	Separador	Longitud	Separador	velocidad	separador	curso	separador	fecha	separador	separador	separador	Checksum

\$GRMC,225446,A,4916.45,N,12311.12,W,000.5,054.7,191194, ,*68

\$	Caracter que define el inicio de la trama Estándar NMEA
GRMC	Recomendaciones mínimas específicas de datos GPS
225446	Tiempo de estimación 22:54:46 UTC
A	Alerta del receptor de navegación, A=OK, V= alerta
4916.45, N	Latitud 49°, 16.45 min. Norte
12311.12,W	Longitud 123°, 11.22 min. Oeste
000.5	Velocidad sobre la tierra en nudos

054.7	Curso
191199	Fecha de la estimación, 19 de Noviembre, 1999
68	Checksum de verificación de la trama.

b) Módulo de Adquisición de Datos

Este módulo esta compuesto por un microprocesador y memoria para alojar y procesar el programa de control y diálogo de comunicaciones. Este bloque es el “corazón” del subsistema, actúa como centro de control local, pues es el encargado de controlar las transmisiones y recepciones de comandos de configuración del receptor GPS y MODEM GSM/GPRS, gestiona todo el proceso de adquisición los datos del GPS, almacenamiento y envío de posiciones, estableciendo una comunicación vía GSM/GPRS, y entre otras funciones la de ser de interfaz para la administración de señales.

c) Modem GSM/GPRS

Para efectos de comunicación Vehículo- Estación Central, se requerirá de un módem celular con características GSM/GPRS, que opere en la banda de frecuencias de la operadora de telefonía móvil que brinde este servicio en el Ecuador, para nuestro caso CONECEL, 850 Mhz. El módem será el encargado de la comunicación bidireccional entre el vehículo y servidor ubicado en la Estación Central (Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101), cada un cierto tiempo predeterminado, en donde será procesada y almacenada para su posterior consulta por los administradores del Sistema.

d) Selección de la Estación Móvil

Para el desarrollo de estas tareas importantes, se ha analizado y seleccionado de entre varios productos existentes en el mercado, como solución mas adecuada para el caso de estudio del presente proyecto la UNIDAD DE LOCALIZACIÓN MÓVIL SKYPATROL TT8540 EVOLUTION GSM/GPRS MLU. Esta unidad se basa en un dispositivo inteligente que incorpora en un gabinete ligero y compacto, un receptor GPS (localización) y un MODEM GSM/GPRS (comunicación) y que dispone de un procesador (CPU, Unidad de Proceso Central), que gestiona todo el proceso de adquisición los datos

del GPS, almacenamiento y envío de posiciones, estableciendo una comunicación vía GSM/GPRS entre el vehículo y la Estación Central. Además cuenta con entradas y salidas digitales para funciones diversas. Adicionalmente, el equipo tiene un puerto serial externo con el estándar RS232, por medio del cual puede intercambiar información con dispositivos externos o con una computadora. Las especificaciones técnicas de esta Unidad de Localización Móvil se detalla en el (**Anexo A**).



Figura. 4.5. Unidad de Localización Móvil Skypatrol TT8540 Evolution GSM/GPRS MLU

4.5.2. Sistema de Comunicaciones

La plataforma tecnológica de comunicación utilizada para la transferencia de datos del presente proyecto y definido en el numeral 4.4 de este Capítulo, corresponde a la infraestructura disponible del Sistema GSM/GPRS de CONECEL, por lo tanto es el responsable de proporcionar cobertura a través del Distrito Metropolitano de Quito, su función es transportar los datos de las unidades móviles hacia el servidor del Sistema de Gestión Vehicular, ubicado en la Central de Atención Ciudadana CMAC-101 y viceversa; para lo cual se establecen enlaces de radio usando un protocolo de comunicaciones cuidadosamente definido, llamado la interfaz de radio. La interfaz de radio (Abis) debe asegurar una gran fiabilidad en el canal para asegurar que los datos se envían y se reciben correctamente entre el móvil y la red GSM/GPRS, y es por ello por lo que se realizan una codificación de la voz (de la fuente) y una codificación del canal. En la Estación Central, los datos de señalización y sincronización se descartan, y el resto de información de voz (o datos).

Este subsistema lo conforman:

- SIM CARD
- Red GSM/GRPS

a) SIM Card

La estación móvil consiste en el equipo móvil (terminal) ya especificado como: UNIDAD DE LOCALIZACIÓN MÓVIL SKYPATROL TT8540 EVOLUTION GSM/GPRS MLU, que como equipo proporciona la plataforma física para el acceso, pero es "anónima" y no puede funcionar con la red hasta que se le personaliza mediante la inserción de una "tarjeta inteligente" (*smart card*), denominada Módulo de Identificación del Abonado (*Suscriber Identity Module* ó SIM), donde figura, entre muchas informaciones, la identidad del suscriptor IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) dentro de la red.

Además GSM, al considerar por separado al usuario (IMSI) y a los terminales (IMEI, *Internacional Mobile Equipment Identity*), aumenta la movilidad personal, pues la SIM puede insertarse en cualquier terminal homologado y acceder con ello a los servicios a los que estaba suscrito, gracias a que el equipo queda registrado unívocamente mediante su IMEI. La SIM además contiene los algoritmos de cifrado, datos de configuración de la red (celda de localización, frecuencias de la estación base, etc) y almacena mensajes cortos provenientes de la red.

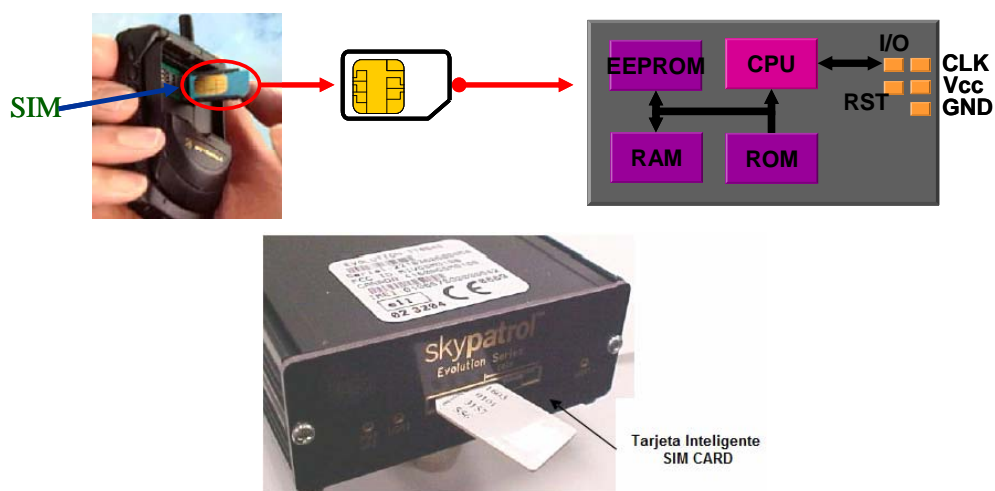
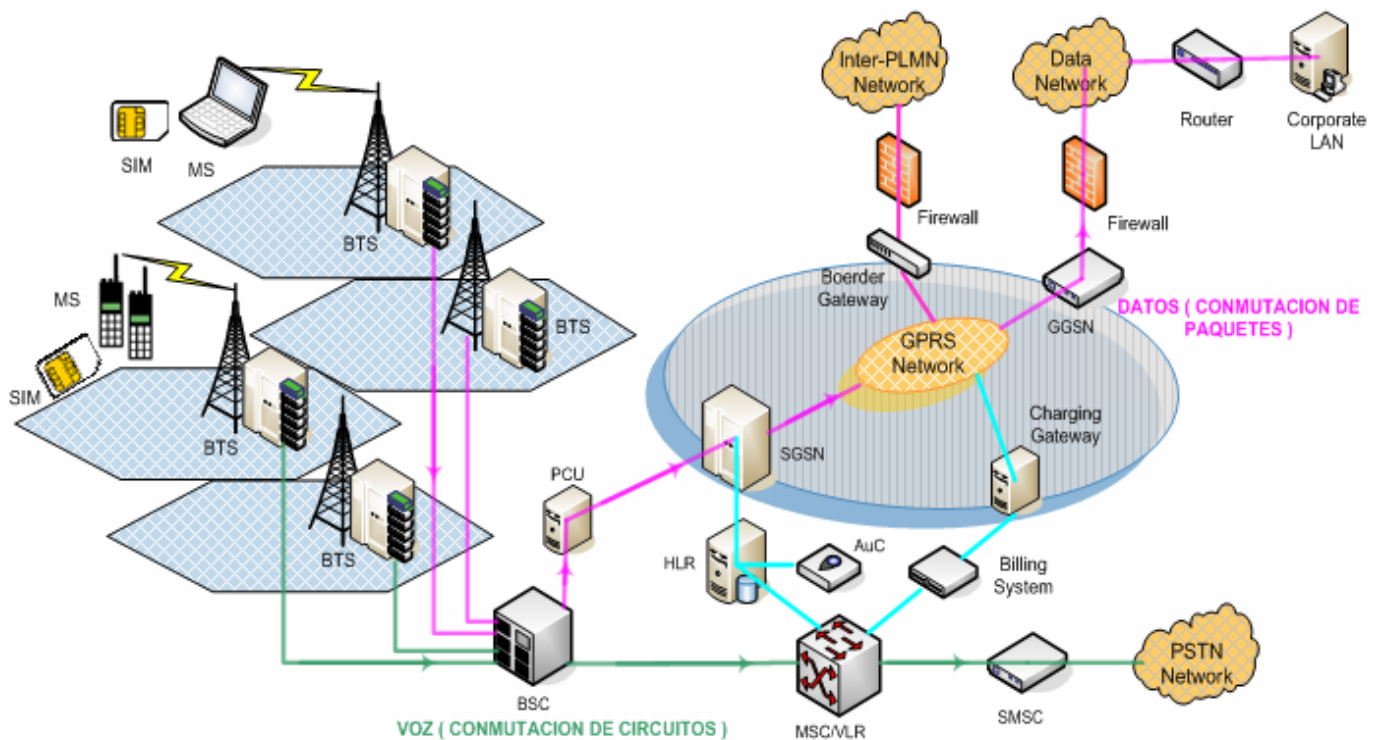


Figura. 4.6. Tarjeta inteligente SIM CARD (Suscriber Identity Mobile)

Por tanto es necesario que cada MODEM GSM/GPRS, tenga asignada una SIM que será proporcionada por parte de CONECEL una vez suscrito al servicio de datos, es asignado un APN (Access Point Name, Nombre de punto de acceso), que es la información utilizada por la red GPRS para alcanzar el servidor de aplicaciones al que los móviles necesitan conectarse, en este caso la Estación Central del Sistema de Gestión Vehicular, ubicado en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101. Siendo de esta manera el módem GSM/GPRS abre la comunicación hacia una dirección IP configurada en él, de modo que después de ello queda establecida la comunicación. Se requiere entonces que la IP del servidor del Sistema de Gestión Vehicular sea fija, ya que de lo contrario tendríamos que reconfigurar el módem en cada conexión, lo que es imposible.

b) Red GSM/GPRS

Correspondiente a la infraestructura tecnológica disponible y actualmente en operación de CONECEL (conformada por el Subsistema de Estación base y Subsistema de Red), plataforma que proporciona la comunicación inalámbrica dentro del Distrito Metropolitano de Quito. CONECEL emplea una red integrada de estaciones base para proporcionar la suficiente cobertura de radio a todos los usuarios móviles. Las estaciones base, a su vez, deben estar conectadas a un eje central llamado Centro de Conmutación Móvil (MSC). El MSC proporciona conectividad entre todos los abonados móviles de un sistema, GPRS utiliza la tecnología de conmutación por paquetes, en la que la información se transmite en pequeñas ráfagas de datos a través de una red basada en IP, proporciona un rápido establecimiento de sesión y rapidez en la transmisión de datos.



SIM : Subscriber Identity Module	VLR : Visitor Location Register	PCU : Packed Controller Unit
MS : Mobile Station	HLR : Home Location Register	SGSN : Serving GPRS Support Node
BTS : Base Transceiver Station	AuC : Authentication Center	GGSN : Gateway GPRS Support Node
BSC : Base Station Controller	EIR : Equipment Identity Register	
MSC : Mobile Switching Center	SMSC : Serving Mobile Switching Center	

Figura. 4.7. Sistema de Comunicaciones GSM/GPRS

c) Gestión de Sesión sobre GPRS

La Gestión de la Sesión GPRS conlleva una serie de pasos para que la Estación Móvil alcance a la Estación Central, lo primero que se hace es definir un contexto PDP (*Packet Data Protocol*) antes de iniciar una comunicación con una red externa de datos. Un contexto PDP define las características de la conexión (Tipo de contexto, APN (*Access Point Name*), perfil de servicio (QoS), prioridad radio, etc.). El primer parámetro del contexto PDP es el APN. El APN especifica cual es el punto de acceso de la red externa.

