



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**BENEFICIO AL COMERCIO AGRÍCOLA GUATEMALTECO POR MEDIO
DEL SERVICIO GPRS DE LAS REDES GSM EN LUGARES FUERA DEL
ALCANCE DE OTRAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN**

Rony Efraín Gamboa Pérez
Asesorado por el Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo

Guatemala, junio de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**BENEFICIO AL COMERCIO AGRÍCOLA GUATEMALTECO POR MEDIO
DEL SERVICIO GPRS DE LAS REDES GSM EN LUGARES FUERA DEL
ALCANCE DE OTRAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

RONY EFRAÍN GAMBOA PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. ENRIQUE EDMUNDO RUIZ CARBALLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, JUNIO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

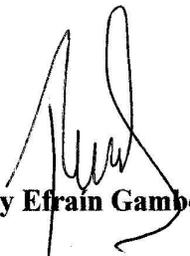
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Julio César Solares Peñate
EXAMINADOR	Ing. Julio Rolando Barrios Archiva
EXAMINADOR	Ing. Luís Eduardo Durán Córdova
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**BENEFICIO AL COMERCIO AGRÍCOLA GUATEMALTECO POR MEDIO
DEL SERVICIO GPRS DE LAS REDES GSM EN LUGARES FUERA DEL
ALCANCE DE OTRAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN,**

tema que me fuera aprobado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, el 26 de octubre de 2007.



Rony Efraim Gamboa Pérez



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 12 de mayo de 2008

Ingeniero
Julio César Solares Peñate
Coordinador Área Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

Estimado Ingeniero:

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de Graduación titulado: **Beneficio al comercio agrícola guatemalteco por medio del servicio GPRS de las redes GSM en lugares fuera del alcance de otras tecnologías de comunicación**, elaborado por el estudiante Rony Efraín Gamboa Pérez.

El mencionado trabajo llena los requisitos para dar mi aprobación, e indicarle que el autor y mi persona somos responsables por el contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente,



Ing. Enrique Edmundo Ruiz Carballo
ASESOR



Guatemala, 26 de MAYO 2008.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director
Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
**Beneficio al comercio agrícola guatemalteco por medio del servicio
GPRS de las redes GSM en lugares fuera del alcance de otras
tecnologías de comunicación,** del estudiante: **Rony Efraín Gamboa
Pérez,** por considerar que cumple con los requisitos establecidos para tal
fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,



ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador Area de Electrónica

JCSP/sro

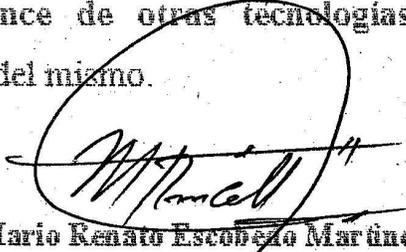
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante, RONY EFRAIN GAMBOA PÉREZ titulado: Beneficio al comercio agrícola guatemalteco por medio del servicio GPRS de las redes GSM en lugares fuera del alcance de otras tecnologías de comunicación, procede a la autorización del mismo.




Ing. Mario Renato Escobedo Martínez

DIRECTOR

GUATEMALA, 29 DE MAYO 2008.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **BENEFICIO AL COMERCIO AGRÍCOLA GUATEMALTECO POR MEDIO DEL SERVICIO GPRS DE LAS REDES GSM EN LUGARES FUERA DEL ALCANCE DE OTRAS TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Rony Efraín Gamboa Pérez**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy ~~Olimpo~~ Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, junio de 2008

ACTO QUE DEDICO A

Dios, por su fidelidad conmigo en todo momento durante los días difíciles y apacibles.

Mis padres Edith Iliana Pérez Pérez y Rony Ariel Gamboa Ramos, por su amor y sacrificio.

Mis hermanas Ingrid y Susana, por su apoyo y amistad incondicional; a mis tíos Freddy, Deby y Marlon por su apoyo siempre dispuesto en cualquier momento; a mi cuñado Herson y sobrino Fernando por su amistad y cariño; a mis abuelitos, quienes fueron la base de mi familia; en especial a mi abuelito Efraín Gamboa que en la presencia de Dios descansa, por su cariño, apoyo y sus consejos, los cuales en la vida me han ayudado a crecer como persona íntegra y temerosa de Dios.

Mis amigos, compañeros y colegas Saulo Martínez, Alex Muñoz, Hugo Muñoz, Melvin Galicia, Pedro Morales, Leonel Morales, Mario Yan, Alejandro Sandoval, Geobani Meléndez, Mario Eguizabal, Ulises Juárez, Halvin Gómez, de quienes he aprendido los conocimientos que me permitieron realizar este trabajo de graduación y también el significado de la palabra Amistad.

La tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería y todos los catedráticos mi mayor gratitud.

Dios bendiga a todas estas personas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE ABREVIATURAS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción del sistema GSM.....	1
1.1.1 Interconexión y arquitectura del sistema GSM.....	2
1.1.2 Interfaces y protocolos de señalización del sistema GSM.....	5
1.1.3 Acceso al medio.....	10
1.1.4 Canales físicos y lógicos.....	16
1.2 Servicio de datos GPRS.....	16
1.2.1 Arquitectura de la red GPRS.....	17
1.2.2 Subsistema de estaciones base GPRS.....	18
1.2.3 Nodos de soporte GPRS.....	19
1.2.4 Terminales GPRS.....	20
1.2.5 Enrutamiento de datos.....	20
1.2.5.1 Enrutamiento de paquetes de datos.....	20
1.2.5.2 Manejo de movilidad.....	22
1.3 Estándares y protocolos para la interconexión de las redes de datos.....	23

2. DESARROLLO DE LA PÁGINA WAP	
2.1 Protocolo de acceso inalámbrico.....	27
2.1.1 Arquitectura WAP.....	30
2.1.1.1 Agente del usuario.....	30
2.1.1.2 La puerta WAP.....	31
2.1.1.3 El servidor.....	32
2.1.2 Protocolos WAP.....	33
2.2 Software para la elaboración de la página.....	38
2.3 Estructura y diseño de la página.....	38
2.4 Presentación de la página.....	40
3. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	
3.1 Formas de acceso.....	43
3.2 Equipo necesario para la implementación del sistema.....	43
3.3 Estudio de calidad, factibilidad y cobertura de la señal móvil celular.....	44
3.3.1 El operador “A”.....	44
3.3.2 El operador “B”.....	45
3.3.3 El operador “C”.....	45
4. VIABILIDAD DEL PROYECTO	
4.1 Análisis de costos de interconexión actual entre centrales.....	47
4.2 Análisis de costos de la implementación del sistema comparado con el sistema que utiliza actualmente.....	48
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFÍA	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Representación a bloques del sistema GSM y sus subsistemas	2
2	Interconexión de elementos en la red GSM.....	4
3	Protocolos e interfaces de señalización.....	10
4	FDMA y TDMA en la interfaz Um.....	12
5	Estructuras de tramas.....	15
6	Arquitectura de la red GSM y GPRS.....	17
7	Enrutamiento de datos.....	21
8	Protocolos entre las redes GSM y GPRS.....	24
9	Estructura del protocolo WAP.....	28
10	Comparación de navegación fija y móvil.....	29
11	La puerta WAP.....	31
12	Código fuente y ejecución de la carta 1, en WAPTor.....	40
13	Código fuente y ejecución de la carta 2, en WAPTor.....	41

TABLAS

I	Interfaces entre elementos de la arquitectura GSM.....	6
II	Canales lógicos GSM.....	14
III	Interfaces entre las redes GSM y GPRS.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS

GSM	Global System for Mobile Communications
SS	Switching Subsystem
BSS	Base Station Subsystem
OMCS	Operation a Maintenance Subsystems
MS	Mobile Station
BTS	Base Transceiver Station
BSC	Base Station Control
IP	Internet Protocol
PCU	Protocol Control Unit
CCU	Channel Control Unit
LLC	Logic Link Control
GPRS	General Packet Radio Service
SGSN	Servicing GPRS Support Node

GGSN	Gateway GPRS Support Node
VLR	Visitor Location Register
HLR	Home location Register
GTP	GPRS Tunneling Protocol
L2TP	Layer 2 Tunneling Protocol
ISDN	Integreted Services Digital Network
QoS	Quality of Service
BEC	Backward Error Correction
PLL	Physical Link subLayer
WSP	Wireless Session Protocol
WTA	Wireless Telephony Application
WTP	Wireless Transport Protocol

GLOSARIO

Um	Medio por el cual las ondas electromagnéticas se propagan.
Ancho de banda	Medida de capacidad de transmisión expresada en hertz, lo cual indica la energía en un intervalo de frecuencia.
TDMA	Método de acceso de transmisión durante períodos de tiempo establecido, permitiendo varias transmisiones a diferente destino desde un mismo origen y viceversa.
Ruido	Fenómeno físico natural y artificial que generan señales eléctricas no deseadas, que se infiltran en las señales eléctricas de información, alterándolas, siendo esta la razón por cual la señal original se distorsiona.
Bit	Unidad elemental binaria de medida de la información.
FDMA	Multiplexación por división de frecuencia, se refiere al método de transmisión donde los canales de información ocupan un ancho de banda distinto uno con otro.
OSI	Modelo de interconexión de sistemas abiertos. Este modelo se basa en una propuesta que desarrolló la organización internacional de normas como primer paso hacia la estandarización de los protocolos de comunicación.

RESUMEN

El sistema de comunicaciones móviles GSM, es un estándar para las comunicaciones inalámbricas digitales, se desarrollo en Europa, en consecuencia de las limitantes de las comunicaciones análogas.

Para crear un estándar era una responsabilidad muy compleja y de interes para los proveedores de este servicio, por lo cual se organizaron llegando a un acuerdo entre los países europeos, estandarizado en la banda de 900Mhz.

Entre las ventajas del GSM esta la facilidad de movilidad del usuario, los servicios suplementarios como buzón de voz, y desvíos a otros números celulares, el servicio de datos GPRS, como la navegación en la Internet con la misma movilidad que al realizar una llamada.

Las comunicaciones celulares fueron avanzando rápidamente, como la implementación de nuevos servicios, y la capacidad de los teléfonos celulares fueron aumentando, exigiendo mayores servicios, como el correo electrónico, video llamadas, mensajes multimedia, todos estos servicios necesitaban de un protocolo creado específicamente para las comunicaciones celulares, considerando el poco ancho de banda, ruido presente, cambios de cobertura entre celdas, etc. fue el motivo por el cual el protocolo WAP surgió.

El protocolo WAP fue un desarrollo entre varias organizaciones, fabricantes de teléfonos celulares, este grupo llamado forum WAP, llegaron a un estándar basándose en el modelo OSI considerando las necesidades y limitantes que conllevaban la conexión inalámbrica y navegando a través de esta. Lo cual fue un gran aporte a las comunicaciones celulares, este protocolo fue elaborado con flexibilidad lo cual permite

implementares sobre varias plataformas como el SMS, UMTS, GSM y permite la creación de aplicaciones dinámicas y seguras.

El estudio se divide de la siguiente manera:

Arquitectura de la red GSM: Se explicará el funcionamiento de cada elemento que forma parte del sistema, formas de acceso, formas de comunicación entre móviles y centrales, establecimiento de llamada, una forma específica de cómo funcionan integralmente.

Transmisión de datos: Formas de acceso, canales a utilizar, capacidades de transmisión, y estándares.

Protocolos de acceso inalámbrico: Como es que se relacionan cada protocolo para que cada elemento trabaje de la forma mas precisa, y como el reconocimiento de cada elemento a que capa pertenece.

Aplicaciones basados en protocolos de acceso inalámbrico: Como es que se establece una sesión desde una móvil hasta un servidor de páginas WML.

Mejor proveedor de servicio de datos entre los operadores existentes: Comprobando el servicio de datos, como factibilidad, cobertura y costos que cada operador ofrezca para obtener un mejor criterio para adquirir el servicio.

Costos de implementación de aplicación y sus beneficios: Con base a la información obtenida, se concluye que operador es la mejor opción y pronosticando ganancias por la implementación de una aplicación a cualquier negocio agrónomo.

OBJETIVOS

General

Describir la estructura de la red GSM (Sistema de comunicación móvil Global) como la creación de una aplicación de conexión de datos, basado en el protocolo WAP.

Específicos

- 1 Describir la red GSM, tanto como su arquitectura como sus componentes principales.
- 2 Describir la comunicación de voz y datos, su multiplexación y estructura de la trama, capacidad y cobertura.
- 3 Comprobar las ventajas que tiene la red GSM, principalmente en la conexión de datos, comunicación directa con la Internet con los teléfonos celulares.
- 4 Conocer la evolución de la red GSM y los distintos servicios que ha ido proporcionando en sus distintas fases y los servicios que soporta.
- 5 Analizar las condiciones de mercadeo entre operadores existentes que proveen el servicio de telefonía celular.
- 6 Analizar las ventajas en cualquier negocio agrónomo al implementar una aplicación WAP, accedendo por medio de la red GSM desde un móvil celular.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las comunicaciones inalámbricas han aumentado rápidamente, por lo que los servicios exigían más capacidad y estos se volvían más complejos y los usuarios aumentaban considerablemente, por lo que fue definitivo; las comunicaciones analógicas no podrían manejar, por lo cual las comunicaciones digitales fueron desarrollándose aún más, por su capacidad, seguridad y calidad de voz. En algunos países ya se provee del servicio de video llamada.

