ACTIVO FIJO 155540

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

" ESTUDIO Y DISEÑO DE UN SISTEMA IMT-2000 PARA GUAYAQUIL "

PROYECTO DE GRADUACIÓN
Previo a la obtención del Título de

INGENIERO EN ELECTRICIDAD
Especialización Electrónica

Presentada por:

MAURICIO JOSE LEMA MUÑIZ
ANGEL XAVIER NAVARRETE MARTÍNEZ
JIMMY PATRICIO ORDÓÑEZ ROMERO

GUAYAQUIL - ECUADOR
2001

AGRADECIMIENTO

ING. ERNESTO MOLINEROS, Director del Tópico de Graduación "Telecomunicaciones Modernas", por su ayuda y colaboración para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS

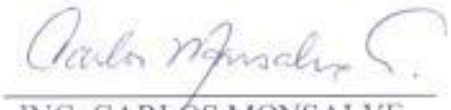
A NUESTROS PADRES

A NUESTROS HERMANOS/AS

A NUESTROS FAMILIARES

A NUESTROS AMIGOS

TRIBUNAL DE GRADUACION



ING. CARLOS MONSALVE
SUB-DECANO DE LA FIEC

ING. ERNESTO MOLINEROS
DIRECTOR DE TOPICO

ING. CÉSAR YEPEZ
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING. HERNÁN CORDOVA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESPOL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

MAURICIO JOSÉ LEMA MUÑIZ

ANGEL XAVIER NAVARRETE MARTÍNEZ

JIMMY PATRICIO ORDÓÑEZ ROMERO

RESUMEN

El siguiente trabajo pretende dar una solución para el desarrollo de una red de acceso basada en la Tercera Generación Inalámbrica Digital para la ciudad de Guayaquil, bajo las normas del IMT - 2000; para ello comenzamos explicando lo que significa red de acceso y la evolución de las redes fijas y móviles, además analizamos las generaciones de las comunicaciones inalámbricas.

El siguiente capitulo se orienta a las tecnologías de acceso múltiple y estándares de primera y segunda generación, el problema de funcionalidad en la primera generación y el análisis de las tecnologías de acceso FDMA, TDMA y CDMA, mostrando ventajas y desventajas.

Además mencionaremos los estándares de primera y segunda generación, desarrollados por las diferentes tendencias tecnológicas como la americana, AMPS y la familia IS, europea con el GSM y DECT y asiática con PHS.

El capitulo III nos da una visión global de lo que representan las Telecomunicaciones Móviles Internacionales del 2000 o IMT-2000, comenzando con generalidades y principios básicos, como siguiente paso se mostrarán las bandas de frecuencias

reservadas para este servicio mundialmente, así como las organizaciones y grupos de trabajo, para recaer en el avance del GSM al UMTS.

A continuación se mencionan las propuestas para el IMT-2000, principalmente el UMTS, CDMA 2000 y UWC-136, así como el acercamiento de las dos primeras al IMT-2000.

Finalmente encontraremos la compatibilidad de los sistemas de segunda y tercera generación, así como sistemas similares al IMT-2000 para terminar hablando de servicios que se brindarán en el futuro.

En el capitulo IV haremos un breve análisis de las plataformas existentes en Guayaquil, enfocandonos en capacidades y limitaciones, el despliegue de la red fija en la ciudad, el desarrollo de la red móvil de Segunda Generación y una ligera descripción de los ISP en Guayaquil, así como los tipos de servicios y cantidades de usuarios de Paging y servicios adicionales como televisión por cable.

En el capitulo V, comenzamos la fase de implementación con el seleccionamiento del estándar UMTS como mejor alternativa de un sistema IMT-2000 para Guayaquil, luego se explican las bases teóricas y el procedimiento de dimensionamiento de la

Red de Acceso de Radio UTRAN, para terminar desplegándolo en las zonas norte y centro de la ciudad.

Finalmente, en el capitulo final se describen las características y especificaciones técnicas posibles de las Antenas, Nodos B, RNC y U-MSC para la UTRAN de Guayaquil.

INDICE GENERAL

Pag.

RESUMEN.....VI

INDICE GENERAL.....IX

INDICE DE FIGURAS.....XVII

INDICE DE TABLAS.....XIX

INDICE DE MAPAS.....XX

INDICE DE ABREVIATURAS.....XXI

INTRODUCCION.....26

I. ASPECTOS GENERALES.....28

1.1. RED DE ACCESO.....28

1.1.1. CONCEPTO DE RED DE ACCESO.....29

1.1.2. EVOLUCION DE LA RED DE ACCESO.....30

1.1.3. TECNOLOGÍAS.....32

1.1.3.1. POTENCIACION DEL COBRE.....33

1.1.3.1.1. RDSI.....33

1.1.3.1.2. XDSL.....35

1.1.3.1.2.1. ADSL.....37

1.1.3.1.2.2. HDSL.....38

1.1.3.1.2.3. VDSL.....40

1.1.3.2. FIBRA OPTICA.....41

1.2.