Una vez definido el contexto PDP se realiza el enganche o attach con la red GPRS de la CONECEL, técnicamente se trata de una conexión con el nodo SGSN (*Serving GPRS Support Node*) que conforma la red GPRS, que es el responsable de la entrega de paquetes al terminal móvil en su área de servicio.

Finalmente el último paso es la activación del contexto definido previamente, en este paso se crea una tabla de routing en el nodo GGSN (actúa como un interfaz lógico hacia las redes de paquetes de datos externas) para los paquetes originados y terminados en el móvil y ya se pueden intercambiar tramas en formato IP. Cuando se han realizado estos pasos, se activa la interfaz de sockets Cliente/Servidor, que mas adelante se explica.

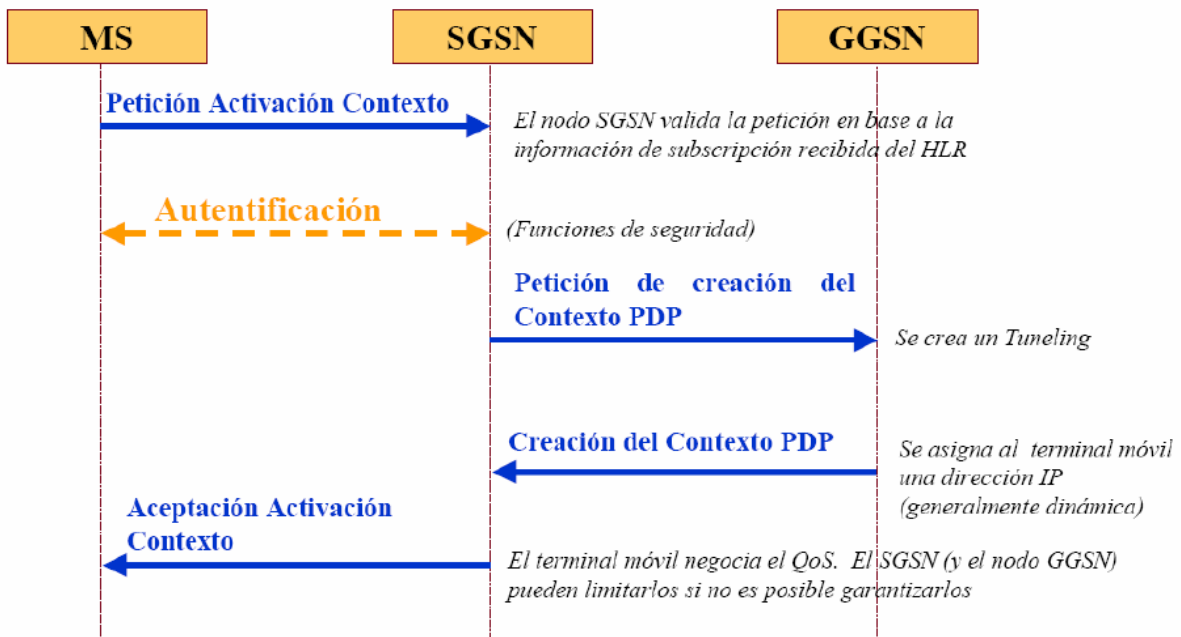


Figura. 4.8. Activación de un contexto PDP sobre GPRS

Entre dos GSN's el GTP (GPRS Tunnel Protocol) es el que permite tener privacidad en las comunicaciones de redes públicas, estableciendo los llamados túneles que encriptan la información.

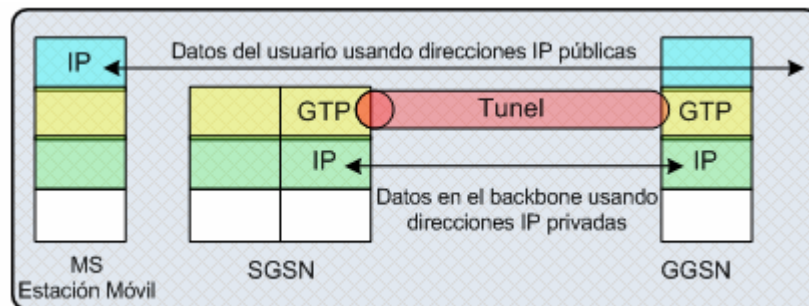


Figura 4.9. Protocolo GTP entre los dos nodos GSN's

El tunneling en la red GPRS se basa:

- El encapsulado de los datos con introducción de cabeceras de direcciones de destino y origen.
- Actualización de tablas de enrutamiento existentes en el SGSN y GGSN.
- Asignación de una dirección IP al móvil.

Los paquetes de datos de los usuarios son transportados sobre la red GPRS en “containers”, El GGSN introduce el paquete IP en un contenedor y lo envía al SGSN respectivo y viceversa, este proceso es totalmente transparente para el usuario.

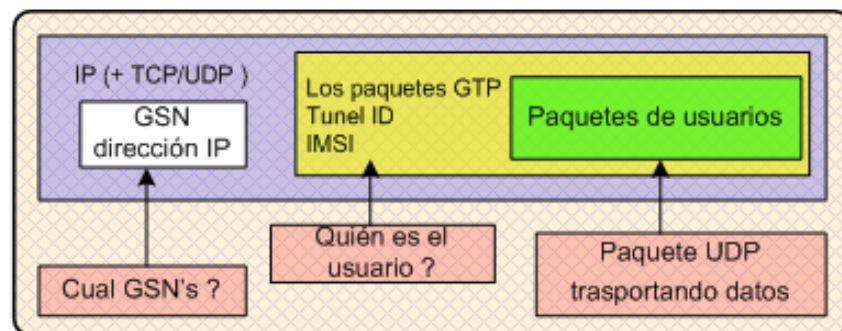


Figura. 4.10. Paquetes de datos transportados en Containers o paquetes GTP sobre GPRS

4.5.3. Estación Central

La Estación Central, estará situada en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101 (Regimiento Quito) con conectividad a la red celular y su función es fundamentalmente la de adquirir, almacenar y presentar en un mapa geo-referenciado en tiempo real, toda la información producida por cada una de las estaciones móviles.

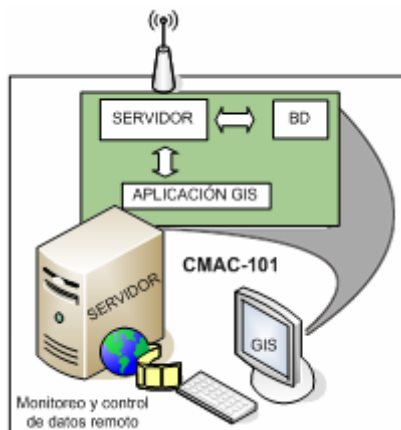


Figura. 4.11. Componentes de la Estación Central.

La Estación Central comprende los siguientes componentes:

- Servidor del Sistema
- Base de datos
- Aplicación GIS

a) Servidor del Sistema de Gestión Vehicular

El servidor de la Estación Central, formará parte de la red local de la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101, compartiendo e interactuando con los recursos de la misma, y esta basado en un ordenador capaz de procesar la información que envía el móvil en tiempo real, para lo cual estará dotado con una interfaz tal desarrollada en Visual Basic 6.0, que le permita la comunicación con sus móviles asociados, dedicándose a solicitar y receptor los reportes de localización a través de tramas de datos de una longitud de decenas de bytes (150 bytes), información que será procesada e ingresarla en la Base de Datos, para luego a través de una aplicación GIS ser visualizada y gestionada por los usuarios (Gestión de Despacho) en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101.

Cabe indicar que para el monitoreo en tiempo real de las unidades móviles policiales en servicio, éstas serán configuradas previamente para que de forma automática actualicen y transmitan su posición a la Estación Central cada 5 minutos.

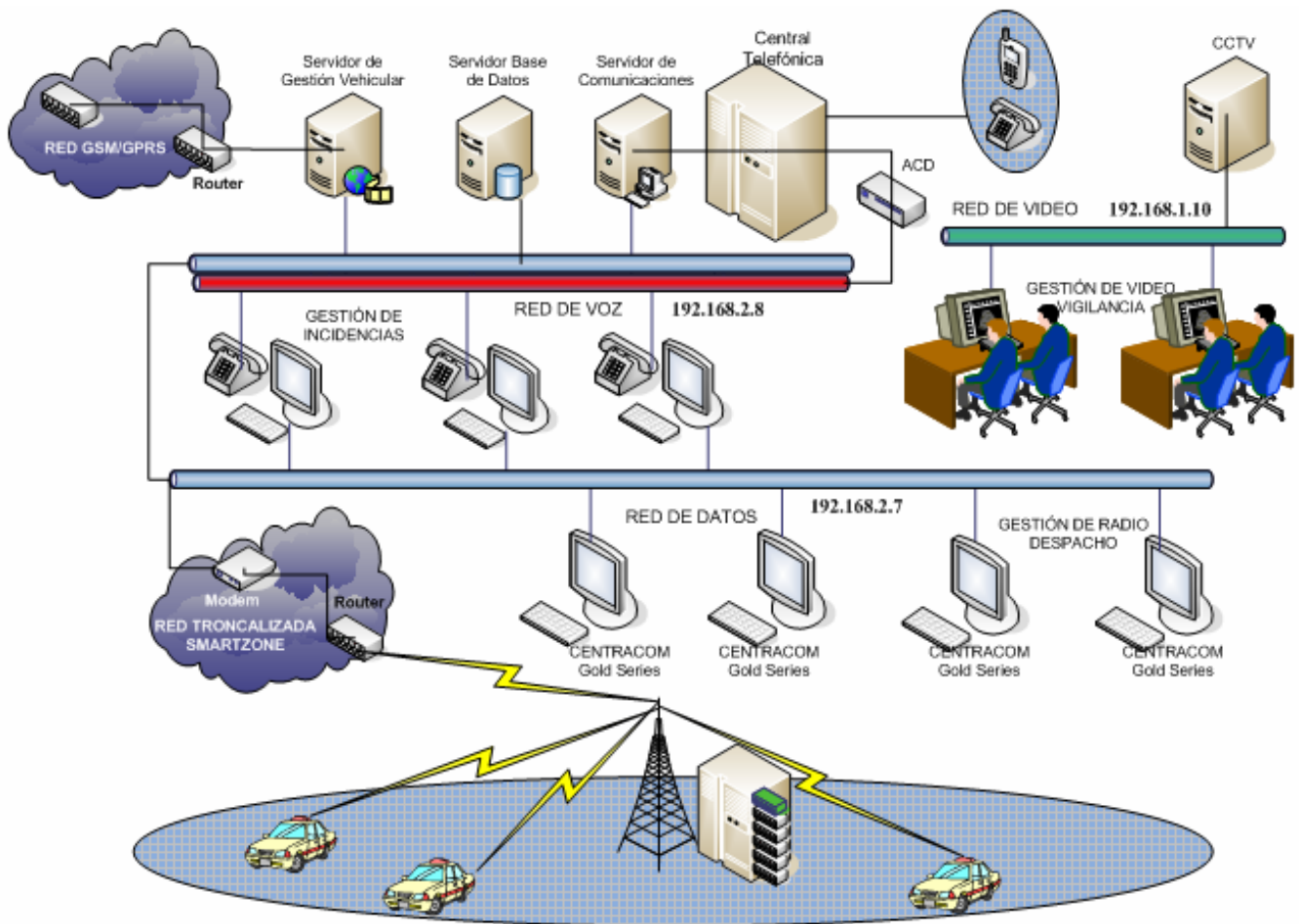


Figura. 4.12. Esquema Funcional de la Estación Central del Sistema de Gestión Vehicular.

b) Interfaz de Sesión

Para la presente aplicación, la comunicación entre la estación móvil y la estación servidora será a través de la comunicación de *sockets*, la cual se hace mediante un protocolo de transporte de la familia TCP/IP, y la elección del protocolo a utilizar depende de las necesidades de la presente aplicación desarrollada.

En general los dos protocolos de la familia TCP/IP más utilizados son TCP (*Transmission Control Protocol*) y UDP (*User Datagram Protocol*), el primero es orientado a conexión y confiable, mientras que el segundo no lo es, pero ofrece otras ventajas como rapidez y facilidad de recibir datos (datagramas) de varios anfitriones remotos usando un solo socket. Desde luego, la responsabilidad de identificar a quién envía es de la aplicación.

Para nuestra aplicación por ser de tipo ***no orientado a la conexión*** usaremos UDP (paquetes = datagramas), por trabajar sobre una red IP (Internet / Ethernet), pues las cadenas a enviar son pequeñas y no es necesario guardar conexiones (no hay password ni nombre), además de su simplicidad y agilidad. Al usar UDP no existe propiamente una conexión. En este caso la conexión no se cierra pues se deberá continuar esperando para escuchar a otras peticiones.