Entre los sistemas digitales el que mayor aceptación y crecimiento esta obteniendo es GSM, una de las principales razones es que a diferencia de otros fueron creados para ser compatibles con análogos existentes, GSM fue pensado directamente como un sistema digital, y con algoritmos de seguridad que lo hacen bastante fiable.

Debido a la gran influencia de las comunicaciones de datos y la evolución de las terminales, ha exigido de una forma muy eficiente en la transmisión de datos entre los servicios de red y los usuarios móviles, por lo cual el desarrollo de un nuevo protocolo para acceso inalámbrico, considerando la movilidad, limitante de ancho de banda, poca capacidad de imagen, poca capacidad de procesamiento. Por lo cual fue el motivo de la creación del protocolo WAP, este es un conjunto de protocolos, que trabajando basándose en el modelo OSI, y las limitantes antes descritas. Lo cual en la actualidad se pronostica que este protocolo seguirá siendo el estándar de transmisión por su eficiente diseño.

El aprovechamiento de estos servicios digitales han sido de beneficio a la economía en general, por la rapidez, eficiencia y seguridad que este provee, por lo cual muchas aplicación basadas en el protocolo WAP, como la presentación de negocios en la Web por medio de un nuevo lenguaje, el cual permita la navegación en la Web, desde

una Terminal celular, aprovechando los beneficios de la red GSM y la red GPRS. Lo cual beneficia en gran manera a los comerciantes sin necesidad de grandes inversiones de dinero, y teniendo una mayor oportunidad de expandir su negocio.

1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción del sistema GSM

El sistema GSM (*“Global System for Mobile communications”*), este sistema esta comprendido Básicamente en tres partes con funciones específicas, estas son: El SS (*“Switch Subsystem”*), BSS (*“Base Station Subsystem”*), OMCS (*“Operations and Maintenance Subsystem”*).

El BSS, esta encargado en interactuar entre el usuario MS (*“móvil Station”*) y el SS. El BSS se comunica con el MS por medio de la BTS (*“Base Transreceiver Station”*), este envía la información a la BSC (*“Base Station Control”*) y este lo codifica y lo envía al SS.

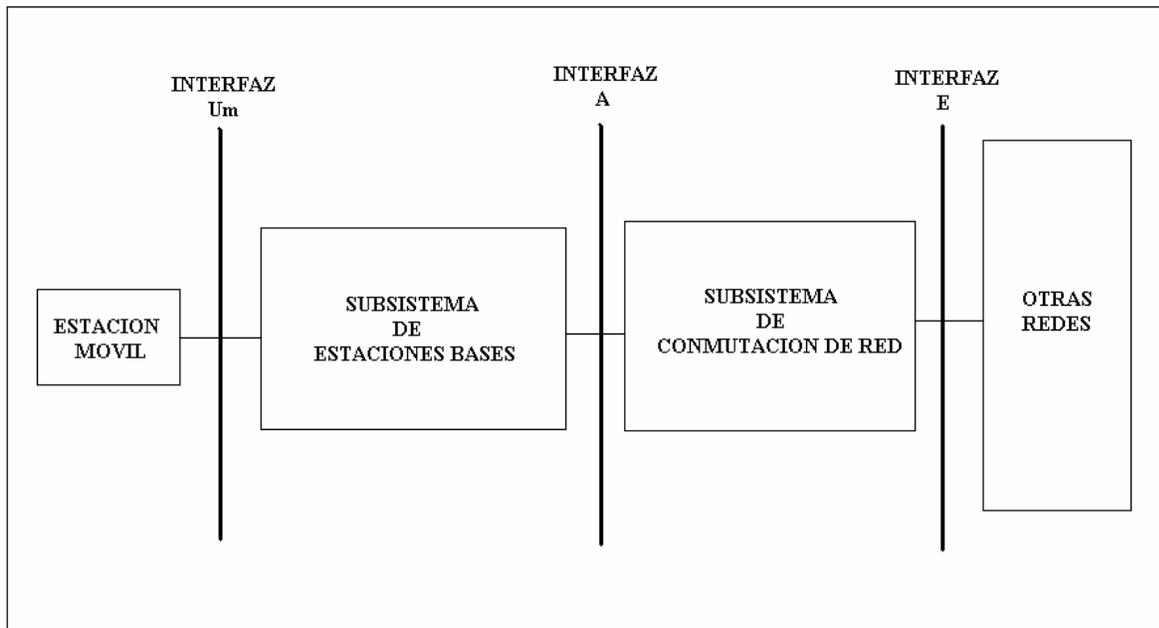
El SS se encarga en recibir la información de la BSC y la envía al destino solicitado, si es a otro MS (destino) lo redirecciona a la BSC que controle la BTS que tiene en su cobertura a este MS (destino), creando la conexión entre el MS (origen) y el MS (destino). Y si el destino en un número fijo, entonces la SS lo envía a la red que contenga a este número destino para crear la conexión.

El OMC (*“Operación and Maintenance Center”*) se encarga en mantener en equipo físico de todas las áreas de la BSC y SS en buen funcionamiento, dándole mantenimiento constante y atender inmediatamente a los equipos con problema y fallos.

1.1.1 Interconexión y arquitectura del sistema GSM

En la figura 1 se representan en bloques los subsistemas del sistema GSM y sus interfaces.

Figura 1. Representación a bloques del sistema GSM y sus subsistemas



Antes de adentrarnos en el proceso de funcionamiento del sistema, es necesario aclarar el funcionamiento de los elementos básicos que forman parte de los subsistemas.

- La SIM (“*Subscriber Identity Module*”) es el que contiene la información que identifica al usuario ante la red, siempre se encuentra físicamente dentro del MS.
- La BTS provee acceso vía radio y conectividad entre la red y la estación móvil.

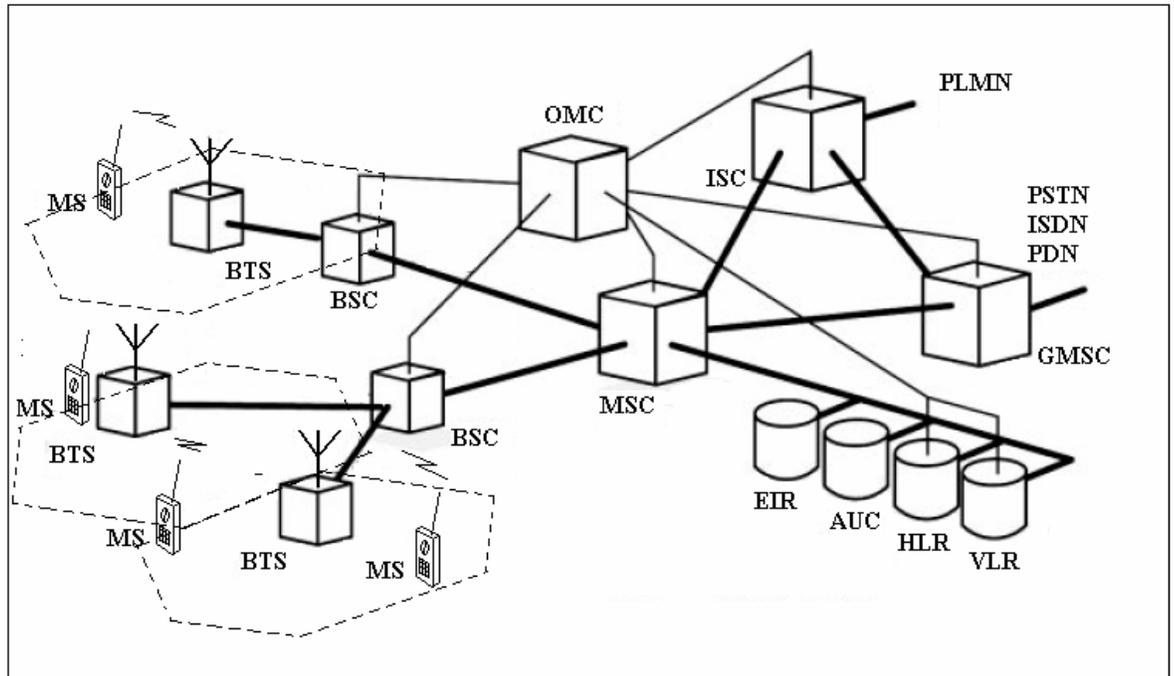
- El TRAU (“*TransReceiver Adaptor Unit*”) se encarga de comprimir los datos desde o hacia la interfaz aérea, este se encuentra físicamente en la BSS, también adapta a los datos con destino a la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados).
- BSC se encarga de todo el control de las funcionalidades de las BTSs.
- El MSC (“*Mobile Switching Center*”) se encarga en enrutar las llamadas entrantes y salientes, en asignar los canales en la interfaz entre la BSC y la MSC es parte de la SS.
- El HLR (“*Home Location Register*”) contiene toda la información del usuario concerniente a servicios provisionados, localización física, del mismo.
- El VLR (“*Visitor Location Register*”) básicamente fue creada para liberar de carga al HLR, contiene la misma información y es utilizada mayormente cuando se encuentra en intinerancia.
- El AuC (“*Authetication Center*”) genera y almacena información respecto a seguridad, genera claves para autenticación y encriptación.
- El EIR (“*Equipment Identity Register*”) contiene información concerniente al equipo que el usuario utiliza como por ejemplo el IMEI (“*Internacional Mobile Equipment Identity*”), esta información es utilizada para tener control de equipo autorizado y usuarios relacionados para proveer servicio de seguridad y restricción por robo.
- El GMSC (“*Gateway Mobile Swicthing Center*”) este se encarga de entregar la llamada o conexiones con destino a otras MSCs. o redes como por ejemplo:

RDSI, PSTN (*“Public Service Telephone Network”*) y las PDN (*“Public Digital Network”*).

- ISC (*“Internacional Switching Center”*) es el que se encarga en enrutar a las llamadas con destino internacional.
- PLMN (*“Public Land Mobile Network”*) es reconocida como la región geográfica que contiene en ella redes de comunicación móvil, al expresarse de un segundo PLMN se refiere a otra zona geográfica limitada por líneas fronterizas.
- El SMS-G (*“Short Message Service - Gateway”*) este término es utilizada como representación de el conjunto de todas las pasarelas que proporcionan servicio de mensajería corta. Como el SMS-GMSC (*“Short Message Service – Gateway Mobile Switching Center”*) y el IWMSC (*“InterWorking Mobile Switching Center”*) encargado de originar los mensajes cortos.

En la Figura 2 podrán observar como están interconectados estos elementos y a cuál subsistema pertenecen.

Figura 2. Interconexión de elementos en la red GSM



1.1.2 Interfaces y protocolos de señalación del sistema GSM

Dentro de la interconexión entre cada elemento existe una interfaz independiente y esta se desempeña por medio de un protocolo específico conforme a su funcionamiento. En la tabla I se muestran las distintas interfaces más importantes dentro del sistema, como también el tipo de protocolos de señalización e información que estos utilizan.

La tasa de transmisión de datos de usuario como de señalización varía en cada subsistema, 16 / 64 Kbps es la tasa que utiliza el BSS y 64 Kbps / 2 Mbps en el SS, el cual varía en Estados Unidos utilizando 1.544 Mbps.

La señalización dentro del sistema GSM se puede dividir en dos partes, una es la señalización interna propia del BSS incluyendo la interfaz de radio y la segunda sería el

SS#7 (*Sistema de Señalización 7*), utilizada en el SS con otros PLMNs. Otros protocolos de señalización mas específicos, como el que interviene en la conexión como en la transmisión de datos provenientes del usuario es el ISUP (*ISDN User Protocol*), el protocolo que interviene entre la MSC, VLR y HLR conocido como MAP (*Mobility Application Part*), el protocolo que interviene entre la MSC y el BSS conocido como BSSAP (*BSS Application Protocol*), todos estos basados en el SS#7. El BSS utiliza un protocolo específico, que no pertenece al SS#7. Todas las interconexiones entre cada elemento es variable como puede ser cobre, microondas, fibra, etc.

Tabla I. Interfaces entre elementos de la arquitectura GSM

Interfaz	Situada entre	Descripción	Intercambio de información	
			Trafico Usuario	Protocolo Señalización
A	MSC-BSC	Permite el intercambio de información sobre la gestión del subsistema BSS, de las llamadas y la movilidad. también por medio de esta, se negocian los circuitos que serán utilizados entre el BSS y el MSC	Si	SS#7
Abis	BSC-BTS	Permite el control del equipo de radio	Si	LAPD
B	VLR-MSC asociados	VLR es la base de datos que contiene toda la información de localización y servicios provisionados. El MSC al desear esta información de cierto usuario consulta al VLR. Esta interfaz NO debe ser externa par el desempeño y el volumen de información.	No	MAP/B

C	HLR-GMSC	Es la interfaz utilizada por los gateways GMSC para enlutar la llamada hacia el MSC destino. La GMSC no necesita contar con un VLR, se trata de un nodo que solo transmite llamadas.	No	MAP/C
D	VLR-HLR	Permite intercambiar la información entre ambas bases de datos, esta información se encuentra relacionada con la posición del móvil y la gestión del servicio contratado por el usuario.	No	MAP/D
E	MSC-MSC	Permite intercambiar la información necesaria para iniciar y realizar un intercambio Inter-MSC cuando el móvil cambia de área de influencia de un MSC a otro.	Si	MAP/E, RDSI, ISUP
F	MSC-EIR	Utilizada cuando el MSC desea comprobar el IMEI de un equipo.	No	
G	VLR-VLR	Utilizada para permitir la interconexión entre dos VLRs de diferentes MSCs.	No	MAP/G
H	MSC-SMSG	Es la que transporta la información concerniente a mensajería corta.	Si	MAP/H
I	MSC-MS	Permite el intercambio transparente de datos entre el MSC y el MS, a través de BSS		
Um	BSS-MS	Es la interfaz de radio, se encuentra entre la BSS y la estación móvil.	Voz: 13 Datos: 9.6 Kbps	LAPDm

En la interfaz A se transmite desde la BSS hacia la MSC información de manejo, movilidad y tráfico de voz, en las interfaces Abis y Um estando estas entre la BTS y el BSC y entre la MS y BTS respectivamente; transmitiendo información de manejo, movilidad u administración de canales.