COMUNICACIONES INALAMBRICAS.....42

1.2.1. DEFINICIONES BASICAS.....43

1.2.2. EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS.....46

1.2.2.1. PRIMERA GENERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION INALÁMBRICOS.....49

1.2.2.1.1. TELEFONIA CELULAR ANALOGICA.51

1.2.2.1.2. SISTEMAS DE TELEFONIA CORDLESS ANALÓGICA.....57

1.2.2.2. SEGUNDA GENERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION INALÁMBRICOS.....57

1.2.2.2.1. SISTEMAS PCS.....61

1.2.2.3. TERCERA GENERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION INALÁMBRICOS.....63

1.3. EVOLUCION DE LOS SERVICIOS EN LOS SISTEMAS MOVILES.....64

1.3.1. ALTA MOVILIDAD.....64

1.3.2. PERSONALIZACION.....65

1.3.3. INTEGRACION DE SERVICIOS.....65

1.3.4. OPTIMIZACIÓN DEL ESPECTRO.....67

1.3.5. CUBRIMIENTO GLOBAL.....68

1.3.6. INFRAESTRUCTURAS FLEXIBLES.....69

1.3.7. OPTIMIZACION DE COSTOS.....70

1.3.8. NUEVOS SERVICIOS Y CAPACIDADES.....71

II. TECNOLOGIAS DE ACCESO MULTIPLE Y ESTANDARES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN.....72

2.1. TECNOLOGIAS DE ACCESO MULTIPLE DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACIÓN.....72

2.1.1. INTERFASES DE PRIMERA GENERACION.....72

2.1.2. INTERFASES DE SEGUNDA GENERACION.....73

2.1.2.1. ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA).....73

2.1.2.2. ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA).....75

2.1.2.3. ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE CODIGO (CDMA).....79

2.1.2.4. COMPARACION DE LAS TECNICAS DE ACCESO DE SEGUNDA GENERACIÓN.....81

2.2. ESTANDARES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACION.....82

2.2.1. NORMAS DE PRIMERA GENERACION.....82

2.2.1.1. AMPS.....82

2.2.1.2. ETACS.....83

2.2.2. NORMAS DE SEGUNDA GENERACIÓN.....84

2.2.2.1. IS-54.....84

2.2.2.2. IS-95.....86

2.2.2.3. IS-136.....89

2.2.2.4. GSM.....90

2.2.2.5. DECT.....93

2.2.2.6. PHS.....95

III. TELECOMUNICACIONES MOVILES INTERNACIONALES DEL AÑO 2000 (IMT-2000).....98

3.1. GENERALIDADES.....98

3.1.1. SERVICIOS MOVILES DEL 2000 Y SUS PERSPECTIVAS.....98

3.1.2. SISTEMAS MOVILES DE TERCERA GENERACION.....101

3.2. PRINCIPIOS BASICOS DEL IMT-2000.....102

3.2.1. CONCEPTO.....102

3.2.2. POTENCIALIDADES.....105

3.2.3. OBJETIVOS.....107

3.2.4. CARACTERÍSTICAS.....108

3.3. BANDAS DE FRECUENCIA DEL IMT-2000.....109

3.4. EL CAMINO HACIA EL IMT-2000.....111

3.4.1. ORGANIZACIONES DE ESTANDARIZACION.....113

3.4.2. ESTANDARIZACION DE LOS SISTEMAS MOVILES DE TERCERA GENERACIÓN.....115

3.4.2.1. MIGRACION DEL GSM AL UMTS.....119

3.5. ESTANDARES Y TECNOLOGIAS DE ACCESO DE TERCERA GENERACIÓN PARA EL IMT-2000.....121

3.5.1. UMTS (W - CDMA).....123

3.5.2. CDMA - 2000.....129

3.5.3. UWC - 136.....131

3.5.4. ACERCAMIENTO DE LAS TECNOLOGIAS CDMA - 2000 Y UMTS AL IMT - 2000.....132

3.6. COMPARACION Y COMPATIBILIDAD CON LOS SISTEMAS 2G.....134

3.6.1. CUADRO COMPARATIVO.....134

3.6.2. COMPATIBILIDADES DE LOS DOS SISTEMAS...134

3.7. IMT-2000 Y OTROS SISTEMAS RELACIONADOS.....135

3.7.1. GMPCS.....135

3.7.2. FWA.....136

3.8. BENEFICIOS Y ALCANCES DEL IMT-2000.....136

3.8.1. SERVICIOS ESPERADOS.....136

3.8.2. SERVICIOS APLICADOS.....138

IV. CARACTERISTICAS DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.....143

4.1. ANTECEDENTES.....143

4.2. SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.....146

4.2.1. SITUACION ACTUAL DE LA RED FIJA.....148

4.2.1.1. ZONAS NORESTE Y NOROESTE.....149

4.2.1.2. ZONAS SURESTE Y SUROESTE.....150

4.2.2. SITUACION ACTUAL DE LA RED MOVIL.....151

4.2.3. SITUACION ACTUAL DE LOS PROVEEDORES DE INTERNET (ISP).....153

4.2.4. SITUACION ACTUAL DE SERVICIOS DE PAGING.....155

4.2.5. OTROS TIPOS DE SERVICIOS.....158

4.2.5.1. TELEVISION PAGADA.....158

V. IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA TERRESTRE (UTRAN) -UMTS - IMT 2000 PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.....161