Por tanto la comunicación entre la estación móvil y la estación servidora, cuya aplicación en red sigue el modelo Cliente/Servidor no orientado a la conexión, en donde se tiene por una parte una aplicación servidora que atiende y resuelve las solicitudes de los clientes bajo la interfaz de ***Sockets de Datagrama***, siendo de esta manera las unidades móviles serán clientes y la Estación Central el servidor; un socket puede definirse como el mecanismo de comunicación básica que encapsula la información necesaria para establecer una comunicación entre dos procesos, o un socket no es más que la forma en que una aplicación se identifica con el protocolo de transporte (y viceversa), es decir con un “socket”, es posible identificar a una aplicación dentro de toda la red además de un número denominado puerto (cuyo tamaño es de 16 Bytes). El puerto identifica en forma unívoca a la aplicación, vale decir que dentro de un computador, no pueden existir más de una aplicación con el mismo número de puerto. La figura 4.13, muestra algunas aplicaciones típicas, con los números de puertos que utiliza y el correspondiente protocolo de transporte.

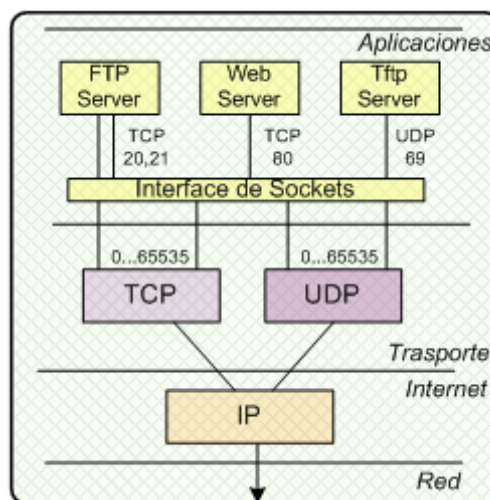


Figura. 4.13. Número de puertos en aplicaciones servidoras

Para nuestro caso, dicha aplicación requerirá el uso de un puerto cuyo valor será mayor a 1720, dado que valores menores están reservados o estandarizados para rutinas del sistema operativo o programas estándares TCP/IP. En UDP no se definen sockets tipo servidor ni cliente, sino que se usa el mismo tipo de socket tanto para procesos clientes como servidores.

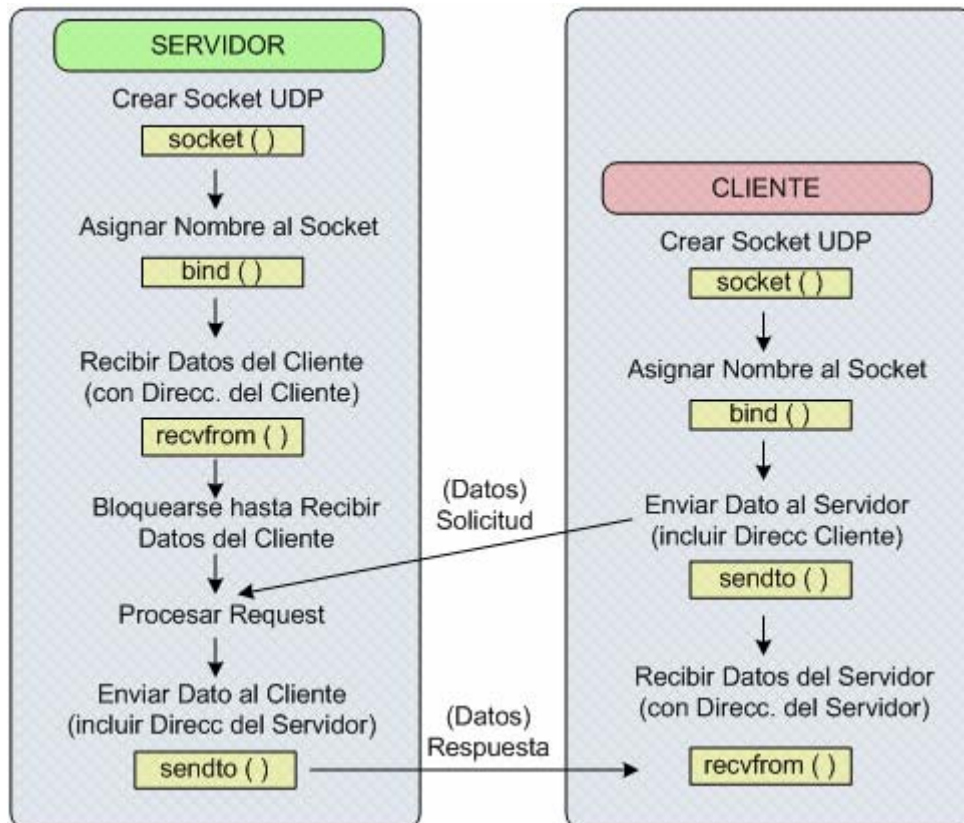


Figura. 4.14. Comunicación Cliente-Servidor Socket con UDP

La secuencia de eventos entre una aplicación cliente/servidor no orientada a conexión, se muestra en la figura 4.14, en la cual se observa que el Cliente y el Servidor tiene algunos elementos en común, como por ejemplo, la creación de sockets. Sin embargo, tanto el servidor como el cliente, asocian a dicho socket con una dirección y puerto (a través de bind()).

Se observa que el cliente no establece una conexión con el servidor. En su lugar, tanto el servidor como el cliente reciben y envían datagramas desde y hacia direcciones IP y puertos específicos (`recvfrom()` y `sendto()`), este proceso de configuración se lo realiza en el Servidor del Sistema y modem GSM/GPRS (Cliente), este último se lo establece por una serie de comandos de control AT. Cabe indicar que la dirección IP y puerto del servidor será conocida por los móviles, ya que se encuentra registrada en la tarjeta SIM. Es importante mencionar que el grupo de direcciones IP asignadas en las tarjetas pertenece a una red privada que ha sido creada y destinada por el operador celular al presente Sistema de Gestión vehicular con un APN (*Access Point Network*, Punto de acceso a la red) determinado.

c) Base de Datos

La base de datos que dará soporte a la aplicación del Sistema de Gestión Vehicular corresponde a la existente en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana, SQL Server 2000, la cual permitirá interactuar con el Sistema de Gestión de Incidentes CAC-101, complementando así informaciones relativas a cada móvil y su misión, entre otras.

La base de datos disponible dentro de sus muchas ventajas tiene la capacidad de gestionar información cartográfica, que es requerimiento para nuestra aplicación; sin embargo es necesario que se establezcan los campos correspondientes a la captura de la posición y algunos datos adicionales como hora de captura de datos, hora local, fecha.

A continuación en la figura 4.15. se muestra el diagrama de la base de datos con la que se debe realizar la interfaz entre el sistema CAC 101 y el Sistema de Gestión Vehicular.

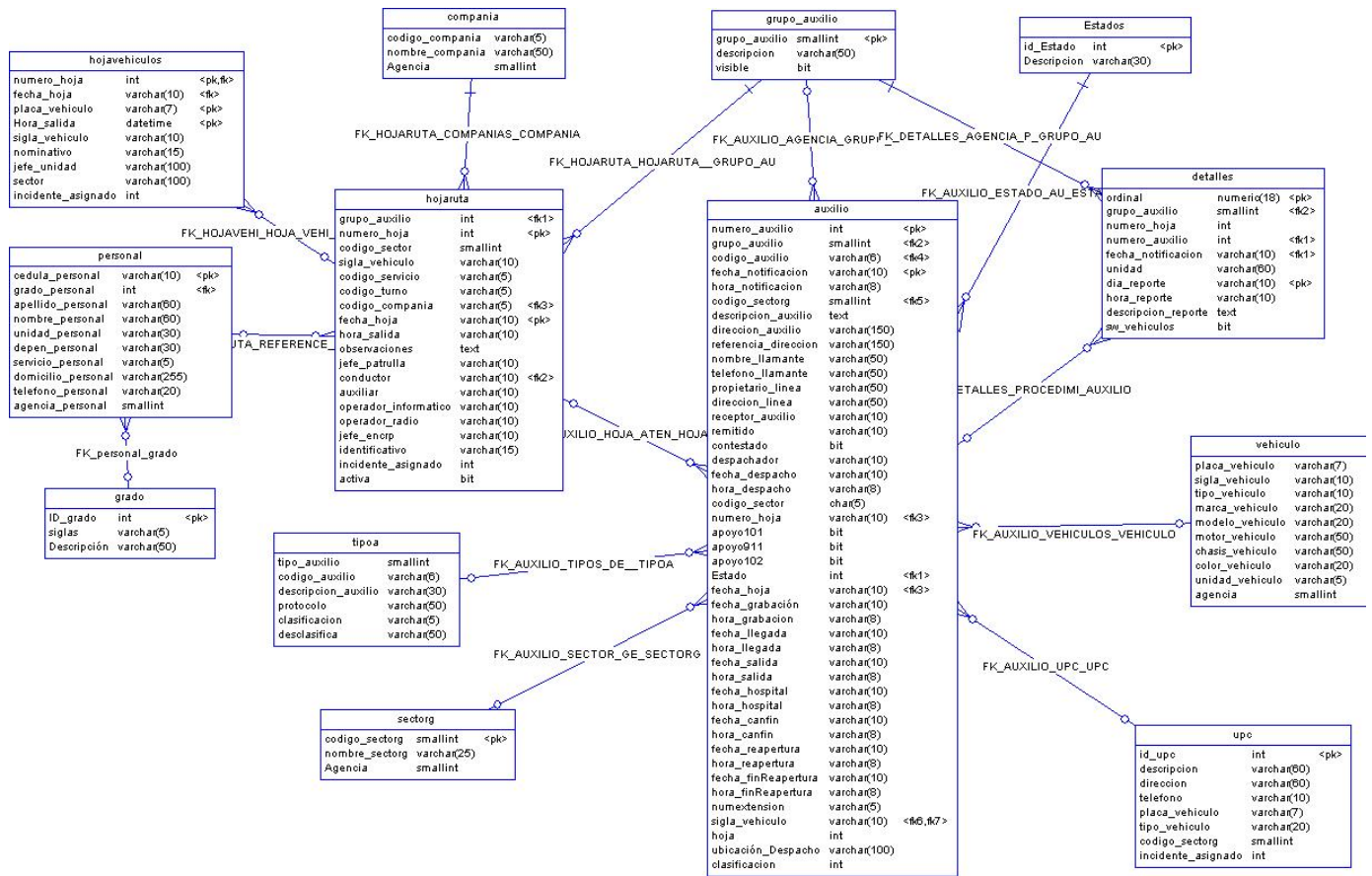


Figura. 4.15. Diagrama físico y conceptual de la base de datos del sistema CAC 101

d) Aplicación GIS

En cuanto a su concepción y estructura operacional, la Estación Central estará conformada por una herramienta computacional, diseñada y programada con base a un paquete comercial GIS, cuyas características deberán permitir interactuar con una base de datos SQL Server 2000 y que además permita realizar desarrollos especializados utilizando el lenguaje de programación Visual Basic 6.0, plataforma con la que está diseñada el Sistema de Gestión de Incidencias CAC-101 y con el que deberá ser compatible.

Con los requerimientos planteados la plataforma GIS a emplear es MapInfo Profesional, con un interfaz de usuario diseñado en Visual Basic 6.0, totalmente configurable, organizada en módulos, con despliegue en ventanas sucesivas para facilitar el acceso, consulta y manejo de la información multitemática de manera relacional.

e) Descripción del Sistema de Interfaz con el CAC 101

Las funcionalidades que deberá tener dicha interfaz son las siguientes:

- **Llamadas entrantes**

Cuando se reciba una llama entrante (de telefonía fija), el sistema desplegará automáticamente en la pantalla el sector de donde proviene dicha llamada.

En el caso de que la llamada provenga de un teléfono celular, el operador será el encargado de registrar manualmente la dirección.

- **Despliegue de los recursos disponibles**

Inmediatamente, sobre el sector visualizado en el mapa digital, se mostrarán las unidades disponibles en dicha zona con el objetivo de que el operador pueda identificar visualmente los recursos con los que cuenta para atender dicha llamada de emergencia. Dicha información de los recursos disponibles también se la podrá visualizar en una tabla con los campos siguientes:

- Vehículo
- Posición
- Distancia referencial
- Estatus

- **Estatus de los recursos**

Los recursos que se encuentren desplegados, deben ser presentados con diversos colores permitiendo que el operador pueda distinguir si las unidades mostradas se encuentran o no asignadas a una misión específica.

Los colores especificados serán los siguientes:

- VERDE: Unidad disponible
- ROJO: Unidad asignada a una misión
- AMARILLO: Unidad de retorno a su base
- VIOLETA: Unidad en mantenimiento

- **Propiedades de la unidad**

El sistema de gestión deberá permitir al usuario, mediante un click derecho en una unidad determinada, mostrar las características técnicas de dicho móvil con el objetivo de conocer su potencial aplicación.