La MSC al necesitar información de localización o actualización de localidad del usuario se comunica con el VLR a través de la interfaz B, también al activarse los servicios suplementarios desde algún usuario, la MSC recibe este comando y lo actualiza en el VLR y este actualiza al HLR. Esta actualización se hace a través de la interfaz D en esta interfase se intercambia información de movilidad y gestión del usuario, el VLR actualiza al HLR con la actual localización del usuario como el actual MSRN (*“Mobile Station Roaming Number”*), El HLR envía todos los datos del usuario al VLR necesarios para proveerle el servicio personalizado de acceso solicitados por el mismo usuario. El HLR también es responsable por la cancelación del registro en el antiguo VLR solicitado por el mismo usuario, luego de recibir la confirmación desde el nuevo VLR que un nuevo registro se ha creado. Si durante la creación del nuevo registro, el nuevo VLR necesita información del antiguo VLR este lo hace directamente desde la interfaz G. Aun más si durante la creación de un nuevo registro se necesita verificar la identificación del usuario o del equipo, la MSC puede verificar al EIR, a través de la interfaz F.

La MSC tiene otras interfaces aparte de la A y B, estas son la C y E. Por ejemplo, cuando se requiere de transmitir información de recarga o la solicitud de enrutamiento durante una solicitud de llamada la MSC debe tener acceso al HLR a través de la interfase C. también cuando el MS durante una llamada cambiara de cobertura de una MSC a otra, estas se comunican a través de la interfaz E. Si una llamada proveniente desde una red fija, y su conmutador no logra acceder al HLR de la red destino, el conmutador enrruta la llamada hacia el GMSC y este hace la consulta al HLR a través de la interfase C. En la práctica el GMSC es el mismo MSC.

En la figura 3 se muestra los protocolos que intervienen entre los elementos básicos de la arquitectura GSM.

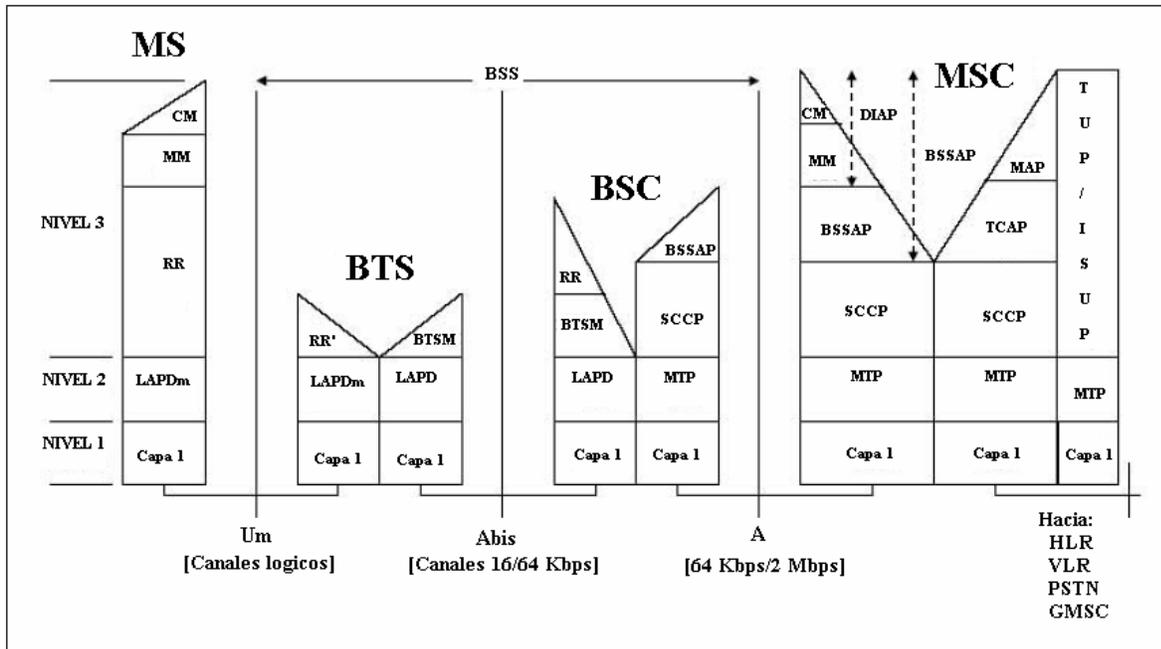
Se observa en el lado de la estación móvil los tres primeros niveles: CM (*Administrador de Comunicación*) es el responsable de gestión de llamadas a solicitud de los usuarios, MM (*Administrador de Movilidad*) es el encargado por el mantenimiento de la información de la localización y movilidad del usuario y RR (*Recursos de Radio*) es el responsable por el establecimiento y mantenimiento del enlace entre el MS y el MSC, que corresponden al Nivel 3 de modelo OSI. El nivel RR' corresponde con parte de funcionalidad del nivel RR para agilizar la gestión de recursos radio en traspaso que es administrada por el BTS. Los protocolos LAPD y LAPDm corresponden con el nivel 2 del modelo OSI. El protocolo BTSM (*Administrador de Estaciones Bases Transreceptoras*), es responsable por la transmisión desde el nivel RR al BSC. Los protocolos SCCP (*Protocolo de Control de Conexión por Señalización*) y el MTP (*Protocolo de Transferencia de Mensajes*), hacen parte del SS#7 (*Sistema de Señalización 7*).

La BTS se comunica a la BSC a través del TRAU que se encarga de convertir la tasa de 16 Kbps que recibe de la BTS a una de 64 Kbps para entregarla a la BSC.

En algunas interfaces solamente se transfiere información de señalización, para lograrlo utilizan el MAP (*Protocolo de Aplicación móvil*) basado en el SS#7.

El GMSC establece una llamada de tráfico a una tasa de 64 Kbps hacia una RTPC (Red de telefonía Pública Conmutada) o a una RDSI por medio del protocolo ISUP (*Protocolo de Usuarios de Servicios Integrados*).

Figura 3. Protocolos e interfaces de señalización



1.1.3 Acceso al medio

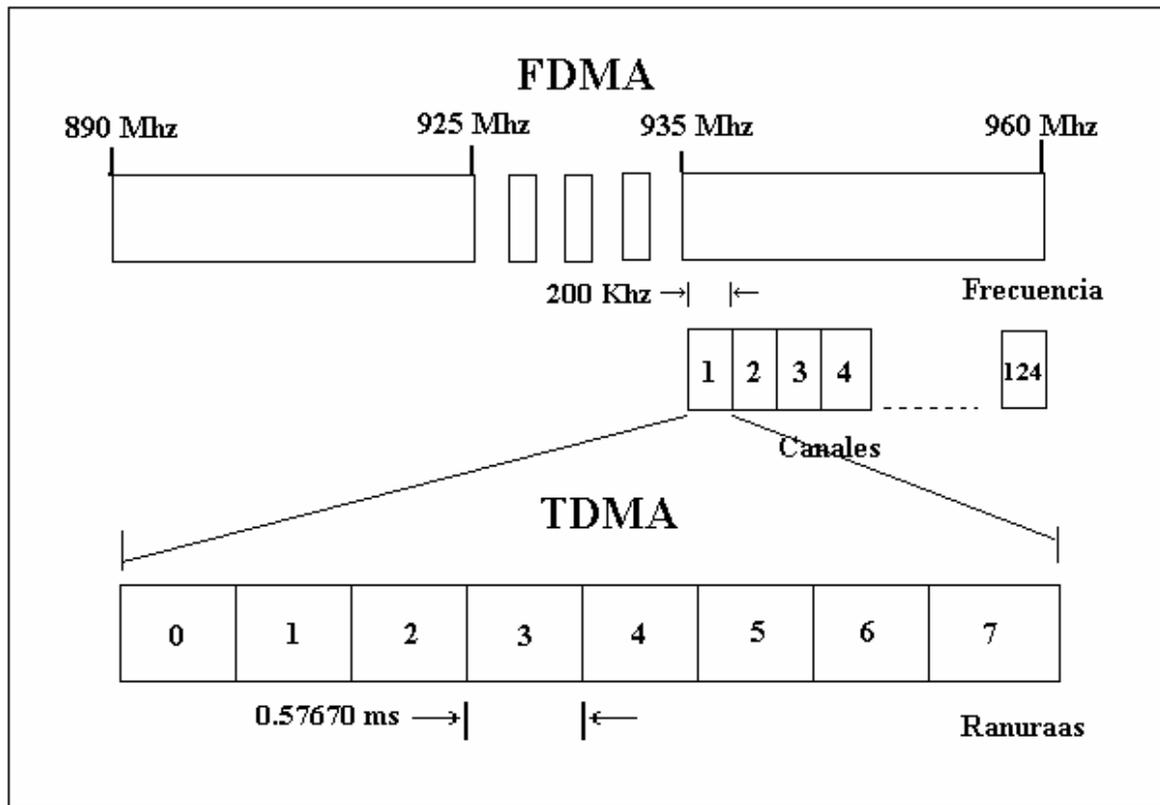
GSM utiliza una combinación de TDMA (*Múltiple Acceso por División en Tiempo*) y FDMA (*Múltiple Acceso por División en Frecuencia*), en GSM hay reconocidos dos rangos de frecuencia utilizables el GSM-900 con dos rangos de 25 Mhz una de subida y una de bajada, estas bandas son usadas en modo de FDD (*“Frequency Division Duplex”*) el rango de subida entre el MS y la BTS esta entre 890 - 915 Mhz, el rango de bajada entre la BTS y la MS esta entre 935 - 960 Mhz, cada canal tiene un ancho de 200 Khz., esto equivale a 124 radio canales y el GSM-1800 con dos rangos de 75 Mhz una de subida y una de bajada, el rango de subida esta entre 1710 – 1785 Mhz y el de bajada esta entre 1805 – 1880 Mhz , cada canal tiene una ancho de 200 Khz. esto equivale a 375 radio canales. La modulación que se utiliza es el GMSK (*Cambio Mínimo de Clave Gaussiano*), el cual permite una modulación hasta los 270 KBps. El TDMA entra en aplicación en cada radio canal, el cual se divide por tramas de 1250 bits y cada trama se

divide en ocho ranuras de 156.25 bits, basándose con estos datos, indica que cada ranura tendrá una duración de 0.5767 ms, si cada usuario tiene una ranura por trama a su disposición este tendrá una capacidad de 33.75 Kbps. En la figura 4 se muestra la aplicación del FDMA y el TDMA en la frecuencia GSM-900 con sus respectivos rangos y numeraciones.

Existen varios tipos de ráfagas, las cuales se observan en la Figura 4, los cuales se describen a continuación:

- La NB (*Ráfaga Normal*): se utiliza para transmitir información de voz y de control excepto del RACH (*Canal de Acceso Aleatorio*). Cada ráfaga esta separada por un período de guarda, en el cual no se transmite ningún tipo de datos, cada ráfaga contiene tres de cola en ambos extremos los cuales su estado lógico será “0”, durante este intervalo se aprovecha en el cambio de potencia de salida de transmisión y también es necesario por la desmodulación. Los bits SF (*Bandera de Robo*) son bits de señalización que indican que la información que conlleva la ráfaga es de datos o de señalización, fue creado por precaución al ser necesario un canal de trafico para enviar algún dato de extrema urgencia a través del FACCH (*Canal de Control de Acceso Rápido*) como un traspaso de MSC (El traspaso de MSC es una de las mayores causas de la caída de una llamada), por eso el nombre que se “roba” la ranura solamente en ese específico momento. Contiene dos bloques de 57 bits de datos con protección contra errores y el código de canal del usuario, separados por un bloque separador de 26 bits, este bloque separador tiene patrones establecidos, la secuencia de entrenamiento es para monitorear el canal utilizado para optimizar la recepción con un ecualizador y para sincronizar.

Figura 4. FDMA y TDMA en la interfaz Um



- *FB (Ráfaga de Corrección de Frecuencia)*: Es utilizada para sincronizar al MS con la frecuencia de comunicación del MS. La repetida transmisión de FBs se le conoce como el FCCH (*Canal de Control de Frecuencia*), los tres bits de cola son del mismo estado al del NB esta ráfaga es normalmente transmitida por el BCCH. La MS puede auto sincronizarse utilizando el FCCH de la BTS.
- *SB (Ráfaga de Sincronismo)*: Es utilizada para sincronizar al MS con la ranura en TDMA que esta usando actualmente. El largo bloque intermedio contiene el número de la ranura actualmente utilizado por la MS el RFN (*Número de Ranura TDMA Reducida*) y el BSIC (*código de Identificación de la estación*

Base), la repetida transmisión de las *Ráfagas de Sincronismo* es considerado como el SCH (*Canal de Sincronismo*).