5.1. ANTECEDENTES.....161

5.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....161

5.3. FUNDAMENTOS TEORICOS PARA EL DISEÑO.....162

5.3.1. ARQUITECTURA.....163

5.3.2. INTERFASES.....165

5.3.2.1. WCDMA.....165

5.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA UTRAN.....170

5.4.1. METODOLOGIA.....172

5.4.1.1. DIMENSIONAMIENTO DEL NODO B.....172

5.4.1.1.1. ENTRADAS.....172

5.4.1.1.1.1. COBERTURA.....173

5.4.1.1.1.2. TRAFICO.....173

5.4.1.1.1.3. CALIDAD DE SERVICIO..173

5.4.1.1.2. PROCESO.....174

5.4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RNC.....176

5.4.1.3. DIMENSIONAMIENTO INTERFAZ IU-B.....177

5.4.1.4. DIMENSIONAMIENTO INTERFAZ IU.....178

5.4.1.5. DIMENSIONAMIENTO INTERFAZ IU-R.....178

5.4.1.6. DIMENSIONAMIENTO U - MSC..... 179

5.4.1.7. SELECCIONAMIENTO DE ARQUITECTURA...179

5.5. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA UTRAN EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.....182

5.5.1. ZONAS NORTE Y CENTRO 182

VI. EQUIPOS Y COMPONENTES PARA LA RED DE GUAYAQUIL....246

6.1. TIPO DE ANTENA..... 246

6.2. DESCRIPCION DEL NODO B..... 248

6.2.1. CARACTERISTICAS..... 248

6.2.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS..... 249

6.3. DESCRIPCION DEL RNC..... 250

6.3.1. CARACTERISTICAS..... 251

6.3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS..... 251

6.4. DESCRIPCION U-MSC..... 252

6.5. TERMINALES DE TERCERA GENERACION..... 252

6.5.1. TIPOS DE TERMINALES..... 253

6.5.2. PROTOTIPOS DE TERMINALES..... 254

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 256

BIBLIOGRAFIA.....259

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
FIGURA 1.1.	Esquema de funcionamiento de la Red de acceso	30
FIGURA 1.2.	Acceso RDSI	34
FIGURA 1.3.	Esquema de un sistema ADSL	37
FIGURA 1.4.	Diagrama del servicio HDSL para la red de acceso	39
FIGURA 1.5.	Evolución de los sistemas de comunicaciones móviles e inalámbricos	48
FIGURA 1.6.	Señalización entre móvil, estación base y msc en la red inalámbrica de primera generación.	50
FIGURA 1.7.	Diagrama de bloque de una red radio Celular.	53
FIGURA 1.8.	Arquitectura de la red celular usado para proveer tráfico de usuario y tráfico de señalización entre los MSC.	54
FIGURA 2.1.	Arquitectura FDMA/FDD	74
FIGURA 2.2.	Frame TDMA	76
FIGURA 2.3.	Arquitectura TDMA/FDD	79
FIGURA 3.1.	Proyeccion del crecimiento de la telefonia fija, Inalámbrica y de servicios de internet mas allá del año 2000	99
FIGURA 3.2	Crecimiento de la telefonia movil mundial desde 1995 hasta el 2015.	100
FIGURA 3.3.	El sistema de Telecomunicaciónes Móviles Internacionales del año 2000 (IMT-2000).	103
FIGURA 3.4.	Esquema donde se muestra el múltiple Acceso a diferentes servicios a traves de 1Solo terminal dentro del IMT-2000.	107
FIGURA 3.5.	Esquema de frecuencias para IMT-2000.	111
FIGURA 3.6.	Tipos de tecnologias para cada servicio de Primera y Segunda Generación	112
FIGURA 3.7.	Organizaciones y Estándares para los Sistemas de Tercera Generación reconocidos por la ITU	113
FIGURA 3.8.	Grupos de compañerismo y sus Respectivas	

	Tecnologias de Acceso Múltiple para el IMT- 2000	118
FIGURA 3.9.	Evolución del Sistema GSM hacia los Sistemas de Tercera Generación	120
FIGURA 3.10.	El concepto UMTS.	126
FIGURA 3.11.	Modos FDD y TDD.	128
FIGURA 3.12.	Acercamiento de las tecnologia IS y GSM hacia sus Sistemas de Tercera Generación CDMA 2000 y W-CDMA o UMTS respectivamente.	133
FIGURA 3.13.	Acoplamiento de un Sistema de Tercera Generación dentro de uno de Segunda Generación.	135
FIGURA 3.14.	Servicios ofrecidos y velocidad de transmisión de información para sistema IMT-2000.	137
FIGURA 3.15.	Esquema general de todos los servicios ofrecidos, usando el IMT-2000 como un sistema integrado de telecomunicaciones.	141
FIGURA 4.1.	Situacion actual de las plataformas de telecomunicaciones en Guayaquil.	148
FIGURA 4.2	Dispositivo para servicios de paging	155
FIGURA 4.3.	Vista de antena parabolica para recepcion de la señal satelital de la red de TVCABLE.	159
FIGURA 5.1.	Arquitectura UTRAN	163
FIGURA 5.2.	Duplexacion tipo FDD	167
FIGURA 5.3.	Duplexacion tipo TDD a 3.84 MCPS	168
FIGURA 5.4.	Duplexacion tipo TDD a 1.28 MCPS	169
FIGURA 5.5.	Arquitectura UTRAN seleccionada para Guayaquil.	180
FIGURA 6.1.	Fotografia y patrón de radiación de una posible antena para la UTRAN de Guayaquil	247
FIGURA 6.2.	Fotografia de posibles soluciones para NODOS B en Guayaquil	250
FIGURA 6.3.	Terminales multifunción	255
FIGURA 6.4.	Móvil multimedia	255
FIGURA 6.5.	Terminal audiocéntrico	255