- **Asignación de los recursos**

Una vez que el operador obtenga la información de las propiedades de las unidades disponibles, podrá realizar una asignación de dicho móvil a la hoja de despacho correspondiente, y en ese instante el móvil deberá cambiar de color VERDE a color ROJO y además aparecerá como un identificador del vehículo el número de la hoja de despacho asignada.

- **Visualización de capas o layers y unidades**

El sistema mostrará las capas o layers y recursos de interés de dicho usuario, quedando abierta la posibilidad que el mismo pueda activar las demás capas configuradas.

Por ejemplo, si un requerimiento de emergencia es enviado a las unidades de servicio urbano, el usuario podrá visualizar la capa de ubicación de las clínicas y hospitales y adicionalmente podrá ver la ubicación actual de los vehículos policiales en el sector involucrado.

Cabe mencionar que ciertos usuarios podrán mirar todos los móviles activos en el sistema, así como todos los layers configurados y geo-cercas configuradas.

4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN VEHICULAR

El sistema de gestión constituye la herramienta de software para realizar las operaciones de control y monitoreo de las unidades móviles. Debe caracterizarse por su flexibilidad para su aplicación en múltiples campos. Sus características deben ser las siguientes:

- Aplicativo basado en GIS
- Cartografía Digital
- Uso de base de datos
- Operación multiusuario
- Diseño modular
- Poseer controles de acceso al aplicativo

El aplicativo deberá estar implementado con los siguientes módulos:

- Módulo de Seguimiento / Operación en tiempo real
- Módulo de Administración
- Módulo de Reportes

a) Pantalla de operación

El sistema de control y gestión deberá mostrarse en una pantalla independiente al sistema CMAC 101, pero deberá estar interrelacionado con el software de la CMAC-101, mediante la interfaz a desarrollarse, permitiendo la visualización del mapa digital con sus respectivas herramientas.

El sistema deberá dedicar el mayor espacio posible para la visualización de los mapas e información cartográfica y de layers que se requiera.

b) Cartografía

La información cartográfica que manejará el aplicativo es correspondiente al Distrito Metropolitano de Quito, con información de calles, planimetría, nombres de poblados y demás información necesaria para la ubicación de los móviles.

- Cartografía 1:10000
- Formato: vectorial
- Nivel de detalle: 3 m
- Detalle: Predios/ Zona 17 sur
- Sistema de coordenadas: UTM con un Sistema de Referencia WGS-84

c) Descripción del Módulo de Seguimiento / Operación

Este módulo realizará el monitoreo de las unidades que se encuentren activas en el sistema. Debe permitir las siguientes operaciones:

- Ubicación geográfica de los vehículos
- Visualización de elementos en el mapa
- Cálculos de distancia entre puntos
- Operaciones de acercamiento y alejamiento en el mapa
- Visualización de geo-cercas configuradas
- Operaciones de desplazamiento dentro del mapa

Este módulo debe contar con una barra de herramientas que permita manipular el mapa con funciones como:

- Selección
- Acercamiento
- Alejamiento
- Desplazamiento
- Centrar
- Niveles de zoom

Debe contar con una barra que permita realizar tareas en el mapa como:

- Impresión (habilitada solo para el usuario Administrador)
- Medir distancias
- Histórico de posiciones
- Estado actual de las unidades monitoreadas
- Actualizar la posición de los vehículos

El histórico de posiciones permitirá mostrar los puntos reportados por un determinado móvil dentro de un rango de fecha y hora especificados por el usuario; además desplegará dicha información en una tabla y permitirá hacer un trazado gráfico del recorrido realizado por el móvil.

El sistema deberá poseer una herramienta de búsqueda que permita que los usuarios puedan encontrar elementos en el mapa como vehículos, zonas, centros urbanos, calles, etc.

d) Descripción del Módulo de Administración

En este módulo se configuran los parámetros que posibilitan la operación del sistema de gestión. Aquí se debe ingresar información relacionada con los móviles monitoreados, definición de geo-cercas, configuración de usuarios que poseen acceso a la aplicación, referencia geográfica de puntos, tiempo de refresco del mapa, etc.

Para acceder a este módulo, el usuario deberá tener los privilegios determinados por el administrador, con lo cual se restringirá el uso de tal o cual función de este módulo.

En la parte de la configuración general del sistema, se podrá hacer lo siguiente:

- Tiempo de refresco del mapa
- Configuración del uso horario local
- Actualización de los datos

Debe existir una sección de manejo de los mapas que se van a visualizar, en el cual se pueda seleccionar la zona cartográfica y las capas que desean visualizarse, tales como calles, parques, ciudades, manzanas, etc.

La sección dedicada a alarmas permitirá realizar lo siguiente:

- Creación de zonas de alarma (geo-cercas) tanto poligonales como circulares
- Ingreso de puntos de referencia como parques, sitios, retenes, postes, etc.
- Asociación de las reglas/ condicionantes a las geo-cercas y a los móviles con el objetivo de realizar el control y gestión de alarmas
- Opción de envío de un e-mail a varias casillas informando sobre la ocurrencia de un determinada alarma

Debe existir también una sección que permita la distribución y agrupación de los vehículos, como mínimo bajo los siguientes criterios:

- Por tipo de uso de los vehículos
- Por unidad móvil asignada
- Por Aplicación
- Por Tipo de vehículo

Una sección adicional será destinada para ingresar la información referente a cada vehículo activado en el sistema; dicha información podrá ser la identificación, placa, conductor, categoría, modelo, grupo, etc.

Se podrá también elegir las capas o layers cargadas en el sistema tales como:

- Ubicación de CAMARAS DE VIDEO VIGILANCIA (OJOS DE AGUILA)

- Ubicación de HIDRANTES
- Ubicación de HOSPITALES Y CLINICAS
- Geo-cercas de las UPC

Finalmente se debe contar con una sección dedicada a la seguridad del acceso al sistema, en el cual se podrá crear usuarios, contraseñas y privilegios. Se podrá también registrar todos los accesos que se hayan producido en el sistema con el objetivo de realizar un control sobre el mismo.

e) Descripción del Módulo de Reportes

Este módulo permitirá conocer el comportamiento de las unidades activas en el sistema. Se podrá verificar los tiempos de frecuencia de reporte, números de paradas, entre otros, y existirá la posibilidad de exportar dicha información a hojas de cálculo u otros formatos. Toda esta información podrá ser filtrada por fecha y hora.

Los reportes mínimos requeridos son:

- Posiciones reportadas por la unidad
- Reporte de permanencia en geo-cercas
- Reporte histórico
- Resúmenes por día
- Reportes de vehículos por llamadas
- Estadísticas como unidades activadas, cantidad de posiciones reportadas por unidad, accesos al sistema por usuario, etc.

4.7. ANÁLISIS DE COBERTURA

Para la propuesta del Sistema de Gestión Vehicular, como se mencionó anteriormente se ha escogido el sistema de comunicaciones celular GRPS de CONECEL, por su destacada versatilidad e inherente flexibilidad que sus servicios brindan al estar un usuario enlazado a la red, por lo que la Cobertura de nuestro Sistema de Gestión Vehicular, estará limitada a la cobertura del servicio de datos GPRS ofrecida por la operadora de telefonía móvil PORTA, que es la misma del servicio de voz, debido a que utiliza la misma plataforma física de GSM que se encuentra implementada en el país y específicamente en el Distrito Metropolitano de Quito. En la figura 4.16. se muestra la Cobertura nacional de GPRS de CONECEL, en la banda de 850 Mhz. a nivel nacional. Este gráfico nos da la proyección de servicio que tendría nuestro sistema propuesto.

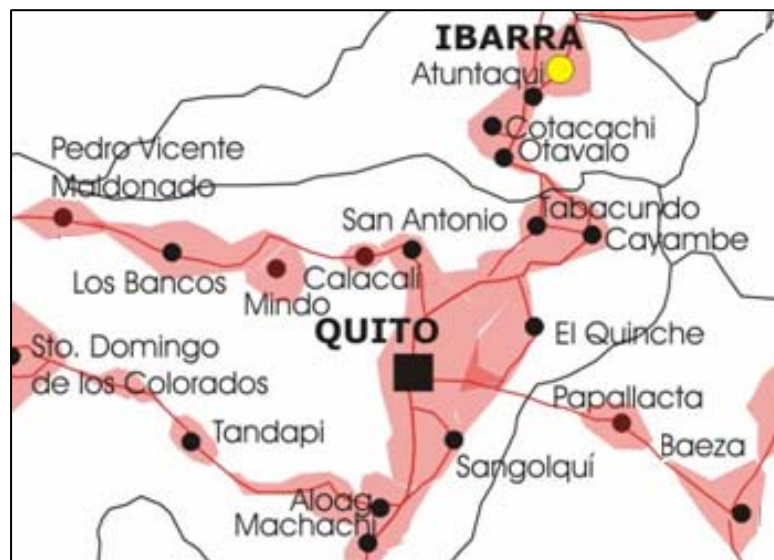


Figura. 4.16. Cobertura del Sistema GSM de CONECEL

La distribución general del área de cobertura de la red GSM se encuentra definida en el *Anexo B*.

A continuación mostramos el detalle de la cobertura a nivel carretera en el Distrito Metropolitano de Quito

Tabla. 4.2. Detalle de Cobertura CONECEL a nivel carretera en el Distrito metropolitano de Quito

Celda Porta	Vía	Km 1-2 W
Aloag, Miravalle, Sangolquí	Tambillo a Sangolquí	10
Ascázubi, Checa	Checa a Cusubamba	7
Ascázubi, Checa	Quinche a Guayllabamba	7
Cayambe	Cayambe a Tabacundo	7
Cayambe	Cayambe- Guayllabamba	8
Cotacachi	Cotacachi a Quito	20
Cumbayá	Cumbayá a Pifo	7
Cumbayá	Cumbayá a Quito	4,5
Guayllabamba	Guayllabamba a El Quinche	7
Guayllabamba	Guayllabamba a Quito	3
Guayllabamba	Guayllabamba a Tabacundo	8,5
Los Bancos	Los Bancos – Quito	18
Mojanda	Tabacundo a Guayllabamba	1,5
Puerto Quito	Puerto Quito - La Independencia	6
Yaruquí	Pifo- Tababela	4
Yaruquí	Tababela- Yaruquí	5
PVMaldonado	P.V. Maldonado a Los Bancos	11
PVMaldonado	P.V. Maldonado a Puerto Quito	10
Papallacta	Papallacta – Baeza	3,5
Papallacta	Papallacta – Quito	2

4.8. ANÁLISIS DE TRÁFICO

El análisis de tráfico de datos realizado nos permitirá dimensionar la capacidad del Sistema de Gestión Vehicular el cual realizará el monitoreo en tiempo real de las unidades móviles policiales en servicio, permitiendo que la recepción de datos y su correspondiente actualización en el mapa geo-referenciado sea llevado correctamente; para cuyo efecto se ha determinado que las unidades móviles realicen un reporte de su posición, con una frecuencia de 5 minutos, enviando tramas de datos de una longitud aproximada de 150 bytes:

Tabla 4.3. Análisis de tráfico generado por cada unidad móvil en un mes

Datos Transmitidos por cada vehículo	Por HORA (60/Msg)	En el día (Msg*Hr)	En el MES (*30Días)	KB/Mes (*150 Bytes)
Mensajes de Coordenadas	12	288	8640	1296

Además la Estación Central será capaz cuando sea necesario de solicitar un refrescamiento de la posición de los móviles, para lo cual se ha considerado un 50% del total de mensajes enviados por los móviles en una hora a la estación Central.

Tabla. 4.4. Análisis de tráfico generado por la Estación Central en un mes

Datos Transmitidos por la Estación Central	Por HORA (06/Msg)	En el día (Msg*Hr)	En el MES (*30Días)	KB/Mes (*150 Bytes)
Solicitud de reporte de posiciones a las unidades móviles	06	144	4320	648

El tráfico de datos generado por vehículo corresponde a la suma algebraica de bytes transmitidos por la Estación Móvil propiamente dicha y la Estación Central para su actualización de ser necesaria, lo que nos da un total de 1,994 Mbytes de datos transmitidos por vehículo al mes. Ahora tomando en consideración que el número de vehículos a ser monitoreados son 70 unidades, el tráfico generado sería de 136,080 Mbytes transmitidos al mes por todo el Sistema.

4.9. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

A continuación se realizará un análisis cualitativo de los requerimientos (componentes) y de recursos humanos necesarios para la operación del Sistema de Gestión Vehicular.

4.9.1. Componentes del Subsistema Móvil

Los componentes del subsistema móvil deberán encontrarse en un pequeño receptáculo metálico que estará discretamente instalada en el vehículo, de manera que internamente se conforme de: un receptor GPS, un MODEM GSM/GPRS con procesador para la interpretación de comandos o funciones de sincronización de datos, interpretación de protocolos y decodificación de datos analógicos a digitales y un medio de telefonía

celular GSM TELEFONIA CELULAR para enviar los cálculos del GPS a la Estación Central.