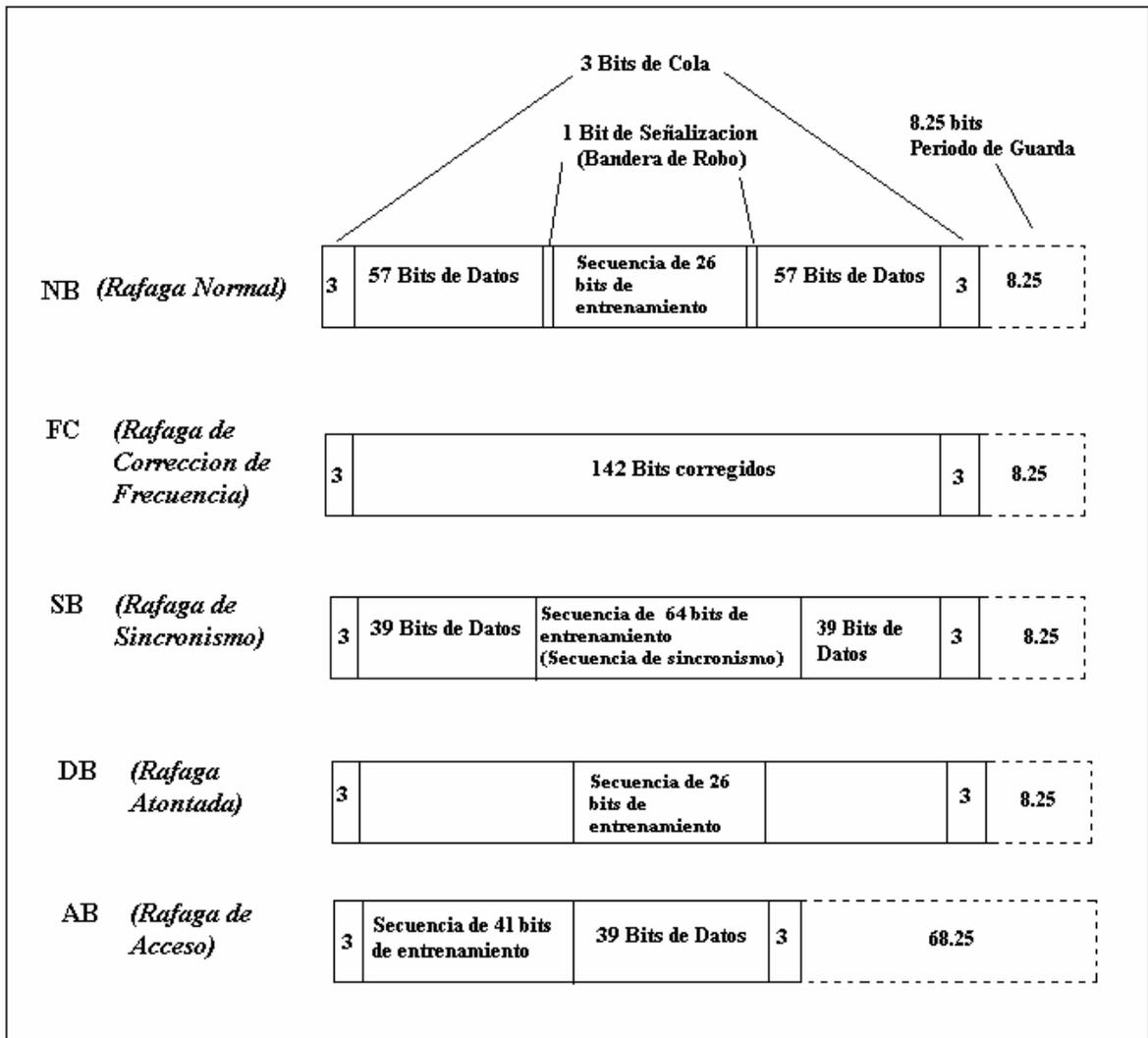
- DB (*Ráfaga Atontada*): Esta ráfaga es transmitida solamente en una frecuencia de la celda, esta solo se transmite por la BCCH cuando no hay tráfico, esta ráfaga es aprovechada por la MS para medir la potencia de transmisión de la BTS, a esto también se le llama como monitoreo de calidad.
- AB (*Ráfaga de Acceso*): Esta ráfaga es utilizada por la RACH, esto indica que puede utilizarse cualquier canal que este libre, el período de guarda es largo para reducir la probabilidad de colisión entre ranuras siendo utilizadas ya que las MS que están lanzando ABs a través de la RACH no están todavía sincronizadas.

En la tabla II se muestran los diferentes tipos de canales lógicos existentes.

Tabla II. Canales lógicos GSM

Tipo de canal	Denominación		Descripción
Canales de tráfico (<i>Traffic Channel</i> – TCH)	TCH/FS		S: Voz (<i>Speech</i>).
	TCH/F9.6		9.6: Datos a 9600 bps.
	TCH/F4.8		4.8: Datos a 4800 bps
	TCH/F2.4		2.4: Datos a 2400 bps
	TCH/HS		F: <i>Full Rate</i> . Los datos del usuario se mandan en una ranura en cada trama.
	TCH/H4.8		H: <i>Half Rate</i> . Los datos del usuario se envían en una ranura cada dos tramas.
	TCH/H2.4		
Canales de Control (<i>Control Channel</i> - TCH)	Canales de Transmisión General (“ <i>Broadcast Channels</i> ”)	BCCH	Canales de control que permiten el enganche de los móviles y el monitoreo de las potencias de las celdas vecinas.
		FCCH	
		SCH	
	Canales Comunes de Control (“ <i>Common Control Channels</i> – CCCH”)	PCH	Estos canales permiten el establecimiento de llamadas como la asignación de canales de control.
		RACH	
		AGCH	
	Canales de Control Dedicados (“ <i>Dedicate Control Channels</i> ”)	SDCCH	Estos canales prestan el servicio de señalización y supervisión del usuario.
		FACCH	
		SACCH	

Figura 5. Estructura de tramas



1.1.4 Canales físicos y lógicos

Cada canal de radio frecuencia definida en cada BTS está dividida en 8 ranuras denominados canales físicos, con los canales lógicos definidos por su propio término, lo cual indica que son identificados por cortos trazos binarios, lo cual permite varios canales lógicos dentro del mismo canal físico..

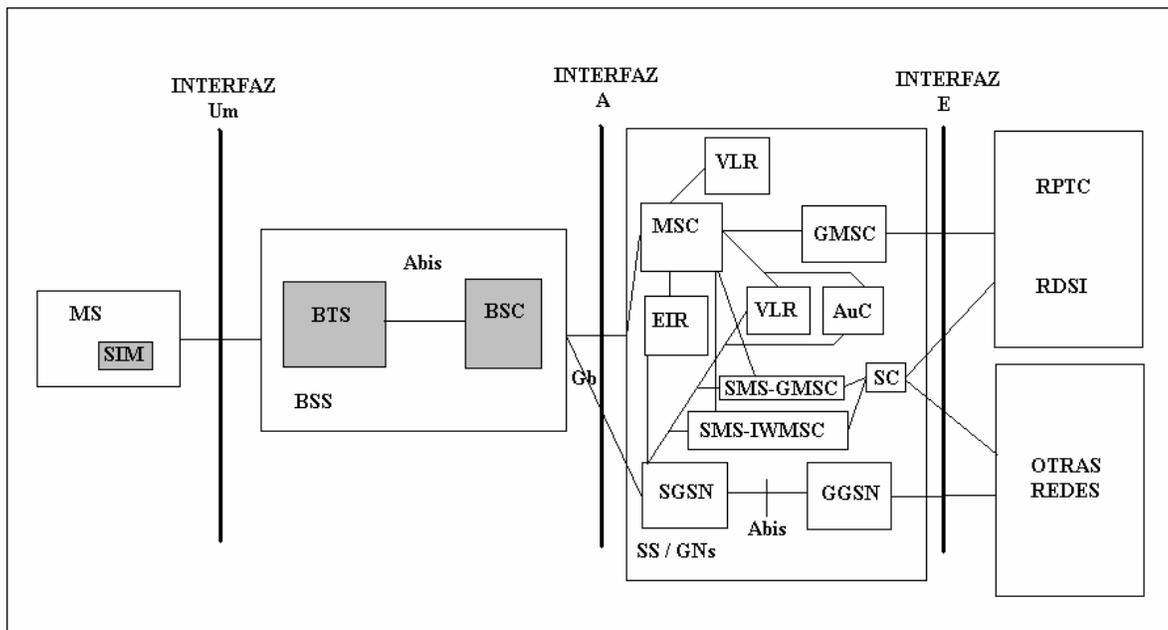
1.2 Servicio de datos GPRS

GPRS (*“General Packet Radio System”*), este sistema permite la transmisión de paquetes de datos por medio de acceso de radio sobre la red GSM, creando una extensión de red de conmutación de datos para tener un mejor desempeño en el acceso a las redes públicas de datos, a través de la red GSM, superando la forma tradicional de transmisión de datos en ese entonces. Unos de los factores de este sistema que lo hace tan eficiente es su estructura flexible que permite servicios IP (*“Internet Protocol”*), como también en su infraestructura, distintos tipos de interfaces de aire, integración de la infraestructura de telefonía e infraestructuras de Internet. Con esta implantación da uno de los más conocidos beneficios (*“Always – On”*) siempre encendido, esto permite que el servicio de datos siempre este activado, esto permite ahorrar tiempo, el cual se utilizaba en la configuración y liberación de conexiones dando como resultado un servicio de datos mas veloz.

1.2.1 Arquitectura de la red GPRS

GPRS es una red que utiliza la infraestructura de la red GSM que permite transmitir paquetes a unas tasas de 9.6 a 171 Kbps, para que esta red de datos trabaje en una forma óptima fue necesario adicionar interfaces, protocolos y nuevas terminales que soporten la interfaz de aire extendida y paquetes de datos, con el fin de obtener una red móvil de paquetes de datos. La red GSM/GPRS se observa en la figura 6.

Figura 6. Arquitectura de la red GSM y GPRS



1.2.2 Subsistema de estaciones base GPRS

Son necesarias dos nuevas unidades con funciones específicas para controlar los servicios de paquetes de datos: La unidad de control del protocolo PCU (*“Protocol Control Unit”*) y la unidad de control de canal CCU (*“Channel Control Unit”*).

La unidad de control del protocolo es responsable por la segmentación LLC (*“Logic Link Control”*), la manipulación de acceso al canal, el reparto de los canales, el tratamiento de las retransmisiones y por la administración de los canales de radio.

La unidad de control del canal es el responsable de la codificación del canal, corrección de errores, el intercalado y las medidas de radio.

GPRS no se encarga de la repartición de las responsabilidades entre la BSC y la BTS este tema es específico de la implementación. Una nueva interfaz es la que conecta los BSC y los SGSN (*“Servicing GPRS Support Node”*), por esto mismo es necesario un nuevo protocolo BSSGP (*“Base Station Subsystem GPRS Protocol”*), se supone que la implementación de GPRS fuera necesaria una actualización en la interfaz Gb entre la BTS y el MS. La BSC requiere la instalación de una o varias PCUS y también de actualización de software La BTS también requiere de actualización de software pero no de expansión de hardware. Al generarse una llamada de voz o de datos estos son enviados a través de la interfaz de aire hasta la BTS y luego a la BSC como cualquiera llamada normal de voz, pero el tráfico a la salida de la BSC es repartida si es de voz esta es llevada hacia la MSC como el GSM estándar, si es de datos es desviada hacia la SGSN a través de la PCU con una interfaz (*“Frame Relay”*).

1.2.3 Nodos de soporte GPRS

La estructura de la red GSM ha sido extendida de tal manera que se permite desenvolver como un tipo de conmutador de paquetes de datos, los GSN (*GPRS Support Node*) son los responsables en la entrega y el enrutamiento de los paquetes de datos entre el MS y las redes de datos publicas externas.

Los nodos que componen a este sistema son: El SGSN y el GGSN.

El SGSN esta al mismo nivel jerárquico que los MSCs en la red GSM, es conectado con las BSCs a través de las PCUS. Este nodo es el responsable de la gestión de conexión del MS a la red GPRS ("*GPRS Attach*"); lo que implica el control de acceso a la red GPRS intercambiando información con el GR (*GPRS Register*) análogo al HLR (*Home Local Register*) donde se encuentra el perfil del usuario, gestión de la localización, la movilidad de usuario, dirección actual del SGSN y las direcciones del PDP (*Packet Data Protocol*). El SGSN también es responsable de la selección del nodo GGSN mas apropiado para iniciar una sesión con la red de datos (Internet, red corporativa, etc.). Para que esta sesión pueda ser creada es necesario creación del contexto PDP, lo cual es el protocolo empleado para el intercambio de información entre el SGSN y el GGSN para que la sesión entre el MS y la PDN (*Packet Data Network*) se establezca; esta sesión estará activa hasta que el contexto PDP sea liberado.