INDICE DE TABLAS

		Pag.
TABLA I .	Especificaciones técnicas.	81
TABLA II.	Propuesta de estandares para el Sistema IMT-2000.	122
TABLA III.	Especificaciones Técnicas de los Servicios Celulares, PCS, pre IMT-2000 e IMT-2000.	134
TABLA IV.	Capacidad instalada de abonados en las zonas noreste y noroeste	150
TABLA V.	Capacidad instalada en las zonas sureste y suroeste	151
TABLA VI.	Proveedores calificados de internet en Guayaquil.	154
TABLA VII.	Estimación de usuarios de las empresas de servicios de Paging en Guayaquil	158
TABLA VIII.	Características principales del WCDMA que deben considerarse en un diseño.	170
TABLA IX.	Tabla general de los elementos para la UTRAN de Guayaquil, exceptuando los IUR	183
TABLA X.	Tabla para IUR's dentro de la UTRAN para Guayaquil	184
TABLA XI.	Valores de IUR's para la UTRAN de Guayaquil	245
TABLA XII.	Especificaciones técnicas de las antenas de los Nodos B para Guayaquil	246
TABLA XIII.	Especificaciones Técnicas de los Nodos B para Guayaquil	249
TABLA XIV.	Especificaciones tecnicas del RNC	251

INDICE DE MAPAS

		Pag.
MAPA I.	Plano de las Zonas del Area Metropolitana de la ciudad de Guayaquil y sus zonas de influencia.	145
MAPA II.	Zonas de cobertura del servicio de TV Cable en Guayaquil.	160
MAPA III.	Zonas de Cobertura Norte y Centro para la Ciudad de Guayaquil.	181

INDICE DE ABREVIATURAS

2G	Segunda Generación
3G.IP	3 G Mobile Internet - Internet Móvil de 3G
3G	Tercera Generación
3GPP	Third Generation Parnertship Project - Proyecto de Compañerismo de Tercera Generación
AAL	ATM Adaptation Layer
AC	Authentication Center - Centro de Autentificación
ACTS	Advanced Communication Technologies and Services - Tecnologías y Servicios de Comunicaciones Avanzadas
ADPCM	Adaptive Differential Pulse Code Modulation - Modulación Diferencial por Codificación de Pulsos
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line - Linea Digital Asimétrica
AMPS	Advanced Mobil Phones Services - Servicios Avanzados de Telefonía Móvil
ANSI	American National Standars Institute - Instituto Nacional de Estándares Americanos
ARIB	Association of RadioIndustries and Bussiness - Asociación de RadioIndustrias y Negocios
ATDMA	Advanced Time Division Multilpe Access - Acceso Múltple por División de Tiempo Avanzado
ATIS	Alliance for Mobile Telecommunications Industry Solutios - Alianza para Soluciones de la Industria de Telecomunicaciones Móviles
ATM	Asynchronous Transfer Mode - Modo de Transferencia Asíncrona
AV	Avenida
BS	Base Station - Estación Base
BSC	Base Station Centre - Centro de Estación Base
B-WLL	WLL de Negocios
CAI	CDMA Common Air Interface - Interface Aérea Común CDMA
CATT	China Academy of Telecommunication Technology - Academia China deTecnología en Telecomunicaciones
CATV	Televisión por Cable

CDG	CDMA Development Group - Grupo de Desarrollo del CDMA
CDLA	Ciudadela
CDMA	Code Division Multiplex Access - Acceso Múltiple por División de Código
CDPD	Cellular Digital Packet Data - Paquetes de Datos Digitales Celulares
CT	Cordless Telephone - Telefonía Inalámbrica
CWTS	Channel Wireless Telecommunicatio Standars - Estándares de Canales de Telecomunicaciones Inalámbricas
D-AMPS	AMPS Digital
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication - Telecomunicaciones Inalámbricas Digitales Mejoradas
DLC	Digital Loop Carrier - Multiplex de Abonado
DQPSK	Differential Quadrature Shift Keying - Codificación por Desaplazamiento de Fase Diferencial
DSC	Digital Switching Center - Centro de Conmutación Digital
DS-CDMA	CDMA de Ensanchamiento Directo
DSLAM	DSL Access Multiple - Multiplexor de Acceso a la DSL
EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution -
EDI	Electronic Digital Information - Información Electrónica Digital
EIR	Equipment Identity Register - Registro de Identidad del Equipo
ETACS	European Total Access Communication System - Sistema de Acceso Total de Comunicaciones Europeo
ETSI	European Telecommunications Standars Institute - Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeas
FDD	Frequency Division Duplex - Duplexación por División de Frecuencia
FDM	Frequency Division Multiple - Multiplexación por División de Frecuencia.
FDMA	Frequency Division Multiplex access - Acceso Múltiple por Divisón de Frecuencia
FM	Frequency Modulation - Modulación por Frecuencia
FPLMTS	Future Public Land Mobile Telecommunications Systems - Sistema de Telecomunicaciones Móviles Públicas del Futuro
FTP	File Transfer protocol - Protocolo de Transferencia de Archivos
FTTC	Fiber to the Curb - Fibra hasta el Bordillo
FTTH	Fiber to the Home - Fibra a la Casa
FWA	Fixed Wireless Access - Acceso Inalámbrico Fijo
GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network - Red de Radio Acceso para GSM y EDGE
GGSN	Gateway GPRS Support Node - Nodo de Apoyo de Entrada de GPRS
GMPCS	Global Mobile PCS - PCS Móvil Global