Tabla 4.5. Especificaciones técnicas de los componentes del Subsistema Móvil

ORD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
I	Características generales	
	Voltaje de alimentación	9-30 V _{DC}
	Consumo de corriente	máximo 250 mA
	Temperatura de operación	-30°C a +70°C
	Humedad:	hasta 95% no condensada
	Configuración	Vía software
	Interface	Serial RS-232 connector DB-9 Control por comandos AT
	Puerto I/O	2 Input digitales 1 Output 1 Ignition Sense
	Audio	1 Audio Input/Output
	Capacidad de almacenamiento	Buffer de datos para almacenamiento de posición fuera de cobertura
	Indicadores	LEDs para status del equipo
II	Módulo de Comunicación (Celular GSM/GPRS)	
	Banda de Operación	Quad band (850/900/1800/1900 Mhz)
	Potencia de transmisión	Clase 4 (2W a 850/900 MHz) Clase 1 (1W a 1800/1900 MHz)
	Modo Conexión GPRS	Multislot 10 (4Rx/2Tx, 5 max) Clase B
	Esquemas de codificación	CS1-CS4
	Interface	SIM 3.3 V Antena GSM/GPRS 3.3 V
III	Módulo GPS	
	Protocolo	NMEA
	Número de canales	12
	Sensibilidad	-170 dBm
	Datum:	WGS-84
IV	Accesorios	
	Antena GPS	Poseer características de protección comprobadas para intemperie (a prueba de agua y condiciones climáticas).
	Antena GSM	

El dispositivo ofrecerá posibilidad de implementar aplicaciones de voz y aplicaciones para activar o desactivar actuadores o sensores, por lo que el comunicador poseerá interfaces para conexiones de dichos accesorios.

Además de las características mencionadas el equipo deberá tener la capacidad de aceptar distintas configuraciones para la frecuencia de reporte, de acuerdo a la necesidad de la Policía Nacional.

a) Descripción de los comunicadores GPS/GPRS e Instalación

Los dispositivos en los vehículos irán instalados con sus respectivos accesorios dentro de las unidades móviles asignadas para el efecto. En la instalación se garantizará que el dispositivo (comunicador y accesorios) estará protegido y aislado de cualquier tipo de intervención del conductor u ocupantes del vehículo. Se deberá proteger todos los cables para que no sufran cortes ni daños por fricción o desgaste e incluso para evitar operaciones de sabotaje. La conexión eléctrica se realizará directamente al bastidor central del sistema eléctrico del vehículo y no a la batería del móvil.

4.9.2. Componentes del Sistema de Comunicaciones

Como anteriormente quedó especificado, la red de comunicaciones bajo la cual operará nuestro Sistema de Gestión Vehicular, es la Red GSM de CONECEL, a través de servicio de transmisión de datos GPRS, por ofrecer mayor capacidad, disponibilidad, fluidez y rapidez en la transmisión de datos entre el vehículo y el administrador en la Estación Central, se requiere entonces de:

a) SIM Card

El recurso de identificación de cada estación móvil para acceder a la red GPRS correspondiente a la tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) que el operador celular asigna a los usuarios luego de suscribirse direcciones IP conformando una red privada APN (Access Point Network, Punto de acceso a la red) .

Además CONECEL deberá proporcionar un punto final de red GPRS con una dirección IP estática (proceso servidor) necesario para que todas las unidades móviles que forman parte del subsistema APN (Access Point Name), previamente establecido en la red GPRS del operador, puedan contactar al servidor del sistema.

b) Enlace de Última Milla hacia la Estación Central

Se requiere de un canal de comunicaciones de última milla desde la red GPRS de CONECEL a las instalaciones de la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101.

La velocidad de dicho enlace de comunicaciones no deberá ser menor a 128 Kbps y debe tener un enlace redundante o de back-up. La activación del enlace de back-up será totalmente automática y los medios de comunicación utilizados deberán garantizar un up-time de 99.99%

4.9.3. Componentes del Subsistema Estación Central

a) Servidor de Comunicaciones

Se requiere de un servidor de comunicaciones para alojar el aplicativo del sistema de control y gestión vehicular. Dicho servidor no podrá ser genérico.

Tabla 4.6. Especificaciones técnicas del Servidor del Sistema Propuesto.

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
Procesador	Intel Xeon 7040 (3.0GHz/667MHz - 2x2M L2 dual-core) Multi-procesador hasta 4
Tipo de memoria	PC2-3200 DDR2
Tamaño máximo de memoria	64GB of PC2-3200 with dual-rank 4GB DIMMs Protección avanzada de memoria Advanced ECC / Online Spare Hot Plug Mirrored, Hot Plug RAID
Discos Duros	Hot plug SCSI, Hot plug 2.5" SATA
Discos internos	3 expandible a 10
Bays Removibles	3
Controlador de discos	Embedded Dual Channel Ultra320 SCSI controller and Smart Array P600 Controller (in SAS models)
Tipo	Rack
Alto de Rack	6U
Red	NC7782 dual port Gigabit NIC
Administración remota	Standard Integrated Lights-Out (iLO)
Fuente de poder y ventiladores redundantes	Si

El sistema operativo del servidor, de acuerdo a los estándares utilizados en el CMAC, deberá ser Windows Server 2003 Corporate Edition, con licencia para 40 usuarios.

El sistema deberá usar una base de datos SQL Server 2000.

b) Software Aplicación GIS

El Software de aplicación GIS a utilizarse de entre algunos existentes en el mercado, es MapInfo Professional con su componente MapX, porque es una de las más completas herramientas de Sistema de Información Geográfica, que proporciona la posibilidad de hacer desarrollos especializados utilizando lenguajes de programación orientados a objetos como Visual C++, Visual Basic o Delphi, que permitirá al desarrollador utilizar los objetos de MapX perfectamente compatibles con dichos lenguajes para hacer desarrollos personalizados como: zonificar, agrupar y desagrupar objetos, así como crear zonas de influencia, además de hacer consultas sobre datos en forma geográfica y acceder a bases de datos remotas, crear mapas temáticos para realizar tendencias y relaciones existentes en los datos alfanuméricos y mucho más.

MapInfo proporciona potentes capacidades de procesamiento de bases de datos dentro de las cuales está consultas SQL, como capacidades visuales de mapas y gráficos.

Por todas estas razones se eligió el paquete comercial MapInfo Professional para el presente proyecto como instrumento de análisis y visualización de datos georeferenciados.

c) Cartografía

La cartografía utilizada será un mapa Temático del Distrito Metropolitano de Quito:

Cartografía 1:10000

Formato: vectorial

Nivel de detalle: 3 m

Detalle: Predios/ Zona 17 sur

Sistema de coordenadas: UTM con un Sistema de Referencia WGS-84.

4.9.4. 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 sería limitado.

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 20 radio despachadores, 10 técnicos para la operación, soporte y administración.

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se detallan los precios de los elementos requeridos, que cumplen con los estándares técnicos aplicables para la implementación del Sistema de Gestión Vehicular propuesto, costos adicionales y precios por el servicio de comunicaciones GPRS.

Cabe indicar que la inversión en los equipos presentados, plantea significativas mejoras en materia de seguridad, velocidad y calidad de los servicios en general, además de las ventajas que implica para su administración, monitoreo y soporte para nuevas tecnologías de alta velocidad.

5.1. COSTO DE INFRAESTRUCTURA

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 la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101, acometida eléctrica, cuarto frío de equipos, equipos terminales de consulta en red (intranet), seguridad, sistemas de tierra y protección.

El Costo de infraestructura requerida comprende los siguientes componentes:

5.1.1 Costos por concepto de Hardware

Tabla. 5.1. Costos por concepto de hardware

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Dispositivos de rastreo SKYPATROL EVOLUTION Modem GSM/GPRS y GPS serie TT8540	70	\$ 300,00	\$ 21.000,00
Servidor (Estación Central)	1	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
SUBTOTAL HARDWARE			\$ 24.000,00

5.1.2 Costos por concepto de Software

Tabla. 5.2. Costos por concepto de software

ITEM	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Windows Server 2003	1	\$ 400,00	\$ 400,00
Cal para Windows Server 2003	40	\$ 80,00	\$ 3.200,00
Licencia MapInfo Pro/ MapX SDK	1	\$ 3.500,00	\$ 3.500,00
Licencia MapX	40	\$ 95,00	\$ 3.800,00
Mapas Digitales	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
Interfaz y Gestión GIS	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
SUBTOTAL DE SOFTWARE			\$ 112.900,00
Total en Hardware y Software			\$ 136.900,00

5.2. COSTO OPERATIVO

5.2.1. Suscripción al servicio de transmisión de datos GPRS

Suscripción al servicio de transmisión de datos GSM/GPRS con la adquisición y activación de 70 tarjetas SIM (Subscriber Identity Mobile).

Tabla. 5.3. Costos por concepto de Suscripción servicio de transmisión de datos GPRS

Servicio GPRS AVL (Rastreo Vehicular)			
Tarifa única	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Suscripción y Activación	\$ 2,50 por ^c /SIM	70 Unidades	\$ 175,00

5.2.2. Tarifa mensual por concepto del servicio de comunicaciones GPRS.

Este rubro esta compuesto por tres valores correspondientes a: Tarifa básica, Consumo y Enlace de ultima milla del sistema de comunicaciones GSM/GPRS (transmisión de datos) ofrecido por la operadora de Telefonía Móvil CONECEL (Porta Celular):

- **Tarifa básica** para sistemas AVL (Automatic Vehicle Location), por el servicio GPRS: 4,25 USD^C/SIM.
- **Enlace de ultima milla**: Enlace dedicado (128 Kbps) que encamina los paquetes de los vehículos hacia la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101 (Estación Central).
- **Tarifa de consumo** (medidos en Mb), que es proporcional al volumen de datos enviados desde y hacia los vehículos: a un precio de 1,20 USD^C/Mb transmitido (Tarifa variable conforme a consumo).

Tabla. 5.4. Tarifa variable según consumo GPRS.

GPRS AVL (Rastreo Vehicular)	
Tráfico (Megabytes)	Tarifa por ^C /Mb
1 – 100	USD\$ 1,20
101 - 500	USD\$ 1,10
501 - 1024	USD\$ 1,00
1025 en adelante	USD\$ 0,90

Fuente: CONECEL

En el Capítulo anterior numeral 4.8, Análisis de tráfico, el cálculo del volumen total de datos enviados por el Sistema propuesto, para 70 vehículos con una frecuencia de transmisión de 5 minutos fue de: 136.080 Mb; por tanto, el precio por cada Mb transmitido es de: 1,10 USD.

Tabla. 5.5. Tarifa mensual por concepto de servicio de transmisión de datos GPRS

Servicio GPRS AVL (Rastreo Vehicular)			
Tarifa Mensual	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
Tarifa Básica	\$ 4,25 por ^C /SIM	70 Unidades	\$ 297,50
Tarifa Enlace ultima milla	\$ 125,00	1 Enlace 128 Kbps	\$ 125,00
Tarifa de consumo	\$ 1,10 por ^C /Mb	136,080 Mb	\$ 149,69
Total a pagar mensual			\$ 572,19

5.3. COSTO DE MANTENIMIENTO

Para garantizar el correcto funcionamiento del Sistema de Gestión vehicular, es importante considerar un monto anual destinado para el mantenimiento preventivo y correctivo, de los componentes que lo conforman, y es así que el costo para este apartado es de 3500,00 USD, anual

5.4. RELACION COSTO BENEFICIO

Debido a que el presente proyecto es netamente de carácter social, los beneficios generados son subjetivos y difíciles de cuantificar ya que son beneficios sociales a los que no se pueden dar un valor; sin embargo hay que mencionar que no por este aspecto el proyecto deja de ser beneficioso, considerando que los mas beneficiados van a ser todos los ciudadanos del Distrito Metropolitano de Quito, a través de la mejora de los servicios que brinda la Policía Nacional.

La incorporación a los Sistemas de Comunicaciones existentes de la Policía Nacional del Sistema de Gestión Vehicular propuesto, de alta capacidad, disponibilidad y confiabilidad las 24 horas del día, los 365 días del año, con un costo inicial relativamente alto y mínimos gastos de mantenimiento mensual, constituye una excelente línea de estrategia operativa. Dentro de los beneficios no cuantificables más importantes tenemos:

- Constante mejora de entrenamiento a elementos de la Institución basado en resultados en tiempo “real”.
- Disminución del crimen y delito con resultados inmediatos y tangibles para la Institución, resultando en un nivel mucho más alto de credibilidad pública en la “Policía Nacional del Ecuador”.
- Economizar dinero para lograr un mejor rendimiento de recorrido de vehículos policiales.
- Enterarse al instante de cualquier inconveniente que pueda ocurrir en un vehículo.
- Estar informado permanentemente sobre la dirección en la cual se desplaza el vehículo.
- Ahorrar tiempo para lograr un mejor desplazamiento de un vehículo policial en la atención de emergencias o auxilios.
- Información precisa de cualquier evento anteriormente mencionado durante las 24 horas los 365 días del año, dando una mayor seguridad del personal y unidad móvil.