El GGSN actúa como la interfaz entre la red troncal GPRS y las redes externas de datos, explicando su función tomando como referencia al GGSN, este recibe los datos desde el SGSN y los convierte al tipo de dato necesario dependiendo la red externa destino (IP o X.25 por ejemplo), enviándolos como tal. En sentido contrario este recibe los datos de la red externa y los convierte al tipo de dato específico del SGSN; las direcciones PDP recibidas son convertidas a direcciones GSM de los destinatarios de tal manera el SGSN identifica el destinatarios de los datos, para esto el GGSN guarda la

dirección del SGSN del usuario consultándolo en el GR, esto implica direccionamiento y enrutamiento. Varios GGSNs pueden estar integrados para soportar varios SGSNs. también se encarga de la autenticación para el acceso a las PDNs, como también la generación de CDRs (“*Call Detail Records*”). Dando una breve comparación en el área de conmutación de la red GSM y GRPS, siendo el de voz la MSC y la GMSC. En datos sería el SGSN y el GGSN respectivamente la comparación de ambos sistemas. Teniendo elementos en común, el VLR, HLR AuC, EIR. Para su respectivo funcionamiento.

1.2.4 Terminales GPRS

Existen 3 clases de terminales: la clase A es la que soporta GPRS y GSM simultáneamente, la clase B monitorea canales GPRS y GSM simultáneamente pero solo puede tener activo uno a la vez, la clase C sólo soporta GPRS o GSM.

1.2.5 Enrutamiento de datos

Uno de los principales requerimientos de una red GPRS es el enrutamiento hacia/desde un móvil, este requerimiento se puede dividir en dos partes: El enrutamiento de paquetes de datos y el manejo de movilidad.

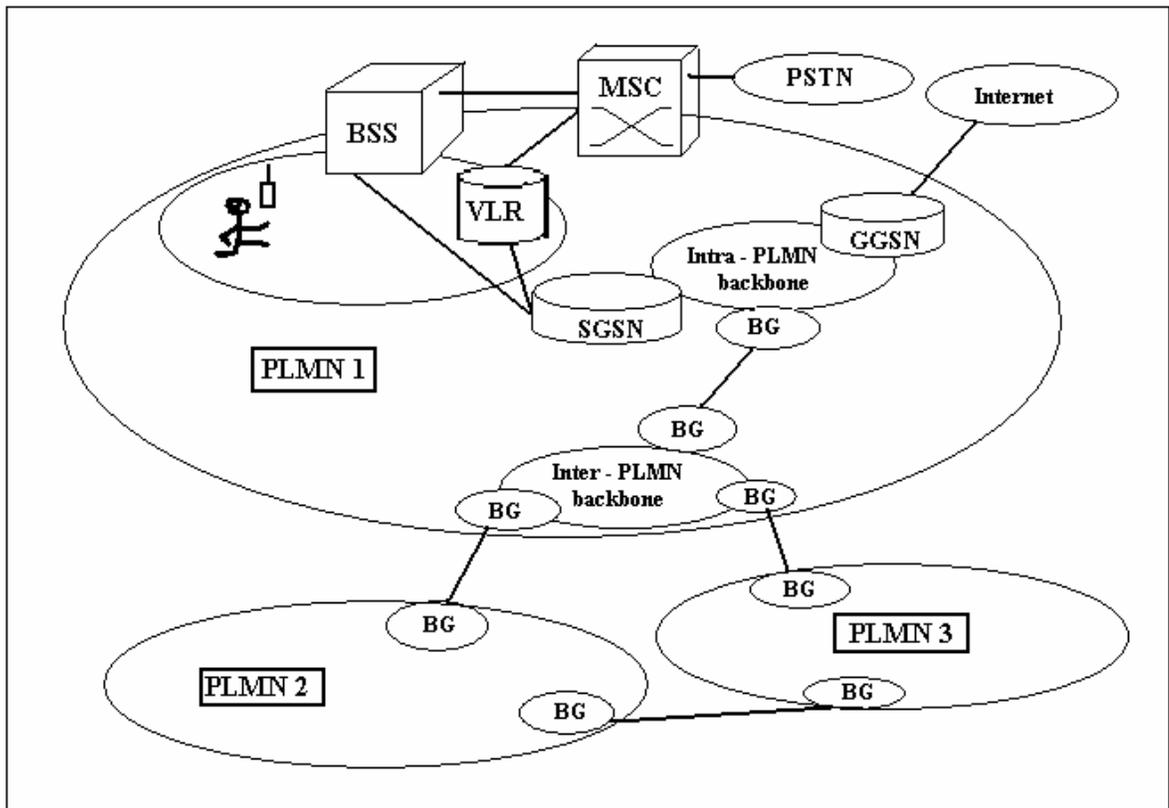
1.2.5.1 Enrutamiento de paquetes de datos

Todos los GSNs se conectan por medio de una red troncal (“*Backbone Network*”), existen dos tipos de redes troncales: (“*Inter – PLMN IP Backbone Network*”) e (“*Intra – PLMN IP Backbone Network*”). (“*Inter – PLMN IP backbone network*”) tiene la responsabilidad de proveer conexión con GSNs de otras PLMN, que por lo cual es necesaria un acuerdo bilateral (*Roaming*). Para instalar esta troncal es

necesario de interfaces fronterizas (“BG Border Gateway”) entre cada PLMN para garantizar la comunicación.

Una red Intra – PLMN IP backbone network tiene la responsabilidad de conectar los GSNs que pertenecen a la misma PLMN, eso significa redes IP privadas en la cobertura de la misma red GPRS.

Figura 7. Enrutamiento de datos



1.2.5.2 Manejo de la movilidad

El área de servicio de un SGSN puede estar distribuida de forma jerárquica, también puede atender varias áreas de localización (“*LA – Location Área*”), que pueden estar determinadas como una o varias áreas de enrutamiento (“*RA – Routing Área*”), las cuales pueden estar comprendidas por una o varias celdas. Como podemos observar la operación de la red GPRS es parcialmente independiente de la red GSM, haciendo uso de elementos de la red GSM para tener un óptimo funcionamiento y aprovechar los recursos libres de la misma.

El red GPRS al móvil se le reconoce en tres estados básicos: activo, en espera (“*Standby*”) y libre (“*Idle*”), a diferencia en la red GSM solo activo y libre. En la red GPRS el estado activo del móvil indica que se encuentra creado el contexto PDP entre el móvil y la red GPRS, en este estado el SGSN reconoce el área de localización de la celda en la cual se encuentra el MS. En el estado de espera el SGSN solo reconoce el área de enrutamiento. Cuando el MS se encuentra en el estado activo o de espera se mueve a otra área de enrutamiento dentro del área de servicio del SGSN, debe de actualizar su nueva área de enrutamiento. En este momento el SGSN actualiza esa información. En el estado libre, el contexto PDP no esta creado y no ha sido asignada ninguna red pública.

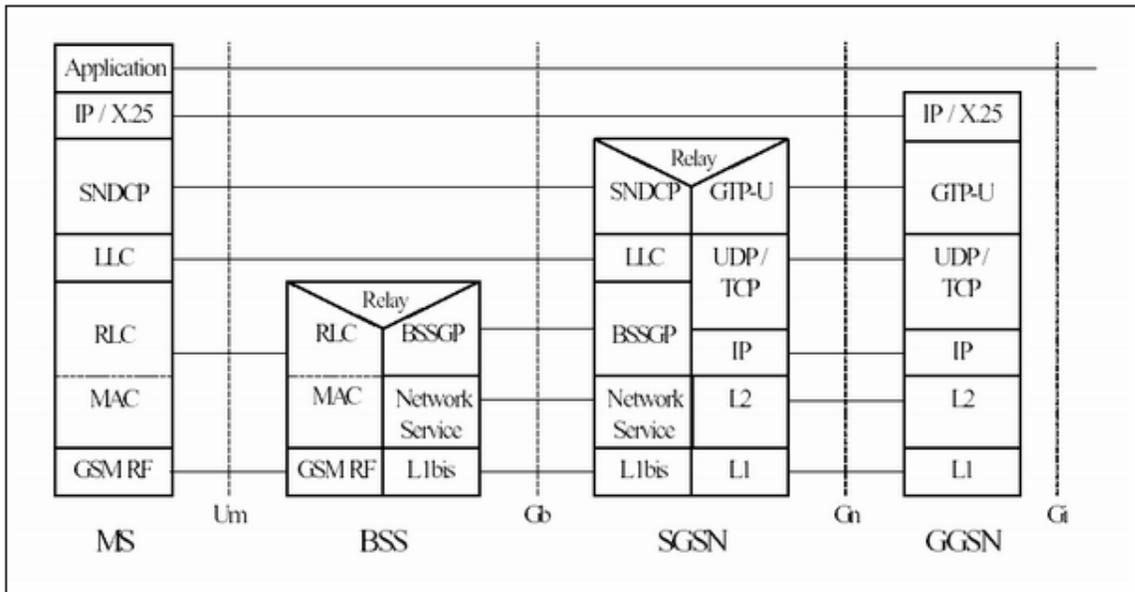
1.3 Estándares y protocolos para la interconexión de las redes de datos

En la tabla III se presentarán las interfaces estandarizadas para el modelo de la red GPRS. Como también en la figura 8 se presenta los protocolos que intervienen entre cada interfaz desde el MS hasta el GGSN.

Tabla III. Interfaces en las redes GSM y GPRS

Interfaz	Situada entre
Gs	Nodos GSN (GGSN, SGSN) y el CG (“ <i>Charging Gateway</i> ”).
Gb	SGSN-BSS (PCU). Normalmente en Frame Relay.
Gc	GGSN-HLR
Gi	GGSN y una red externa de datos (PDN)
Gn	GSN-GSN. Conexión Intra-PLMN red troncal.
Gp	GSN-GSN. Conexión Inter-PLMN red troncal
Gr	SGSN-HLR
Gs	SGSN-MSC/VLR
Gf	SGSN-EIR

Figura 8. Protocolos entre las redes GSM y GPRS



El protocolo que se utiliza entre el SGSN y el GGSN es el GTP (“*GPRS Tunneling Protocol*”) siendo este de nivel 3 parecido al L2TP (“*Layer 2 Tunneling Protocol*”), siendo la interfaz Gn la que interviene entre ellos lo más común utilizado es (“*Fast Ethernet*”). No se explicarán los niveles subyacentes para tener flexibilidad por el equipo a utilizar.

Para la interfaz Gi las interfaces más comunes son la interfaz serial, la interfaz E1/T1 o la interfaz Ethernet. Las interfaces WAN físicas obtienen un amplio rango de protocolos, tales como *Frame Relay*, HDLC (“*High-Level Data Link Control*”), ISDN (“*Integrated Services Digital Network*”).

El protocolo SNDCP (“*SubNetwork Dependent Convergent Protocol*”) es el que interviene entre el SGSN y el MS, este protocolo traza las características de red del nivel subyacente de control de enlace lógico, permitiendo la multiplexación de mensajes nivel

red a un único nivel de enlace lógico virtual, también es responsable de la segmentación, compresión y cifrado.

El protocolo BSSGP (“*BSS GPRS Protocol*”) es el que interviene entre el BSS y el SGSN, se encarga en transportar información referente a enrutamiento QoS (“*Quality of Service*”) y opera sobre (“*Frame Relay*”).

El nivel de enlace fue subdividido en dos subniveles: El LLC y el RLC/MAC (“*Radio Link Control/Medium Acces Control*”).

El LLC proporciona un enlace de alta fiabilidad entre el MS y su SGSN. En implementaciones de mejoras al acceso de radio debe de ser independiente al RLC/MAC cuanto mas sea posible mejor. La funcionalidad del protocolo se basa en LAPDm (“*Link Acces Protocol Digital Channel*”) utilizada en el nivel de señalización GSM.

El RLC/MAC se encarga de proporcionar servicios de transferencia de datos sobre la capa física de interfaz de radio GPRS, de definir los procedimientos de acceso múltiple sobre el medio de transmisión por la utilización de varios canales de trafico, la transmisión de bloques de datos a través del medio aéreo y por el protocolo de corrección de errores BEC (“*Backward Error Correction*”) que consiste en retransmitir los bloques de datos incorregibles.

El nivel físico entre el MS y la BTS se divide en dos subniveles: El subnivel PLL (“*Physical Link subLayer*”) y el subnivel RFL (“*Physical Radio Frecuency subLayer*”).

El PLL se encarga proveer el servicio necesario para transmisión de datos a través de los canales físicos desde el MS y la BSS, esto incluye los montajes de los paquetes de datos, la codificación, detección y corrección de errores de los mismos.

El RFL cumple con la recomendación 05 GSM, que es la modulación y desmodulación de las ondas físicas.