GPRS	General Packet Radio Service - Servicio de Radio Paquete General
GSM	Global Systems for Mobile Communications - Sistemas Globales para Comunicaciones Móviles
HDSL	High bit rate Digital Subscriber Line - Linea Digital de alta tasa de bits
HLR	Home Location Register - Registro de Localización
HSCSD	High Speed Circuit-Switched Data - Datos de Alta Velocidad por Conmutación de Circuitos
IMT-2000	International Mobile Telecommunications at year 2000 - Telecomunicaciones Móviles Internacionales del año 2000
IP	Protocolo de Internet
ISI	InterSymbolic Interference - Interferencia entre Simbolos
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
IWF	Internet World Forum - Foro Mundial de Internet
JTC	Join Technical Comittee - Comité Técnico en Conjunto
LAN	Local Area Network - Red de Area Local
LEO	Orbita Geostacionaria Baja
LMR	Land Mobile Radio - Radio Terrestre Móvil
MAHO	Mobile Assisted Handoff - Asistencia Móvil Handoff
MAI Múltiple	Multiple Access Interference - Interferencia de Acceso
MAP	Mobile Application Part - Parte de Aplicación Móvil
MCPS	MegaChips per Second - Megachips por Segundo
MEO	Órbita Geostacionaria Media
MSC	Mobile Services Switching Center - Centro de Conmutación de Servicios
MSS	Mobile Satellite Systems - Sistema Satelital Móvil
MTSO	Mobile Telephony Switching Office - Oficina de Conmutación de Telefonía Móvil
MWIF	Mobile Wireless Internet Forum - Foro de Internet Móvil Inalámbrico
NMT	Nordic Mobile Telephone - Telefonía Móvil Nórdica
NNT	Nippon Telephone and Telegraph - Telefonia y Telegrafia Nipona
O&M	Operación y Mantenimiento
OHG	Operator Harmonization Group - Grupo Operadores Armonizados
PCN	Personal Communication Network - Red de Comunicaciones Personales
PCS	Personal Communicaction Services - Servicio de Comunicación Personal
PDA	Personal Digital Agend - Agenda Digital personal

PDC	Personal Digital Communication - Comunicación Digital Personal
PGS	Pair Gain Systems - Sistema de Ganancia del par de cobre
PHS	Personal Handyphone System - Sistema de Telefonia Personal
PLMN	Public Land Mobile Network - Red Móvil Pública
PMR	Private Mobile Radio - Radio Móvil Privado
PSTN	Public Switching Telephony Network - Red de Telefonia Pública Conmutada
RAN	Red de Acceso de Radio
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados
RDSI-B	RDSI de Banda Ancha
RF	Radio Frequency - Frecuencias de Radio
RNC	Radio Network Controller - Controlador de Red de Radio
RNS	Radio Network Subsystem - Subsistema de Red Radio
SDI	Spot Distribution Interface - Punto de Distribución de Pares
SDO	Standard Development Organizations - Organizaciones de Desarrollo de Estándares
SGSN	Serving GPRS Support Node - Nodo de Apoyo de Servicio de GPRS
SIM	Subscriber Identity Module - Modulo de Identificador del Subscriptor
SIR	Signal to Inteferer Ratio - Señal para Radio Interferencia
SMG	Special Mobile Group - Grupo Especial Móvil
SS7	Sistema de Señalización No. 7
SW-CDMA	CDMA por banda amplia satelital
SW-CTDMA	Ancho de Banda Satelital híbrida
TACS	Total Access Communication System - Sistema de Acceso Total de Comunicaciones
TCC	Technology Communication Comittee - Comité de Tecnologías de Comunicación
TCP	Transmission Control Protocol - Protocolo de Control de Transmisión
TD-CDMA	CDMA por División de Tiempo
TDD	Time Division Duplex - Duplexación por División de Tiempo
TDM	Time Division Multiple - Multiplexación por División de Tiempo
TDMA	Time Division Multiplex access - Acceso Múltiple por División de Tiempo
TD-SCDMA	CDMA con Duplexación Tiempo
TIA	Telecommunication Industry Association - Asociación de Industrias de Telecomunicaciones
TIC	Technical Institutions Comittee - Comité Técnico de las Telecomunicaciones

TTA	Telecommunication Technology Association - Asociación de Tecnologías de Telecomunicaciones
U	Universidad
UE	User Equipment
U-MSC	MSC para el UMTS
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System - Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales
USDC	United States Digital Cellular - Celular Digital de Estados Unidos
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access - Acceso de Radio Terrestre para el UMTS
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network - Red de Acceso de Radio Terrestre para el UMTS
UWC	Universal Wiless Communication Consortium - Consorcio de Comunicaciones Inlámbricas Universales
UWC-136	Universal World Communication - Comunicación Mundial Universal
VDSL	Very High Digital Subscriber Line - Linea Digital de muy alta tasa de bits
VLR	Visitor Location Register - Registro de Localización del Visitante
WAN	Wide Area Network - Red de Area Extendida
WAP	Wireless Aplication Protocol - Protocolo de Aplicación Inalámbrico
WARC	World Administrative Radio Conference - Conferencia Administrativa de Radio Mundial
WCDMA	CDMA de Banda Ancha
WIMS	Wireless Multimedia and Messaging Services - Servicios Inalámbricos de Multimedia y Mensajería
WLAN	Wireless LAN - LAN Inalámbrico
WLL	Wireless Local Loop - Lazo Local Inalámbico
XDSL	Familias DSL

INTRODUCCION

El presente trabajo representa el primer paso para la implementación de un "Sistema de Tercera Generación Inalámbrica Digital en la ciudad de Guayaquil", motivado por la alta competencia que se ha abierto en muchos de los sectores de las telecomunicaciones, nacional e internacionalmente, lo cual las transforma en una carrera por captar cada vez más usuarios finales, brindándoles u ofreciéndoles servicios y aplicaciones que puedan satisfacer sus necesidades actuales y futuras. En esta competencia los servicios que se se ofrecen sobre una plataforma inalámbrica tienen una ruta aún difícil por ascender, pero con una característica muy solicitada por el usuario final, la movilidad. Y basándose justamente en esta característica, se pretende crear sistemas cada vez mas poderosos que le permitan a los usuarios finales acceder a cualquier tipo de información en cualquier momento y desde cualquier lugar, sin limitaciones de ninguna clase.