CAPÍTULO 6

PROPUESTA DE BASES TÉCNICAS

6.1. OBJETO DE LA CONTRATACIÓN

6.1.1 Objetivo

Contar con un Sistema de Gestión Vehicular que permita la visualización de los recursos disponibles, en el Distrito Metropolitano de Quito, para atender un evento de riesgo, sobre un mapa digital geo-referenciado, contando con herramientas de despacho, registro de ubicaciones y recorridos históricos logrando optimizar el uso de lo mismos.

6.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema de Gestión Vehicular permitirá el monitoreo y rastreo remoto de 70 vehículos policiales, en el Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q.), mediante el empleo de receptores GPS ubicado en los móviles, cuya información de posición es enviada a través del Sistema GSM/GPRS a la Central Metropolitana de Atención Ciudadana CMAC-101 ubicada en el Regimiento Quito No. 1, en donde dicha información es gestionada y visualizada en un mapa digital geo-referenciado mediante un aplicativo basado en GIS. El sistema deberá garantizar los siguientes parámetros:

- Monitoreo en tiempo real de todos los móviles activados.
- Interacción e integración con los sistemas tecnológicos existentes en la CMAC-101.
- Aplicativo desarrollado bajo GIS con herramientas de seguimiento, administración y reportes.

SISTEMA DE GESTION VEHICULAR PROPUESTO

miércoles, 07 de noviembre de 2007

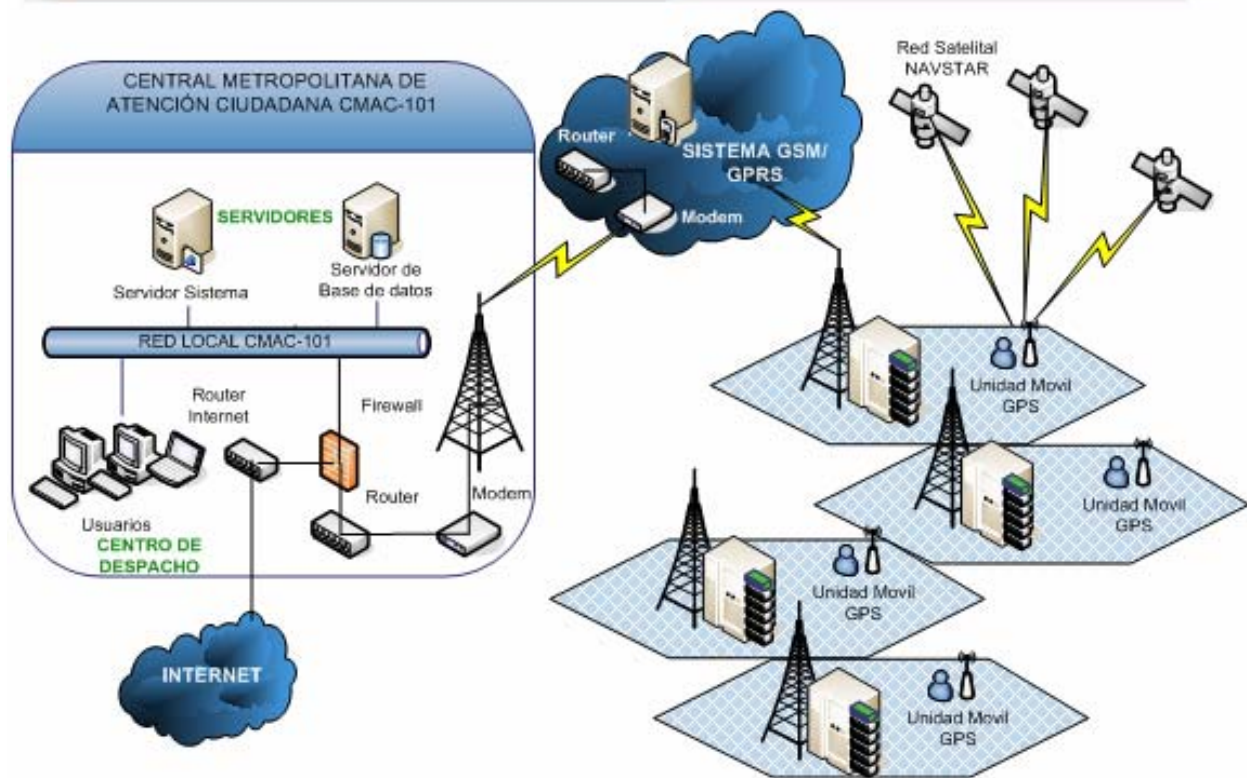


Figura 6.1. Descripción del Sistema de Gestión Vehicular Requerido

6.2.1. Descripción de los comunicadores GPS/GPRS e Instalación

Estos dispositivos serán los encargados de registrar las posiciones geográficas (GPS) por las que circulen los móviles y las enviarán al sistema de gestión utilizando una red de comunicaciones GPRS. Dichos dispositivos irán instalados con sus respectivos accesorios dentro de las unidades móviles asignadas para el efecto. En la instalación se garantizará que el dispositivo (Módulo y accesorios) estará protegido y aislado de cualquier tipo de intervención del conductor u ocupantes del vehículo. Se deberá proteger todos los cables para que no sufran cortes ni daños por fricción o desgaste e incluso para evitar operaciones de sabotaje. La conexión eléctrica se realizará directamente al bastidor central del sistema eléctrico del vehículo y no a la batería del móvil.

Todos los equipos instalados en las unidades móviles deberán tener las protecciones correspondientes contra sobre voltajes y transitorios

6.2.2. Descripción del Sistema de Gestión y Control

El sistema de gestión constituye la herramienta de software para realizar las operaciones de control y monitoreo de las unidades móviles. Debe caracterizarse por su flexibilidad para su aplicación en múltiples campos. Sus características deben ser las siguientes:

- Aplicativo basado en GIS
- Cartografía
- El sistema deberá usar una base de datos SQL Server 2000
- Operación multiusuario
- El sistema deberá ser distribuible.
- Diseño modular
- Poseer controles de acceso al aplicativo
- Deberá permitir la integración de la cartografía disponible por la Policía Nacional.

El aplicativo deberá estar implementado con los siguientes módulos:

- Módulo de Seguimiento / Operación en tiempo real
- Módulo de Administración
- Módulo de Reportes

a) Pantalla de operación

El sistema de control y gestión deberá mostrarse en una pantalla independiente al sistema CAC 101, pero deberá estar interrelacionado con el software de la CAC 101, mediante la interfaz a desarrollarse, permitiendo la visualización del mapa digital con sus respectivas herramientas.

El sistema deberá dedicar el mayor espacio posible para la visualización de los mapas e información cartográfica y de layers que se requiera.

b) Cartografía

La información cartográfica que manejará el aplicativo es correspondiente al Distrito Metropolitano de Quito, con información de calles, planimetría, nombres de poblados y demás información necesaria para la ubicación de los móviles, con referencia WGS-84. Contendrá además información de layers sobre GIS correspondientes a:

- Ubicación de UPC
- Ubicación de Ojos de Aguila
- Ubicación de Clínicas y Hospitales
- Ubicación de Hidrantes
- Ubicación de Unidades Policiales
- Con la posibilidad de incluir otros

6.2.3. Descripción del Sistema de Interfaz con el CAC 101

Se requiere que el código fuente de desarrollo de la interfaz del sistema de gestión y control con el sistema CAC 101, sea entregado a la Policía Nacional, la que pasará a ser la propietaria del código fuente. Dicho código fuente debe ser entregado con los respectivos manuales de administración, desarrollo, operación y mantenimiento.

Las funcionalidades que deberá tener dicha interfaz son las siguientes:

a) Llamadas entrantes

Cuando se reciba una llama entrante (de telefonía fija), el sistema desplegará automáticamente en la pantalla el sector de donde proviene dicha llamada.

En el caso de que la llamada provenga de un teléfono celular, el operador será el encargado de registrar manualmente la dirección y presionando en un botón del aplicativo, podrá visualizar en el mapa el sector de donde proviene la llamada.

b) Despliegue de los recursos disponibles

Inmediatamente, sobre el sector visualizado en el mapa digital, se mostrarán las unidades disponibles en dicha zona con el objetivo de que el operador pueda identificar visualmente los recursos con los que cuenta para atender dicha llamada de emergencia. Dicha información de los recursos disponibles también se la podrá visualizar en una tabla con los campos siguientes:

- Vehículo
- Posición
- Distancia referencial
- Estatus

c) Estatus de los recursos

Los recursos que se encuentren desplegados en el sector de origen de la llamada telefónica, deben ser presentados con diversos colores permitiendo que el operador pueda distinguir si las unidades mostradas se encuentran o no asignadas a una misión específica. Los colores especificados serán los siguientes:

- VERDE: Unidad disponible
- ROJO: Unidad asignada a una misión
- AMARILLO: Unidad de retorno a su base
- VIOLETA: Unidad en mantenimiento

d) Propiedades de la unidad

El sistema de gestión deberá permitir al usuario, mediante un click derecho en una unidad determinada, mostrar las características técnicas de dicho móvil con el objetivo de conocer su potencial aplicación.

e) Asignación de los recursos

Una vez que el operador obtenga la información de las propiedades de las unidades disponibles, podrá realizar una asignación de dicho móvil a la hoja de despacho correspondiente, y en ese instante el móvil deberá cambiar de color VERDE a color ROJO y además aparecerá como un identificador del vehículo el número de la hoja de despacho asignada.

6.3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas que se presentan a continuación, serán consideradas como requerimientos mínimos a cumplir. El oferente deberá proveer todos los equipos, software AVL, software de interfaz con el sistema CAC101, licencias de software requeridas y servicios necesarios para el funcionamiento de un Sistema de Gestión Vehicular; así como responsabilizarse de la instalación, desarrollo, conexión, pruebas, puesta en marcha, entrega del sistema, plan de mantenimiento técnico preventivo y correctivo a ejecutarse por el lapso de 1 año.

6.3.1 Unidades Móviles

Tabla 6.1. Especificaciones técnicas de los componentes del Subsistema Móvil

ORD	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
I	Características generales	
	Voltaje de alimentación	9-30 V _{DC}
	Consumo de corriente	máximo 250 mA
	Temperatura de operación	-30°C a +70°C
	Humedad:	hasta 95% no condensada
	Configuración	Vía software
	Interface	Serial RS-232 / Control por comandos AT
	Puerto I/O	2 Input digitales / 1 Output / 1 Ignition Sense
	Audio	1 Audio Input/Output
	Capacidad de almacenamiento	Buffer de datos para almacenamiento de posición fuera de cobertura
	Indicadores	LEDs para status del equipo
II	Módulo de Comunicación (Celular GSM/GPRS)	
	Banda de Operación	(850/1900 Mhz)
	Potencia de transmisión	Clase 4 (2W a 850/900 MHz) Clase 1 (1W a 1800/1900 MHz)
	Modo Conexión GPRS	Multislot 10 (4Rx/2Tx, 5 max) Clase B
	Esquemas de codificación	CS1-CS4
	Interface	SIM 3.3 V / Antena GSM/GPRS 3.3 V
III	Módulo GPS	
	Protocolo	NMEA
	Número de canales	12
	Sensibilidad	-170 dBm
	Datum:	WGS-84
IV	Accesorios	
	Antena GPS	Poseer características de protección comprobadas para intemperie (a prueba de agua y condiciones climáticas).
	Antena GSM	

- El oferente deberá indicar explícitamente la cantidad de información que necesita su dispositivo para enviar un evento de reporte de posición, con el objetivo de conocer un estimado de los costos por comunicación.
- El equipo deberá tener la capacidad de aceptar distintas configuraciones para la frecuencia de reporte, de acuerdo a la necesidad de la Policía Nacional.

6.3.2 Red de Comunicaciones

Se requiere que la red de comunicaciones opere bajo el sistema GPS y con comunicación de datos vía el protocolo GPRS. Además se deberá garantizar el máximo de cobertura dentro del área del Distrito Metropolitano de Quito en donde el Sistema de Gestión Vehicular operará.

a) Enlace de Última Milla

- Se requiere que la empresa oferente especifique y cotice un canal de comunicaciones de última milla entre las instalaciones de la empresa que ofrezca el servicio de comunicaciones GPRS y las instalaciones de la CMAC.
- La velocidad de dicho enlace de comunicaciones no debe ser menor a 128Kbs.
- Los medios de comunicación utilizados deberán garantizar un up-time de 99.99%

6.3.3 Servidor de Comunicaciones

Se requiere que el oferente oferte y provea un servidor de comunicaciones para alojar el aplicativo del sistema de control y gestión vehicular. Dicho servidor no podrá ser genérico. Las características mínimas del servidor son:

Tabla. 6.2. Especificaciones técnicas del Servidor del Sistema Propuesto.