2. DESARROLLO DE LA PÁGINA WAP

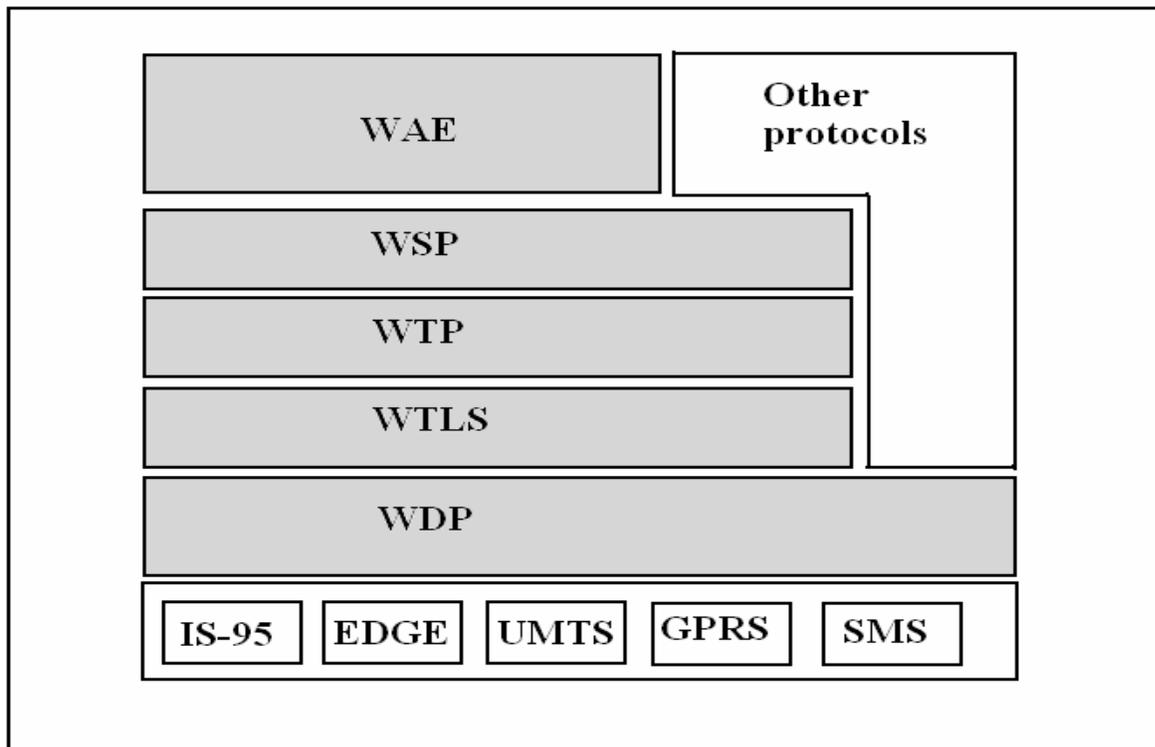
2.1 Protocolo de acceso inalámbrico

EL protocolo de acceso inalámbrico o aplicación inalámbrico fue el producto de una agrupación de diferentes fabricantes de equipo tecnológico, como Ericsson, Motorota, Nokia, Unwired Planet. A esta agrupación le nombraron Forum WAP (“Wireless Acces Protocol”), la cual es actualmente es una de las asociaciones más importantes que aportan a desarrollo de nuevos protocolos y a varios temas importantes en la tecnología actual.

Hay que tener en claro que el protocolo WAP no es competencia de ninguno de los sistemas inalámbricos como el Bluetooth y el GSM. El protocolo WAP es un conjunto de protocolos, alguno de ellos en los cuales la Internet esta basada, haciendo esto compatible cualquier sistema de comunicación con la Web, pero también satisface la necesidad de una comunicación inalámbrica, por la restricción del ancho de banda y la vulnerabilidad en transmisión, lo cual lo hace ideal en las comunicaciones inalámbricas como el Bluetooth y el GSM.

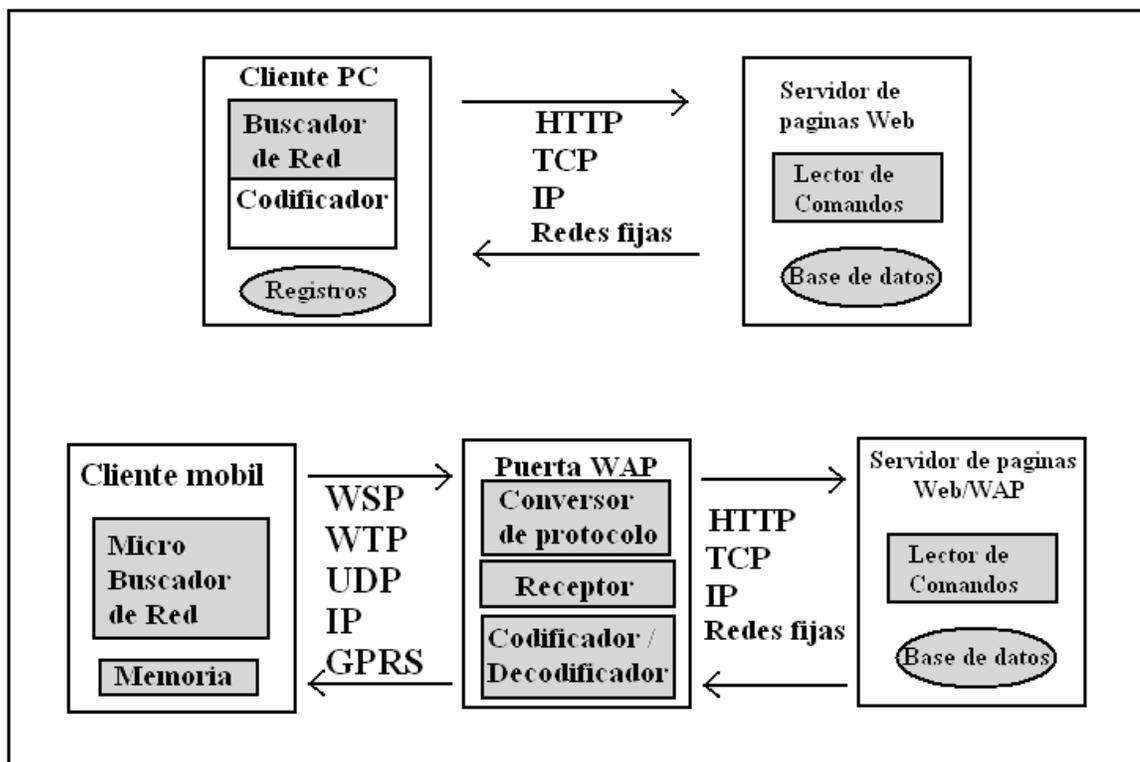
WAP fue diseñado para que su funcionalidad no dependiera de los celulares ni de los sistemas inalámbricos que lo utilicen, en la figura 9 se mostrará un esquema de cómo esta estructurado el cual se basa en el modelo OSI. Siendo este el modelo internacional estándar para la comunicación en redes.

Figura 9. Estructura del protocolo WAP



Una comunicación de conexión directa con la Internet es la que normalmente utilizamos con nuestras PCs, con un Web (*Red*) (*Browser*) (*Buscador*), navegando utilizamos los protocolos HTTP (*Hyper Text Transport Protocol*) / TCP (*Transfer Control Protocol*) / IP (*Internet Protocol*). Comunicándonos con los servidores destino, quienes proveerán la información solicitada como las páginas Web, regresando esta información y desplegándola en nuestras pantallas, siempre a través de los protocolos antes mencionados. En la figura 10 se presentarán la navegación de conexión directa y la navegación inalámbrica.

Figura 10. Comparación de navegación fija y móvil



En la navegación desde un dispositivo móvil se vuelve mas compleja ya que intervienen otros protocolos necesarios por las misma limitación que conlleva la comodidad de acceder a la web estando en movimiento, momentos en el cual se esta sin cobertura, baja velocidad de transmisión y la presencia de ruido como retransmisión de información.

Como se muestra en la figura 10 en la navegación desde un móvil con un micro navegador que este tiene instalado y una memoria dinámica que permite la carga de las páginas a observar. Los protocolos WSP (“Wireless Session Protocol”) / WTP (Wireless Transfer Protocol) / UDP (“Unidatagram Protocol”) / IP (“Internet Protocol”) / GPRS. Fue necesario que interviniera una interfase que realizara las respectivas conversiones de protocolos de aplicación inalámbrica a protocolos de aplicación fija.

El servidor detectará que tipo de aplicación es la que esta solicitando páginas web, por lo cual en este caso, responderá con páginas web de aplicación inalámbrico, las cuales no son lo mismo a la páginas que acostumbramos ver en nuestras PCs, si no que están específicamente creadas a las limitaciones del móvil, las cuales son: pantalla pequeña, poca memoria dinámica, poca capacidad de procesamiento, vulnerabilidad de ruido, poco ancho de banda, por lo cual se enfocan más en la información que la presentación de la misma. Esta respuesta desde el servidor tendrá el mismo tratamiento que la solicitud pero a la inversa. La puerta WAP recibirá esta respuesta y convertirá los protocolos, para que el móvil entienda la información y que el usuario pueda observarla en la pantalla.

2.1.1 Arquitectura WAP

En la arquitectura WAP existen 3 partes muy importantes el Agente del usuario, la puerta WAP y el servidor los protocolos WAP que intervienen entre la comunicación de estos.

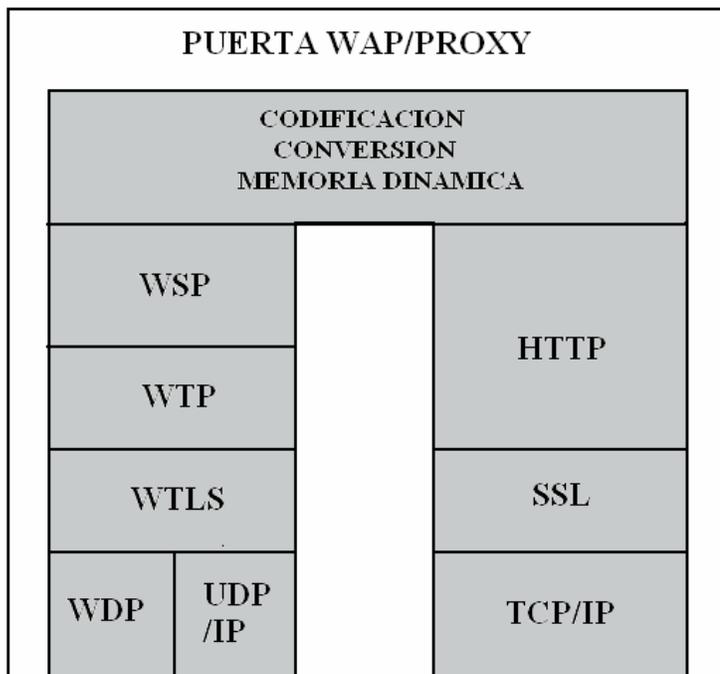
2.1.1.1 Agente del usuario

En este caso el cliente se comunica por medio del dispositivo, y el dispositivo cuenta con un micro navegador, el cual tiene la misma función que un navegador normal que utilizamos en nuestra PC, como el Internet Explorer. El término agente del cliente se utiliza cuando se trata de la parte WAP del dispositivo que se esta comunicando con la red. El agente es quien solicita objetos del servidor y es quien los representa en la pantalla.

2.1.1.2 La puerta WAP

La puerta WAP es considerada como el corazón de la arquitectura WAP. Cuando el agente inicia la comunicación esta la realiza con la red seleccionada, al tener acceso y autorización por esta, el agente logra comunicación con la Puerta WAP, esto es lo que se logra luego de haber seleccionado, servicio de Internet o navegar en el móvil. Luego de esto la puerta WAP traduce los protocolos WAP a los protocolos normalmente utilizados en la Web como el HTTP, TCP, IP etc., para comunicarse con la aplicación del servidor (programa del servidor), si esta aplicación existe entonces la puerta WAP también se comunicara con la WTA (“*Wireless Telephony Application*”) el cual describiremos mas adelante, en la figura 11 muestra un esquema de los protocolos internos de la puerta WAP, en la actualidad el la puerta WAP y el Proxy son lo mismo.

Figura 11. La puerta WAP



El Proxy codifica en forma binaria la información en WML por medio del HTTP y la envía por medio del WSP el cual especificaremos más adelante, también tiene funcionalidad de DNS (“*Domain Name Server*”), el cual dirige a la dirección IP específica de los URLs (“*Universal Resource Locations*”), autoriza el acceso al servicio WAP, guarda registros de utilización del servicio de cada cliente, estos registros por lo general son utilizados para cobros. La puerta WAP puede trabajar sobre cualquier plataforma, en PCs con plataforma Windows, Unix, y otras plataformas mas robustas. Los fabricantes de las puertas WAP deben crearlas con los estándares autorizados y con gran capacidad de tráfico. Unos años atrás el protocolo WAP siendo nuevo en el ramo, tuvo unas dificultades de funcionamiento por los diferentes estándares de los diferentes fabricantes de puertas WAP, mas adelante se observara una manera de poder probar la aplicación en la puerta WAP específica.

2.1.1.3 El servidor

Es el equipo que estará recibiendo las solicitudes en HTTP desde la puerta WAP u otros buscadores desde PCs, por lo cual debe de reconocer de donde es que provienen estas solicitudes y contestar con WML o HTML dependiendo sus solicitantes. Por ejemplo cuando el usuario accesa a un link en la página que observa en la pantalla de su móvil, esta solicitud la envía el agente a la puerta WAP por medio de los protocolos WAP y este los convierte en los protocolos HTTP/TCP/IP, enviándolos al servidor; este detecta que es una solicitud basada en WAP y responde con WML a la puerta WAP por medio de los mismos protocolos y cuando la puerta WAP lo recibe, convierte estos protocolos a los protocolos WAP enviándolos al móvil y este observando la página solicitada en su pantalla.

En una navegación no se espera la misma página luego de seleccionar un link, estas decisiones son tomadas por las aplicaciones que se encuentran en el servidor, lo cual es favorable porque estamos liberando de carga de aplicaciones al móvil.

2.1.2 Protocolos WAP

Entre la comunicación de la puerta WAP y el servidor se utilizan los mismos protocolos, los cuales se utilizan en la Internet. Como lo definimos, los protocolos del mundo inalámbrico y el fijo no son del todo parecidos.