La Telefonía Inalámbrica de Tercera Generación es la respuesta a los nuevos desafíos y requerimientos de este orden y pretende ser la solución final para las telecomunicaciones del siglo XXI y del cual no debería quedar exenta la ciudad de Guayaquil.

El IMT-2000 será la norma mundial a seguir en este campo y al cual deberán ajustarse todas las nuevas tecnologías que se desarrollen ahora y en un futuro cercano. Uno de los estándares del IMT-2000 más desarrollados y con mayor aceptación en el mercado mundial es el sistema Europeo UMTS. Bajo estos parámetros nos proponemos desarrollar una plataforma dentro de Guayaquil basado en dicho sistema, ofreciendo servicios multimedia inalámbricos de alta y baja movilidad, siguiendo la metodología de dimensionamiento de la RAN para el UMTS, además de presentar las características técnicas que deberán fijarse para los equipos, tanto del sistema como de los usuarios finales.

Creemos que nuestra plataforma es una muy buena alternativa, aunque no es la única, para incursionar dentro del novel campo de los sistemas de Tercera Generación en la ciudad, por lo que aspiramos que nuestro trabajo siembre el deseo de desarrollar nuevas propuestas más depuradas, que tengan como objetivo el mejoramiento de las telecomunicaciones en Guayaquil en un futuro cercano.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. RED DE ACCESO

La Red de Acceso interconecta la red de conmutación y transporte con las redes internas de usuario, por lo que los cambios tecnológicos en las otras dos partes de la red la afectan lógicamente de forma capital. Dado el aumento en capacidad de conmutación derivado de las tecnologías actuales, estudios económicos han demostrado que la parte de la red dedicada al acceso constituye una parte cada vez más importante en comparación con la red de transporte y conmutación, no sólo en cuanto a inversiones, sino también en cuanto a costos de operación y mantenimiento se refiere. Así pues, cualquier reducción en sus costos repercute ampliamente en los costos globales de la red, incidiendo substancialmente en la relación entre ingresos e inversiones, y en la viabilidad de la introducción de nuevos servicios que requieran nuevas infraestructuras para su explotación. Otro aspecto importante dentro del entorno de liberalización de las telecomunicaciones en que estamos sumergidos en la actualidad, es la posibilidad de que la red de acceso se comparta por parte de varios operadores, lo cual impone a la red de acceso el requisito de ser capaz de dar acceso a más de una red de conmutación y transporte, propiedad de distintos operadores.

Los requisitos que imponen en el acceso los usuarios de grandes negocios son muy distintos a aquellos que imponen los usuarios residenciales y de pequeños negocios. Mientras que para los primeros es importante disponer de una conexión con gran ancho de banda de forma flexible y absolutamente fiable, para los segundos, el aspecto de costo es relativamente más importante.

1.1.1. CONCEPTO DE RED DE ACCESO

La Red de Acceso es la parte de la red telefónica que se encarga de unir la central telefónica con los aparatos terminales, es él ultimo tramo de una red de telecomunicaciones, se la conoce también con los nombres de planta externa, bucle de abonado ó ultima milla.

Un esquema de lo que comprende una Red de Acceso, se puede observar en la figura 1.1.

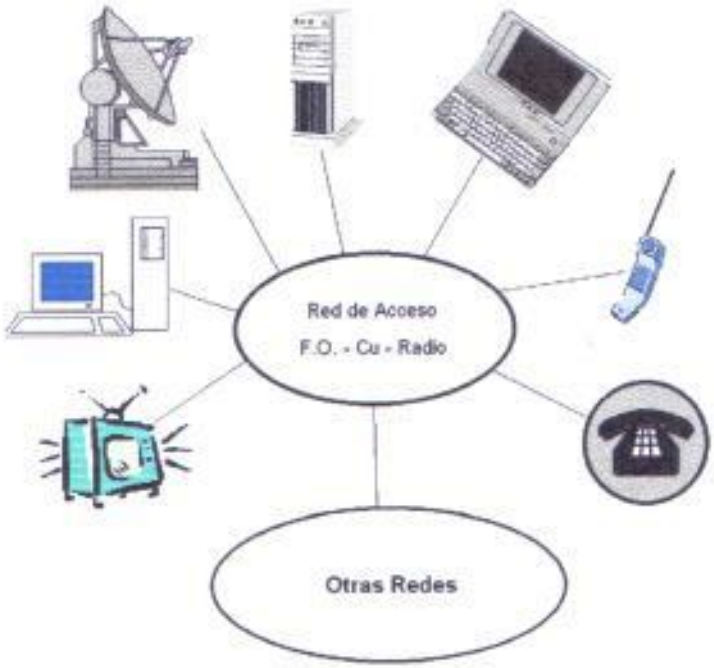


FIGURA 1.1. Esquema de funcionamiento de la Red de Acceso

1.1.2 EVOLUCION DE LA RED DE ACCESO

Desde el inicio de las telecomunicaciones, la planta externa siempre ha sido de cobre y es la parte que ha experimentado menos cambios tecnológicos en relación con otros componentes de la red, como los sistemas de conmutación y de transmisión.