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN
Procesador	Intel Xeon 7040 (3.0GHz/667MHz - 2x2M L2 dual-core) Multi-procesador hasta 4
Tipo de memoria	PC2-3200 DDR2
Tamaño máximo de memoria	64GB of PC2-3200 with dual-rank 4GB DIMMs Protección avanzada de memoria Advanced ECC Online Spare/ Hot Plug Mirrored,Hot Plug RAID
Discos Duros	Hot plug SCSI, Hot plug 2.5" SAS
Discos internos	3 expandible a 10
Bays Removibles	3

Controlador de discos	Embedded Dual Channel Ultra320 SCSI controller and Smart Array P600 Controller (in SAS models)
Tipo	Rack
Alto de Rack	6U
Red	NC7782 dual port Gigabit NIC
Administración remota	Standard Integrated Lights-Out (iLO) technology
Fuente de poder y ventiladores redundantes	Si

El sistema operativo del servidor, de acuerdo a los estándares utilizados en al CMAC, deberá ser Windows Server 2003 Corporate Edition, con licencia para 40 usuarios.

6.3.4. Cartografía

La cartografía utilizada será un mapa Temático del Distrito Metropolitano de Quito:

Cartografía 1:10000

Formato: vectorial

Nivel de detalle: 3 m

Detalle: Predios/ Zona 17 sur

Sistema de coordenadas: UTM con un Sistema de Referencia WGS-84

6.3.5. Sistema de Gestión y Control

El Sistema de Gestión Vehicular debe interactuar con el Sistema de Gestión de Incidentes CAC 101 y sus características son las descritas en la sección 6.2.3. del presente pliego. Para cumplir con este objetivo, se debe desarrollar una interfaz que se comuniquen (o interactúen) con el sistema actual mediante la base de datos que actualmente se dispone. A continuación se muestra el diagrama de la base de datos con la que se debe realizar la interfaz entre el sistema CAC 101 y el sistema de gestión vehicular.

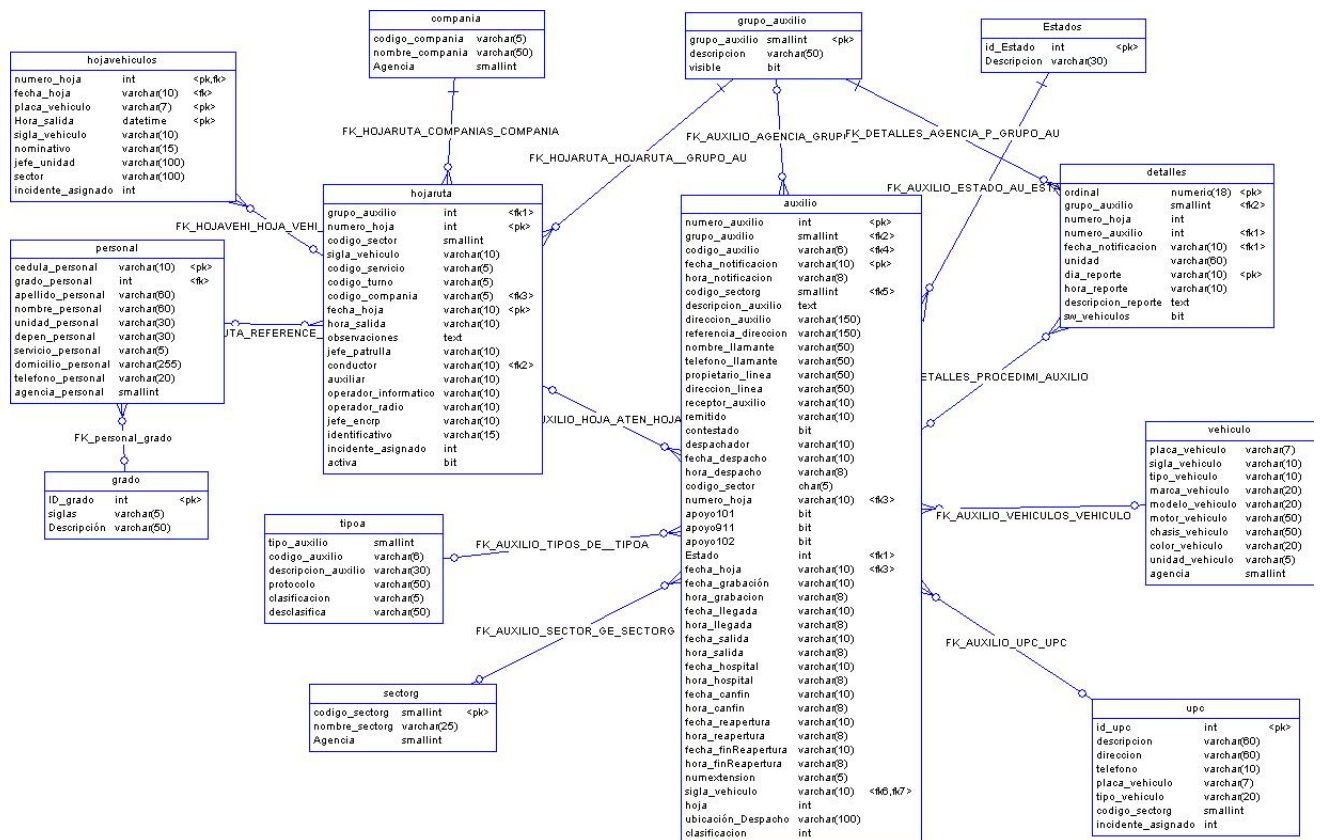


Figura 6.2. Diagrama físico y conceptual de la base de datos del sistema CAC 101

a) Descripción del Módulo de Seguimiento / Operación

Este módulo realizará el monitoreo de las unidades que se encuentren activas en el sistema. Debe permitir las siguientes operaciones:

- Ubicación geográfica de los vehículos
- Visualización de elementos en el mapa
- Cálculos de distancia entre puntos
- Operaciones de acercamiento y alejamiento en el mapa
- Visualización de geo-cercas configuradas
- Operaciones de desplazamiento dentro del mapa.
- Histórico de posiciones con fecha y hora especificados por el usuario visualizado en tabla y trazado gráfico del recorrido realizado por el móvil.
- Estado actual de las unidades monitoreadas
- Búsqueda de elementos en el mapa como vehículos, zonas, centros urbanos, calles, etc.

b) Descripción del Módulo de Administración

En este módulo se configuran los parámetros que posibilitan la operación del sistema de gestión.

- Ingreso de información relacionada con los móviles monitoreados.
- Definición de geo-cercas (poligonales o circulares).
- Asociación de las reglas/ condicionantes a las geo-cercas y a los móviles con el objetivo de realizar el control y gestión de alarmas
- Configuración de seguridad de acceso (crear usuarios, contraseñas y privilegios).
- Referencia geográfica de puntos (parques, sitios, retenes, postes, etc).
- Tiempo de refresco del mapa.
- Sección de manejo de los mapas y capas que desean visualizarse (Cámaras de video vigilancia, hidrantes, hospitales y clínicas, ubicación de UPC).
- La sección dedicada a alarmas permitirá realizar lo siguiente:

c) Descripción del Módulo de Reportes

Este módulo permitirá conocer el comportamiento de las unidades activas en el sistema, filtrada por fecha y hora. Los reportes mínimos requeridos son:

- Posiciones reportadas por la unidad
- Reporte de permanencia en geo-cercas
- Reporte histórico
- Resúmenes por día
- Reportes de vehículos por llamadas
- Estadísticas como unidades activadas, cantidad de posiciones reportadas por unidad, accesos al sistema por usuario, etc.

6.4. CONDICIONES ADICIONALES

6.4.1. Mantenimiento

Se requiere que la empresa adjudicada provea el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo por el lapso de un año sin ningún costo para la Policía Nacional.

6.4.2. Capacitación

El oferente deberá proponer un curso de capacitación completo del Sistema de Gestión Vehicular y todos sus componentes de hardware y software. Los temas a abordar serán entre otros:

- Descripción del hardware instalado en las unidades móviles
- Descripción del hardware instalado en la CMAC
- Descripción y arquitectura del sistema de gestión vehicular
- Descripción del sistema de comunicaciones
- Instalación y Configuración de los comunicadores GPS/GPRS
- Descripción y arquitectura de la interfaz entre el CAC101 y el sistema de gestión
- Operación del Sistema de Gestión Vehicular
- Operación de los módulos del sistema de gestión vehicular
- Simulación de eventos para mostrar la operación del sistema
- Troubleshooting del hardware instalado
- Troubleshooting del software instalado

Se deberá dictar tres capacitaciones con las siguientes orientaciones:

- Instalación y Mantenimiento de los componentes de Sistema de Gestión, 5 personas
- Operación del Sistema de Gestión, 40 personas
- Administración y Soporte Técnico del Sistema de Gestión, 5 personas

6.4.3. Garantía Técnica

El oferente deberá entregar una garantía técnica de dos años contados a partir de la fecha de entrega del sistema así como garantizar un stock de equipos, repuestos y accesorios por un lapso mayor o igual a cinco años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se ha diseñado un Sistema de Gestión Vehicular en el Distrito Metropolitano de Quito, para la Policía Nacional, totalmente flexible, conformado por hardware y software que permiten llevar la información desde receptores GPS ubicado en 70 vehículos operativos del Servicio de Tránsito y Servicio Urbano de la Policía Nacional, hasta la Estación Central, ubicado en la Central Metropolitana de Atención Ciudadana de Quito CMAC-101, usando como medio de comunicación la infraestructura tecnológica de la operadora de telefonía móvil CONECEL, mediante un protocolo de comunicaciones estándar llamado GPRS (*General Packet Radio Service*).

Se determinó como solución tecnológica para el transporte de datos entre la Estación Móvil y la Estación Central, la Red de Comunicaciones GSM/GPRS de CONECEL, en razón de ser una solución para el diseño de aplicaciones fácilmente portables por su alta capacidad, cobertura, disponibilidad, velocidad, versatilidad para la transmisión de datos y los costos por prestación de servicios son económicos comparados a líneas telefónicas dedicadas u otro tipo de servicio, debido a que la estación móvil debe estar conectada todo el tiempo y el cobro del servicio se hace sólo por la cantidad de datos transmitidos más no por el tiempo de conexión.

El área de cobertura para el servicio de localización del Sistema de Gestión Vehicular propuesto, es funcionalmente dependiente de la cobertura que ofrece la Red GPRS de la operadora de telefonía móvil y de las características de escala, detalle y geo-referenciación que posea el mapa digital seleccionado, este último depende la exactitud de ubicar la posición de la unidades monitoreadas.

La utilización de MapInfo Professional como aplicación GIS para el desarrollo personalizado del Sistema de Gestión Vehicular propuesto, sobre el Sistema de Incidencias CAC-101 desarrollado por la Policía Nacional realizado en Visual Basic 6.0, sin duda, además de constituirse en una de las mas completas herramientas, que proporciona la posibilidad de hacer desarrollos especializados sobre esta plataforma, proporciona potentes capacidades de procesamientos de base de datos SQL, cumpliendo así los requerimientos iniciales de integración a los medios tecnológicos existentes de la CMAC-101

El empleo de la tecnología GPS como un sistema de recepción pasiva para posicionamiento y navegación, sin costo de suscripción y sin límite en cuanto al número de usuarios que simultáneamente puedan aprovecharlas, constituye una herramienta completa para el registro de la localización de las unidades policiales, la cual permitirá mejorar la capacidad operativa policial.

La frecuencia de reporte para la localización de los móviles dentro del Sistema de Gestión Vehicular propuesto, es totalmente configurable y este tiempo de reporte está directamente relacionado con la precisión con el que se desea establecer trayectorias de desplazamiento de las unidades móviles necesarias en situaciones de emergencia; sin embargo elevar la confiabilidad del sistema significa mayores costos de operación debido a que se incrementa la cantidad de datos transmitidos.

El Sistema de Gestión Vehicular diseñado en el presente proyecto, bajo las necesidades y requerimientos de la Policía Nacional constituye una excelente línea estratégica de operación, que permitirá a la Institución una mejor organización, control logístico y optimización de los recursos, en su lucha contra una delincuencia cada vez más organizada, especializada y equipada.

RECOMENDACIONES

Es importante acotar que los vehículos que dispongan del receptor GPS, si bien es cierto pueden reportar a la Estación Central su posición; sin embargo el Sistema tiene sus limitaciones. Así las radioseñales emitidas por los satélites no pueden penetrar una vegetación muy espesa o densa, rocas, edificios o accidentes geográficos. Por tanto, el receptor GPS no funcionará en selvas o bosques frondosos, en valles estrechos o entre rascacielos de una gran ciudad, o dentro de un galpón.

Tomando en consideración que las antenas de los GPS pueden ser internas o externas, estas últimas son necesarias para nuestro caso, ya que el receptor se usa dentro de un habitáculo, como lo es un vehículo. Las antenas externas son más sensibles que las internas y hacen posible captar señales de satélites en lugares en los que una antena interna no podría trabajar. Por tanto, es importante observar que el dispositivo a adquirirse haya sido diseñado para poder acoplar antenas externas.