El HTTP es un protocolo de gran cantidad de datos en transmisión, no es codificado y utiliza el TCP/IP para el transporte, esta basado en una comunicación solicitud-respuesta y no puede mantener un estado fijo con el cliente, cada solicitud siempre es tratada como si fuera la primera sin tener conocimiento alguno de la solicitud anterior, las *cookies* son creación con el fin de mantener este tipo de comunicación pausada, ya que las cookies mantiene información del cliente, como nombre de usuario y contraseña, etc. En cada solicitud se agregan estas cookies, para que el servidor llene los campos vacíos de una “nueva” solicitud y responda lo que el cliente solicito. Hay ciertos inconvenientes con las cookies con las cuales es difícil mantener la confidencialidad, la cuenta de cuantas cookies se han otorgado al cliente, para los PCs esto no es problema por la gran capacidad de memoria, cosa que no es cualidad de los móviles. Cada byte cuenta. Los desarrolladores de aplicaciones extrañan la utilidad de los cookies, ya que en las aplicaciones WAP la cantidad no es lo que mas se tiene restringido.

Unas de las razones por las cuales se creo otro protocolo fue por el TCP, porque este no tolera diferentes tipos de redes, también el TCP es tolerado por la eficiencia en transmisión y el poco error de transmisión a través de las redes estructuradas cosa que no se cuenta con tanta generosidad en la aplicaciones WAP.

Como se observa en la figura 6 la capa superior es la que observamos y es con la cual los desarrolladores de aplicaciones trabajan directamente.

El WAE (“*Wireless Application Envioirement*”), es un área de trabajo el cual es flexible y extensible y a la vez mantiene una forma consistente para las presentaciones en las pantallas de los móviles. En el HTML se toleraban algunos errores de

presentación por mal interpretación de los buscadores, cosa que no es permitido en las aplicaciones WAP.

El WML (*“Wireless Markup Lenguaje”*), es el lenguaje que permite la presentación en la pantalla de los móviles, ya que la puerta WAP compila el WML, se necesita de tener unas reglas y estándares establecidas, estas fueron derivadas del XML(*“Xchangeable Markup Language”*).

El XML no es un lenguaje de presentación si no que es un lenguaje que permite crear otros tipos de lenguajes de presentación, la idea principal es que el la información y presentación sean independientes, así no se necesita crear otras bases de datos para otros tipos de presentación, así solamente cambian de presentación utilizando la misma información.

El WTA (*“Wireless Telephony Application”*), es la aplicación que permite interactuar con aplicaciones de navegación y ejecución de funciones telefónicas. Esta aplicación es generada desde un servidor independiente, el cual genera y ejecuta estas aplicaciones, siempre en consideración de liberar de carga al móvil.

El WSP (*“Wireless Session Protocol”*), es protocolo que hace de la comunicación mas personalizada y que permite un sesión mas extendida que en el TCP/IP. El HTTP con la comunicación solicitud-respuesta hace que el servidor se olvide del cliente luego de responderle, las cookies contienen información confidencial del cliente que siendo no muy fiable su seguridad, cosa que en las aplicaciones WAP se requiere que la información del cliente sea mas confidencial, y esta información sea mejor cargada en la SIM. El WSP contiene información de la sesión, conexión y sus propiedades, también mantiene la conexión con el móvil cuando quede fuera de cobertura, suspendiendo la sesión solamente y cuando el móvil entra bajo la cobertura de la red, la sesión suspendida lo identifica y restaura la conexión, esta suspensión y

restauración de sesión entra en acción cuando el cliente realiza una llamada o manda un SMS. Una de las grandes diferencias del WSP y el HTTP es que los comandos son enviados en forma binaria y no en texto, cosa que ahorra una inmensa cantidad de información, lo cual vuelve a las aplicaciones WAP un protocolo eficiente. Por ejemplo un comando en HTTP es equivalente a 32 bytes mientras que en WSP es a 2 bytes, agregando a esto el WSP anula redundancia en punteros y también en transmisiones siendo en su totalidad un ahorro considerablemente enorme de carga en transmisión.

El WSP permite dos tipos de conexiones, conexión-mas y conexión –menos, la conexión-mas utiliza una comunicación parecida al UDP el cual no utiliza confirmación de recepción cosa que ahorra cantidad de bits durante la comunicación, en la conexión-menos si utiliza confirmación de recepción y confirmaciones de autorización entre el cliente y la puerta WAP cosa que consume recurso, la selección de estos tipos de comunicación no están al alcance del usuario, esto es parte del criterio del diseñador de la aplicación.

La fiabilidad del WSP es por el soporte de WTP que se encarga que los paquetes lleguen a su destino.

El WTP (“*Wireless Transport Protocol*”), es un protocolo de transporte de mas fiabilidad que el UDP, pero no tan pesado como el TCP/IP, en otras palabras es un TCP/IP mas ligero para las aplicaciones inalámbricas. Maneja funciones que el HTTP maneja, mientras que el TCP solo se encarga de las entregas de los paquetes, el WTP se encarga que cada mensaje llegue a su destino. Siempre con el fin de minimizar la cantidad de transmisión. A diferencia del TCP que este tiene tres caminos de conexión, el WTP no tiene varios caminos, solamente tres clases de transporte. La primera clase es no tener un envío seguro y sin espera de confirmación, la segunda clase es no tener un envío seguro pero si se espera una confirmación de recepción y la tercera clase tiene un envío seguro y espera de confirmación de recepción. Por ejemplo, si el cliente estando en el WTP tercera clase al recibir un una página desde el servidor, el receptor crea un

mensaje y lo envía como confirmación de recepción de la página, si en caso se tarde en descargar la página, normalmente existe un tiempo limite, el cual indica un reenvío para no perder el tiempo en que se ha invertido en la descarga de la página, el receptor también tiene un tiempo limite de descarga el cual es un indicador para enviar un mensaje al enviados que esta todavía descargando la página. El WTP no contiene una mecanismo de seguridad, si la seguridad en la aplicación es parte fundamental, existe el WTPLS.

El WTLS (*“Wireless Transport Layer Security”*), es el protocolo que le agrega seguridad a la comunicación entre los elementos principales. El WTS es basado en el TLS (*“Transport Layer Security”*) para que ciertos estándares del Internet fueran aplicables. El TLS formalmente conocido con el SSL (*“Secure Socket Layer”*), el TLS puede involucrase en el TCP por cierta necesidad de fiabilidad, mientras que el WTLS no, porque puede por si solo, en otras palabras, WTLS puede operar sobre UDP mientras que el TCL/SSL no. el WTLS es moldeable por lo cual se puede definir que nivel de seguridad utilizar, como la integridad, autorizaciones y autenticaciones entre la comunicación de aplicaciones, como todos los protocolos del WAP están diseccionados a la eficiencia también lo es el WTLS, como capaz de utilización sobre diferentes plataformas, bajo ancho de banda, etc. Existen tres niveles de seguridad. El primer nivel no genera certificaciones solamente confirmación de recepción bilateral, el segundo nivel los cuales son decididos por el cliente, entre mayor es el nivel, mayor es el intercambio de datos, es de importante decisión cual tomar, por ejemplo si la sesión es corta, puede dado que la mayoría de información transmitida fue por seguridad que la información en si, entonces debería considerase la utilización de lo niveles mas alto cuando la prioridad máxima sea proteger la información.

Aun así cuando WTP utilice WTLS, siempre es necesario un servicio de datos para lograr enviar los mensajes sobre las redes. Para redes IP normalmente el UDP sobre

IP trabaja excelente. Pero sobre plataformas como SMS, se necesita agregar un protocolo para su adaptación y este protocolo es el WDP.

El WDP (“*Wireless Datagram Protocol*”), la capa de transporte en el WAP se divide entre el WTP y el WDP. El WDP es la interfase entre las plataformas y los protocolos de las capas superiores, intenta de ocultar estas diferencias. Con el fin de reutilizar los elementos estándares de la Internet, el UDP puede ser utilizado siempre in cuando las plataformas puedan ejecutarse con IP.

El UDP es parecido a un protocolo de entrega y no reenvía paquetes perdidos o retrasados, es utilizado para comunicaciones que es imperativo la transmisión en tiempo real, como la música, video y juegos en línea. Estas aplicaciones son indicadas para la filosofía del UDP que es enviar y olvidar. En WAP el UDP es complementado por capas superiores, como el reenvió de paquetes perdidos. De la segmentación y la preagrupación se encarga el IP, por lo cual WAP en si no restringe el tamaño del paquete El WDP también se encarga del puerto de la aplicación, permitiendo que varias aplicaciones puedan ejecutarse en el dispositivo. En conclusión todas las plataformas podrán ser tratadas en IP gracias al WDP.

2.2 Software para la elaboración de la página

Es fundamental poseer las herramientas adecuadas para la elaboración de la página, las cuales son: El depurador de páginas WML, el emulador de móvil.

El depurador de páginas WML que utilizaremos es el WAPTor es software con licencia libre. El concepto básico de las páginas WAP es que estas serán mostradas en móviles, lo cual implica que las pantallas serán pequeñas y de poca decoración en presentación por la escasa capacidad del móvil.

Las páginas WAP también denominadas barajas, y cada baraja contiene páginas específicas denominadas cartas, al descargar alguna página específica esta en la mayoría de los casos, se descarga con sus cartas, por lo cual al accesar algún link, si esta forma parte de la bajara, solamente desplegara la página solicitada “carta” , lo cual no necesitará una solicitud al servidor WAP. En este caso la herramienta WAPTor facilita la depuración del lenguaje WML, como también permite emular una pantalla la cual mostrara la página tal y como se vería en una pantalla de celular real.

2.3 Estructura y diseño de la página

El WML permite insertar imágenes como variables, formularios y trabajar con lenguaje script. Las páginas llevan extensión .wml, los scripts .wmls, y las imagines .wbmp.

La cabecera es lo primero que se crea en la página WML y se redacta de la siguiente manera.

```
<?xml versión="1.0"?>
```

 (2.1)

Luego de creada la cabecera seguiremos con la creación del cuerpo de la página denominada baraja comprendida entre los tags <wml> y </wml> o también llamados descriptores, la baraja se dividirá en las cartas comprendidas por los tags <card> y </card>,

<wml> (2.2)

<card id="numero1" title="Carta 1"> (2.3)

<do type="accept" label="Siguiete"> (2.4)

<go href="#numero2"/> (2.5)

</do> (2.6)

<p>Esta es la carta numero 1</p> (2.7)

</card> (2.8)

<card id="numero2" title="Carta 2"> (2.9)

<do type="accept" label="Anterior"> (2.10)

<go href="#numero1"/> (2.11)

</do> (2.12)

<p>Esta es la página numero 2</p> (2.13)

</card>

</wml> (2.14)

Dentro del tag <card> se incluye el identificador de la página, este será el nombre de la página con fines de programación, también incluye el título de la misma el se mostrará en la pantalla. El tag <do> y </do> indica una ejecución de varios tipos en este caso es un tipo de aceptación e indica la etiqueta ósea el nombre de esta ejecución la cual se mostrará en la pantalla; el tag <go> indica la dirección o nombre de carta a la cual se trasladaran y mostrará en la pantalla y por último los tags <p> y </p> indican que el texto escrito en medio de ellos será mostrado en pantalla tal y como se escribió.

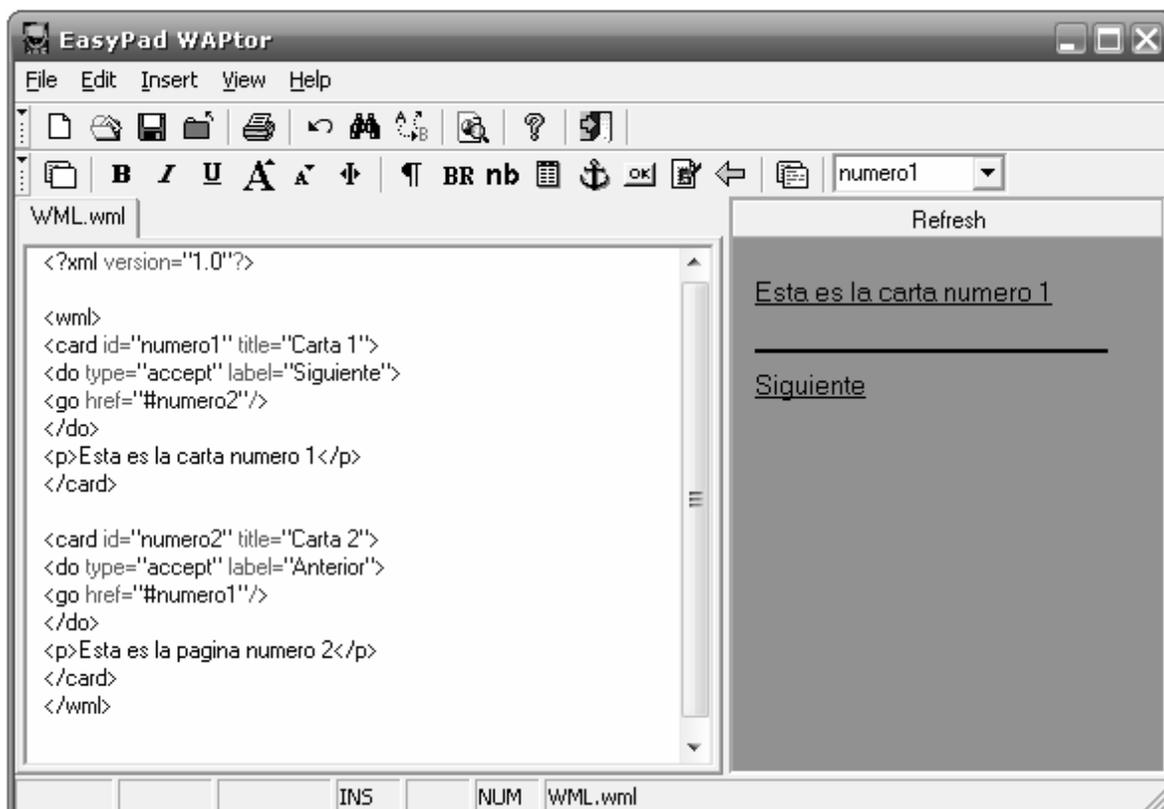
Existen ciertas reglas y otros tags que permiten agregarles imágenes, tablas, bloques de selección, etc. Todas estas funciones como el diseño de la página se agregaran conforme a la aplicación de la misma.