En los años 70, la red que existía era completamente analógica, los cables estaban constituidos por un núcleo de plomo con un aislamiento de papel, los

canales que se utilizaban eran de 4 Khz, que es el ancho Jde banda requerido para transmitir voz y si se necesitaba transmitir datos también se utilizaba un canal de voz para ello.

Para los años 80, comienza a tomar posición en la red la tecnología digital y al mismo tiempo se incrementa la necesidad de servicios no telefónicos que se encuentran con limitaciones en velocidad y calidad, debido al uso del módem, para transmitir textos, gráficos y datos, entonces debido a la demanda de nuevos servicios, que exigían un ancho de banda mayor, empezaron a desarrollarse nuevas tecnologías, que permitieran la transmisión simultanea de voz, datos y vídeo con una calidad que pudiera satisfacer a los abonados.

Las operadoras telefónicas poseían su planta externa de cobre, y debido a que esta parte de la red es casi la mitad de la inversión, lo que ellas deseaban era poder extender su vida útil, para ello desarrollaron e incorporaron sistemas capaces de potenciar la planta de cobre existente, empezando con el uso de abonados digitales, por medio de la Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN en ingles) la cual utiliza canales digitales de 64 Kbps y posteriormente con lo que genéricamente se denomina xDSL, que son una familia de tecnologías las cuales se utilizan según la necesidad de los usuarios.

Sin embargo y a pesar de los avances obtenidos en la transmisión a través de líneas de cobre, esta claro que el futuro de la red de abonados está sin duda en la fibra óptica, se prevé que en el futuro la fibra óptica llegue hasta los abonados residenciales y cuando esto ocurra, la red de abonados será capaz de transportar una banda de señales mucho mas ancha de lo que es capaz de transmitir actualmente.

Otra alternativa que se ha presentado en las ultimas décadas para reemplazar la actual red de acceso es la comunicación inalámbrica, esta tecnología con el nombre genérico de PCN (Personal Communications Network) o también PCS (Personal Communications Services), hace referencia a todas aquellas comunicaciones digitales sin hilos que se prevean en un futuro cercano para comunicar personas con personas ó dispositivos.

1.1.3. TECNOLOGIAS

Una vez que se ha visto un pequeño resumen de lo que ha sido la evolución de la red de acceso, pasaremos a hablar en forma un poco más específica de cada una de las alternativas existentes.

1.1.3.1. POTENCIACION DEL COBRE

Es un hecho que cerca del 90% de las redes de acceso del mundo están hechas de cobre. Esta es la razón para que explotar ese enorme recurso, provea la más rápida y económica forma para que los operadores puedan ofrecer nuevos servicios a sus usuarios. Prueba de ello es la gran evolución que han experimentado las redes digitales de servicios integrados (RDSI) dentro del mercado de las telecomunicaciones. Además de esto, tenemos a los productos que potencian el cobre, o en otras palabras que utilizan las redes de cobre existentes, donde se incluyen los sistemas PGS (Sistemas de Ganancia del Par de Cobre) y las soluciones xDSL donde constan: HDSL (Linea Digital de alta tasa de bits), ADSL (Linea Digital Asimétrica), VDSL (Línea Digital de muy alta tasa de bits).

1.1.3.1.1 RDSI

La red digital de servicios integrados utiliza las líneas de cobre existentes, centrales de conmutación digital y terminales de red que permiten el acceso a los diferentes servicios en el lado del usuario.

Hay dos tipos de acceso para RDSI:

- Accesos básicos, que ofrecen hasta 144 Kbps distribuidos en dos canales B de 64 Kbps, utilizados para voz, datos y video y un canal D de 16 Kbps utilizado para señalización.

- Accesos primarios, de 2 Mbps que proporcionan 30 canales de 64 Kbps bidireccionales, para aplicaciones que necesitan un mayor ancho de banda.

El acceso de RDSI generalmente se hace a través de pares telefónicos convencionales, un par para acceso básico, como se muestra en la figura 1.2., y dos pares para el acceso primario; sin embargo también se pueden hacer a través de fibra óptica o radioenlace.

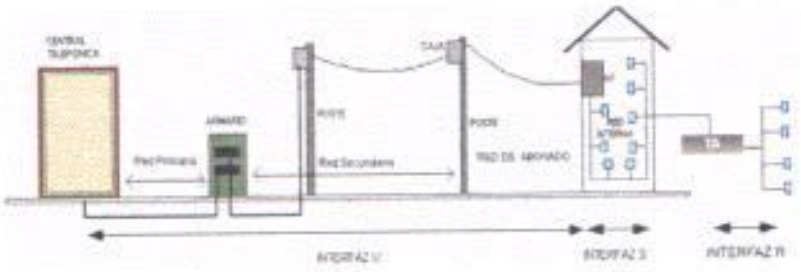


FIGURA 1.2. Acceso Básico RDSI

Las ventajas de utilizar los RDSI son:

- Voz, datos o videos sobre la misma línea de acceso.