Las antenas del modem y del GPS deben ser instaladas en un lugar donde no existen problemas de interferencia y puedan tener línea de vista hacia el espacio exterior, hacia los satélites celulares base. La antena del GPS necesita estar lo más alto posible para recibir las señales de los satélites.

La ubicación del modem Celular y GPS, deberá ser instalado en un lugar seguro, con las debidas protecciones contra transitorios de voltaje, interferencias electromagnéticas, polarizaciones inversas, manteniendo un voltaje constante ante variaciones de la fuente de alimentación principal, libre de agentes externos que puedan provocar problemas, tales como agua, polvo o golpes de cualquier otro tipo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA DE TEXTO

- HOFFMAN John, GPRS DENYSTIFIED *Plain English Explanations of technology, markets, and management issues*, Mc Graw Hill 2da Ed., 2002.
- SENDÍN ESCALONA Alberto, *Fundamentos de los sistemas de comunicación*.
- Manuales de MOTOROLA, *Descripción Genérica del sistema SMARTZONE*.
- Manuales de MOTOROLA, *Descripción Genérica del sistema ASTRO*.
- MapInfo Corporation, MapInfo Professional, Guía de Usuario 7.0, Mayo 2002

BIBLIOGRAFÍA DE ARTÍCULO

- RODRIGUEZ Miguel, *Conceptos básicos sobre Sockets*, 25 de septiembre de 2003
- GSM Association, “Guidelines for IPv4 Addressing and AS Numbering for GPRS Network infrastructure and Mobile Terminals”, *Permanent Reference Document: IR.40*, 21 de Septiembre 2001, Versión 3.1.0
- GSM Association, “GPRS Roaming Guidelines”, *Permanent Reference Document: IR.33*, 03 de abril 2003, Versión 3.2.0.
- AGUADO Fernando, “General Packet Radio Service (GPRS)”, Sistema de Telecomunicaciones 2005-2006.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

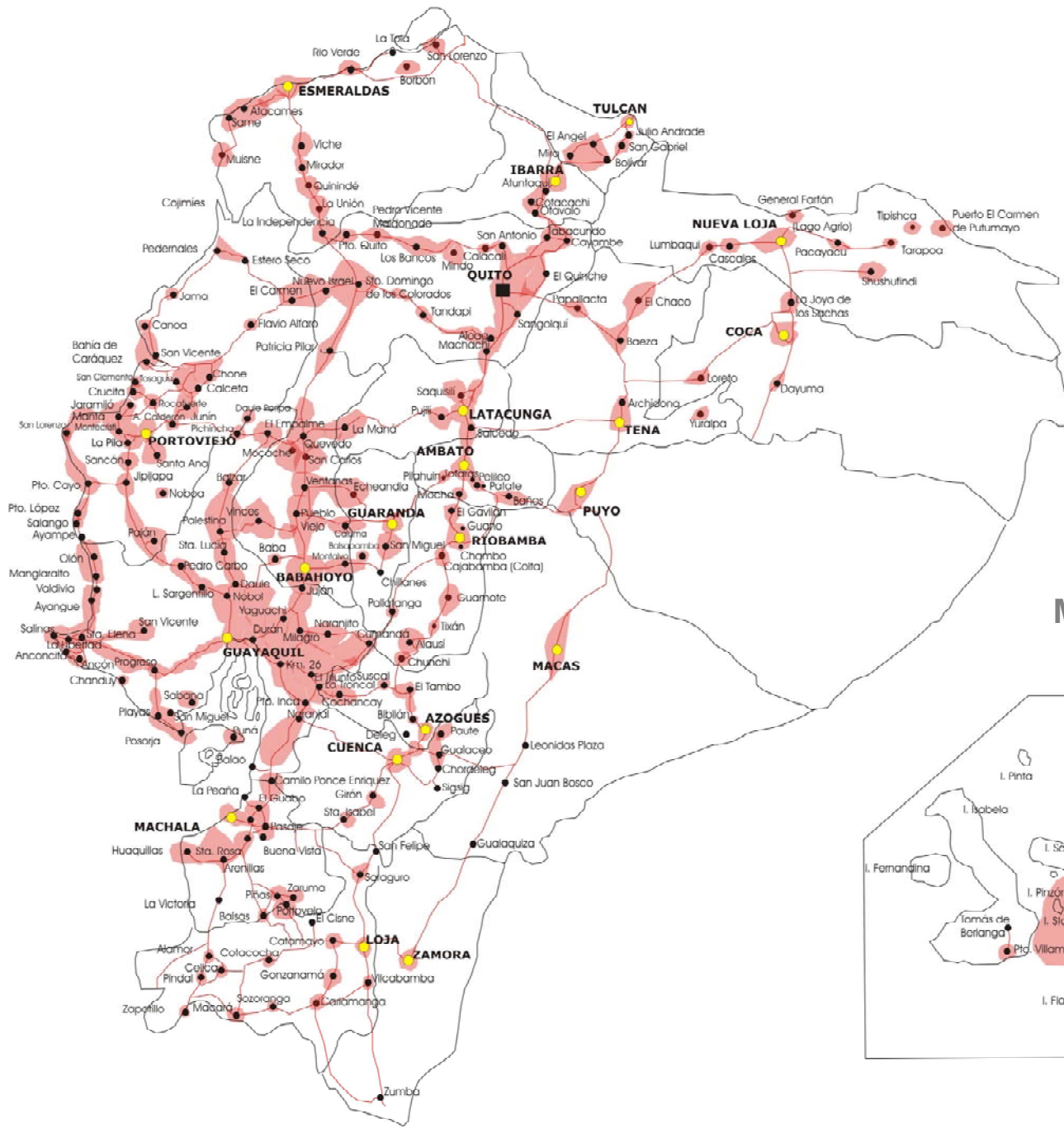
- <http://www.gsmworld.com/technology/gprs/class.html>, **GRPS Class Type**
- <http://www.testdrive.mapinfo.com>, **MapInfo**
- <http://www.macavsat.org/GIS>, **Sistema de Información Geográfica**
- <http://www.trimble.com/gps>, **Sistema de Posicionamiento Global**
- <http://www.garmin.com/aboutGPS>, **Sistema de Posicionamiento Global**
- <http://en.wikipedia.org/wiki/GPRS>, **GPRS**

ANEXO A.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ESTA UNIDAD DE LOCALIZACIÓN
MÓVIL SKYPATROL TT8540 EVOLUTION GSM/GPRS MLU.**

ANEXO B.

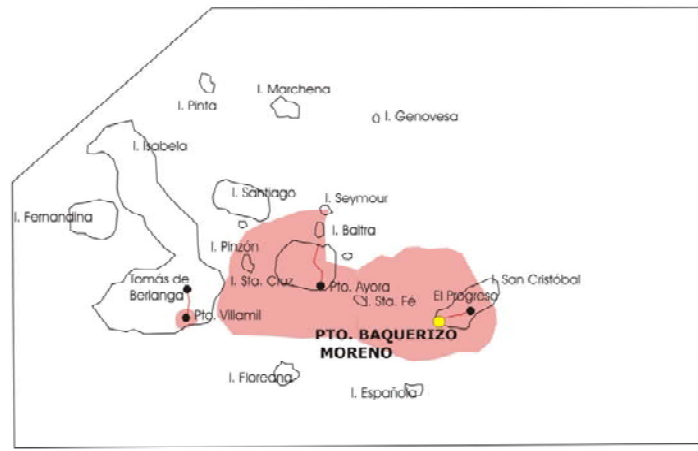
DISTRIBUCIÓN GENERAL DEL ÁREA DE COBERTURA DE LA RED GSM/GPRS
DE CONECEL

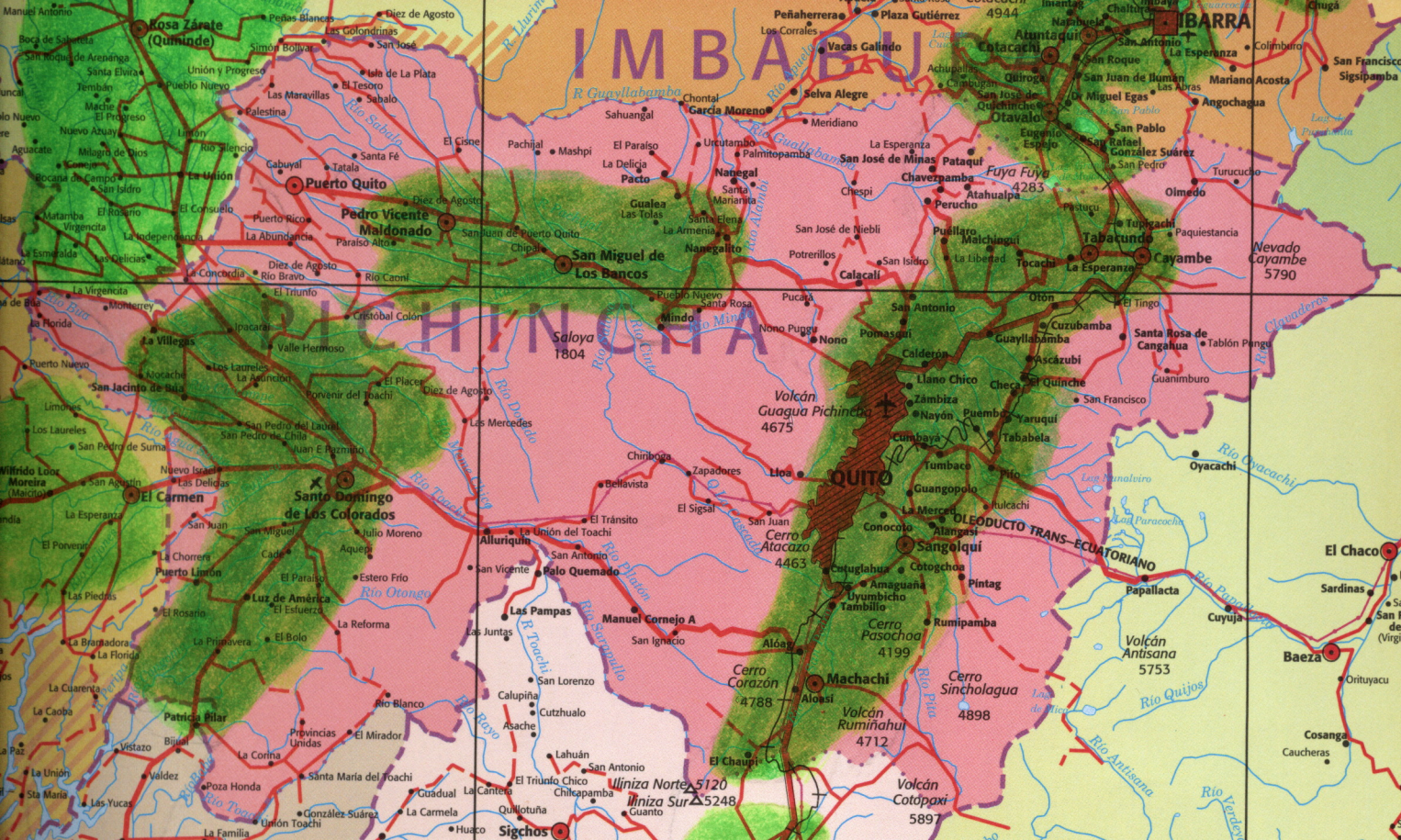


SIMBOLOGIA

- Cobertura GSM
- Capital del País
- Capital de Provincia
- Cantón
- Limite provincial
- Carretera Principal
- Carretera Secundaria
- La Tola

CONECEL
Mapa de Cobertura
GSM/GPRS 2006





IMBABURA

HIÑOCHACA

QUITO

Rosa Zárate (Quiminde)

Puerto Quito

Pedro Vicente Maldonado

San Miguel de Los Bancos

Santo Domingo de los Colorados

Las Pampas

Sigchos

Uliniza Norte 5120

Uliniza Sur 5248

Machachi

Volcán Cotopaxi 5897

Volcán Guagua Pichincha 4675

Cerro Atacazo 4463

Cerro Pasocha 4199

Volcán Rumiñahui 4712

DLEODUCTO TRANS-EQUATORIANO

Volcán Antisana 5753

Volcán Nevado Cayambe 5790

El Chaco

Baeza

COTACACHI

IBARRA

San Jacinto de Tulcan

San Antonio

San Roque

San Juan de Humanitas

San Rafael

San Pedro

San Pablo

San José de Quinchipe

San Juan de los Rios

San Mateo

San Andrés

San Vicente

San Isidro

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

San Juan de los Rios

Sangolquí, 12 de noviembre del 2007

LEGALIZACIÓN

Elaborado por:

Tnte. Lcdo. Luis Adolfo Reyes Zapata

Ing. Gonzalo Olmedo C.
Coordinador de carrera de Ingeniería
en Electrónica y telecomunicaciones