2.4 Presentación de la página

La herramienta WAPTor es una herramienta con licencia libre, el cual permite depurar, ejecutar y mostrar la página WML creada. En este caso se ejecutará, depurara y se mostrara el código explicado en la sección anterior.

Al correr el código en WAPTor se mostrará de la siguiente manera:

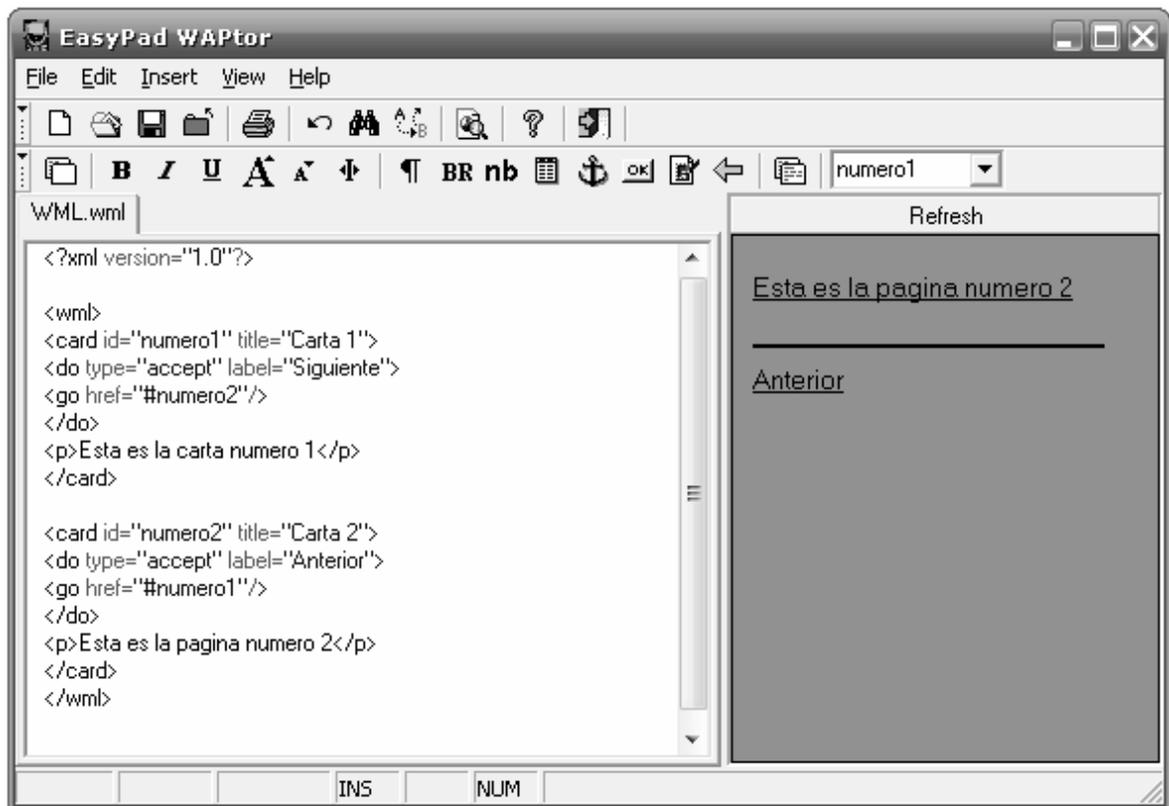
Figura 12. Código fuente y ejecución de la carta 1 en WAPTor



Como se muestra, esta herramienta también detecta el código, dando una depuración instantánea. Muestra del lado derecho, la página ya depurada y ejecutada mostrando el texto escrito entre los tags de la primera carta, como también muestra la etiqueta siguiente la cual es el acceso a la segunda carta.

Al hacer clic en el acceso nos mostrará la segunda carta de la siguiente manera.

Figura 13. Código fuente y ejecución de la carta 2 en WAPtor



Desplegando la segunda carta con el texto escrito en medio de los tags, como también la etiqueta anterior, la es el acceso a la primera carta.

3. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

La eficiencia de un sistema, calidad y costos en la implementación de un sistema es fundamental que sean optimizados desde un punto de vista técnico y económico. Por lo cual se consideran los siguientes factores.

3.1 Formas de acceso

Considerando el objetivo de este proyecto, el cual es tener acceso desde cualquier lugar, donde no exista ningún tipo de comunicación física, entiéndase conexión alámbrica, y solamente exista cobertura de señal celular GSM y en el cual el cliente solamente posee un móvil celular. Por la cual la única forma de acceso es por medio de GPRS, accensando a los canales físicos a través del móvil, con el mini buscador, el cual podrá acceder a la página o servidor de su conveniencia. En este caso con el objetivo de favorecer a la industria agropecuaria, cualquier empresa con deseo de proveer un fácil acceso a sus clientes que se encuentren en estas circunstancias.

3.2 Equipo necesario para la implementación del sistema

Actualmente, las mismas empresas de señal celular que proveen el servicio de GPRS, cuentan con la red de GPRS y todos sus elementos los cuales describimos en las secciones anteriores, como el SGSN, GGSN y Puerta WAP, los cuales pueden ser utilizados con el simple hecho de ser propietario de un móvil de ese operador específico.

Actualmente, en Guatemala existen tres operadores que proveen de este servicio con todos sus elementos, lo cual es necesario conocer de la calidad, costo y cobertura de cada una y así considerar las tres cual es la mejor para adquirir el servicio.

El servidor de páginas WAP, en la actualidad existen varias compañías que ofrecen dominios, hospedaje de la página Web como correo electrónico, así que solamente es de considerar la mejor capacidad, calidad de servicios al mejor precio.

3.3 Estudio de calidad, factibilidad y cobertura de señal móvil celular

Considerando las operadoras existentes en Guatemala actualmente y siendo neutro entre estas entidades, denominaremos como A, B, C. a cada uno.

3.3.1 El operador “A”

Siendo denominado como “A”, no implica que sea la mejor opción; la calidad del servicio, se verificó por medio de pruebas de conexión y navegación con una SIM de este operador, mostrando que proveen un capacidad de 4.5 KBps de transferencia de datos.

La factibilidad de adquirir el servicio y utilizarlo, es muy fácil, ya que en cualquier establecimiento comercial es muy probable encontrar una de sus extensiones de venta.

La cobertura de señal celular según la SIT (Superintendencia de Telecomunicaciones de Guatemala) es de 27.26 % de la totalidad de abonados móviles en toda la republica de Guatemala.

3.3.2 El operador “B”

La calidad del servicio se verificó por medio de pruebas, con el mismo procedimiento para no alterar las respuestas. Dando como resultado de capacidad de transferencia de datos de 5.2 KBps.

La factibilidad de adquirir este servicio es igual de fácil que con el operador anterior.

La cobertura de señal celular, según la SIT es de 33.8 % de la totalidad de abonados móviles en toda la república de Guatemala.

3.3.3 El operador “C”

La calidad de servicio se verificó con el mismo procedimiento dando como resultado capacidad de transferencia de datos de 5.8 KBps.

La factibilidad de adquirir este servicio de igual de fácil que los otros operadores.

La cobertura de señal celular, según la SIT es de 38.94 % de la totalidad de abonados móviles en toda la república de Guatemala.

4. VIABILIDAD DEL PROYECTO

4.1 Análisis de costos de interconexión actual entre centrales

Las centrales del servicio GPRS y GSM, actualmente interconectadas. Cada operador provee de servicio de GSM y GPRS, cobrando solamente el servicio al ser utilizado, en este caso en GPRS, se cobra por kilo byte transmitido y recibido. El costo es distinto en los tres operadores.

Para el operador "A" el costo del kilo byte es de Q 0.03, para el operador "B" el costo del kilo byte es de Q 0.025 y para el operador C es de Q 0.01.

El costo del diseño y creación de la página WAP es de un aproximado Q 1,500.00.

EL costo de mantener un sitio en la Internet es de aproximadamente de Q 190.00 mensuales.

Realizando una transferencia de 100 kilo bytes diarios. Con el operador A, se tendría un gasto mensual de Q 90.00, con el operador B se tendría un gasto mensual de Q 75.00 y con el operador C un gasto mensual de Q 30.00.

Siendo un gasto anual aproximado, utilizando el servicio del operador A, con un costo de Q 4,860.00 agregado el único pago de la creación de la página WAP, utilizando el servicio del operador B, con un costo de Q 4,680.00 agregado el único pago de la creación de la página WAP, utilizando el servicio del operador C, con un costo de Q 4,140.00 agregado el único costo de la creación de la página WAP.

4.2 Análisis de costos de la implementación del sistema comparado con el sistema que se utiliza actualmente.

Con la implementación de este sistema se pronostica un incremento del 1 % mensual en las ganancias. Por ejemplo, si las ganancias sin el sistema, son de Q 5,000.00 serian Q 60,000.00 al año, con el sistema implementado tendría una ganancia del 12 % de las ganancias anuales, lo cual sería de Q 7,200.00, tomando en cuenta que el primer año se invirtió en la creación de la página.

Para tomar una buena decisión al adquirir el servicio de los tres operadores tomaremos en cuenta la calidad de servicio, la factibilidad, la cobertura de señal celular y costo.

El operador “C” es la prioridad número uno, por tener una alta tasa de transferencia, muy buena facilidad de adquisición del servicio, la mayor cobertura de señal celular y el menor costo por kilo byte.

El operador “B” es la prioridad número dos, por los valores intermedios en tasa de transferencia, muy buena facilidad de adquisición del servicio y valores intermedios en cobertura de señal celular y precio del kilo byte.

Por última prioridad de adquisición de servicio al operador “C”.

Considerando estos aspectos podemos pronosticar una ganancia neta al primer año de Q 3,060.00 proveniente solamente de la implementación del sistema y una ganancia neta al segundo año de Q 4,560.00.

CONCLUSIONES

1. La estructura del sistema GSM es flexible, ya que permite la integración de nuevas tecnologías, por ejemplo, la del GPRS.
2. La medición básica de capacidad de tráfico es denominada E1, ya que equivale a 2.0 Mega bits por segundo.
3. El sistema GSM tiene una constante actualización de la ubicación y el estado del abonado.
4. El sistema de GPRS es independiente al sistema de GSM, pero con elementos en común.
5. El protocolo WAP es un conjunto de protocolos, basados en el modelo OSI, creados específicamente por las limitantes de capacidad de imagen, ancho de banda y ruido.
6. El protocolo WAP es capaz de trabajar sobre distintas plataformas, como UMTS, GPRS, SMS, etc.
7. El protocolo garantiza el envío de solicitudes como la recepción, establece una conexión mas prolongada eliminando el retardo que implica la creación de una nueva sesión.
8. El lenguaje WML es creado específicamente para aplicaciones con presentación en pantallas de móviles.
9. La inversión en la implementación del sistema se recupera en menos de un año.

RECOMENDACIONES

1. El constante avance tecnológico permite que nuevas tecnologías surjan con mejor capacidad y eficiencia, por lo cual se debe considerar a mediano plazo estas implicaciones.
2. La alta demanda de los servicios de datos por medio de las redes celulares en la actualidad esta creciendo, la verificación de clientes alrededor de la zona de mayor interés es necesario, ya que un alto número de canales activos crea una menor calidad y accesibilidad en el servicio.
3. El alto porcentaje de cobertura no específica las zonas donde esté presente este servicio, consultado primero cuáles de los operadores tienen cobertura en la zonas más transitadas por el cliente del sistema.
4. Actualmente, los celulares vienen con capacidad de transmisión de alta velocidad, por lo tanto, es aconsejable consultar a los proveedores para realizar una buena adquisición. Dentro de los dispositivos, existen gran variedad de equipos, los cuales se ajustan a la necesidad del usuario, en este caso es de mayor comodidad adquirir un dispositivo con pantalla de mayor tamaño con respecto a los celulares de uso de servicios básicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hans Jörg Vógel, **GSM Switching, Services and Protocols**, segunda edición. Editorial John Wiley, 2001.
2. Christoffer Andersson, **GPRS and 3G Wireless Applications**. Editorial John Wiley, 2001.
3. Taug, Herber y Donald Shilling, **Principies of communication systems**. Segunda edición. Singapur, 1986.

Páginas WAP

<http://www.páginas-wap.com>

Diseño de páginas WAP

<http://www.psicofxp.com/forums/disenio-web.210/276702-página-wap.html>

Descarga de software para diseño de páginas WAP

<http://www.zonagratis.com/a-cursos/internet/PáginasWAP.html>