- Alta velocidad de transmisión y alta calidad.
- Rápido establecimiento de las llamadas a través del canal de señalización D.
- Acceso integrado a redes X.25 y Frame Relay.

1.1.3.1.2. XDSL

Los servicios xDSL son tecnologías de acceso punto a punto a la red pública que posibilitan la transmisión de datos, voz y vídeo a través del par trenzado del bucle local existente entre la oficina central de un proveedor de servicios de red y la instalación del abonado. La principal ventaja de los servicios xDSL de alta velocidad es que pueden utilizarse en las líneas telefónicas de cobre ya instaladas en la mayoría de los locales comerciales y edificios empresariales o residenciales.

Una conexión DSL consta de tres componentes, un módem en el lado del usuario, un módem en el lado de la operadora (central) y un concentrador que agrega trafico de múltiples módems en una red de datos, mientras encamina trafico de voz a un conmutador de telefonía. En muchos casos las funciones del concentrador y del módem del lado de la operadora vienen integrados en un solo dispositivo llamado DSLAM (Multiplexor de Acceso

para Línea Digital). En casi todos los casos la operadora proporciona el módem del usuario y se ocupara de su gestión como parte del servicio.

Algunos de los servicios que presta xDSL son los siguientes:

- ✓ Intranet
- ✓ Navegación Internet
- ✓ Vídeo Conferencia
- ✓ Servicios Transparentes LAN para Clientes Corporativos
- ✓ Acceso Remoto LAN para Clientes Corporativos
- ✓ Educación a Distancia
- ✓ Vídeo en Demanda / Televisión Interactiva
- ✓ Juegos Interactivos

Dentro de la tecnología xDSL existen tres versiones principales ADSL, HDSL y VDSL.

1.1.3.1.3.1. ADSL

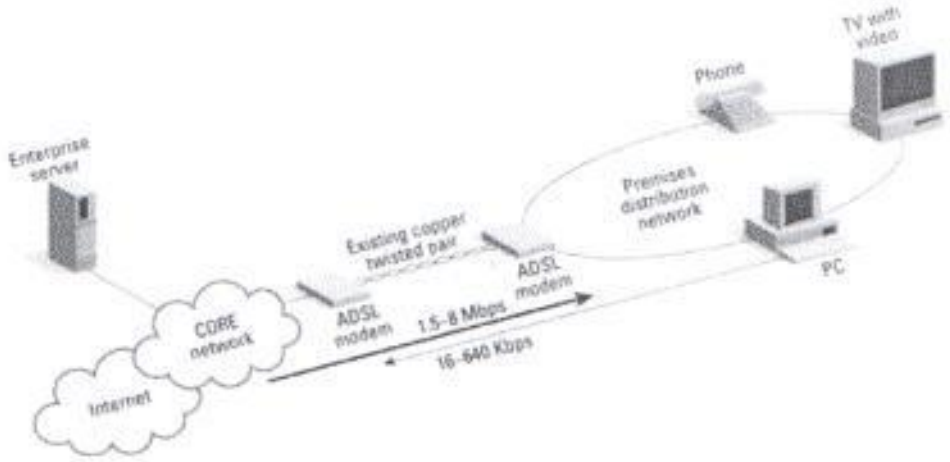


FIGURA 1.3. Esquema de un sistema ADSL

La tecnología ADSL es asimétrica, es decir, proporciona más ancho de banda desde la central del proveedor de acceso hacia la instalación del abonado que desde la instalación del abonado a la central del proveedor. Esto hace que ADSL sea especialmente apta para la utilización de Internet / intranet, el uso de vídeo bajo demanda y el acceso a redes locales (LAN) remotas, ya que en estos casos los usuarios descargan más información de la que envían. Hacia el abonado, ADSL soporta velocidades situadas entre 1,5 y 8 Mbps; hacia la central, la velocidad está entre 16 y 640 Kbps, tal como nos muestra la figura 1.3. Además ADSL puede proporcionar velocidades de transmisión de 1,54 Mbps en distancias que llegan prácticamente a los 5.500 metros. Pueden alcanzarse velocidades

óptimas de 6 a 8 Mbps en distancias situadas entre 3.048 y 3.658 metros utilizando cable estándar.

Una de las mayores ventajas de ADSL, reside en su capacidad para proporcionar soporte de servicio telefónico sin impacto alguno en la capacidad de proceso de los datos, la razón es que ADSL utiliza una tecnología de división de frecuencia, permitiendo separar los canales telefónicos de los otros canales.

1.1.3.1.3.2. HDSL

La tecnología HDSL es simétrica, lo que significa que proporciona el mismo ancho de banda en dirección a la central que desde la central al abonado. Es las más madura de las tecnologías xDSL y ya se ha implementado en plantas de alimentación (líneas que se extienden desde las oficinas centrales hasta nodos remotos) y en grupos de edificios.

Debido a su velocidad de 1,544 Mbps sobre dos pares de cobre y 2.048 Mbps sobre tres pares, las compañías telefónicas implementan HDSL como alternativa a varias líneas T1/E1 agregadas (las líneas T1 utilizadas en Norteamérica poseen una velocidad de datos de 1,544 Mbps; las líneas

E1, utilizadas en Europa, poseen una velocidad de 2,048 Mbps). Aunque la distancia de 4.500 metros que admite HDSL es inferior a la de ADSL, las compañías telefónicas pueden instalar repetidores de señal para ampliar el radio de acción y obtener así mayor rentabilidad. Un esquema de un sistema HDSL utilizando T1 se muestra en la figura 1.4.

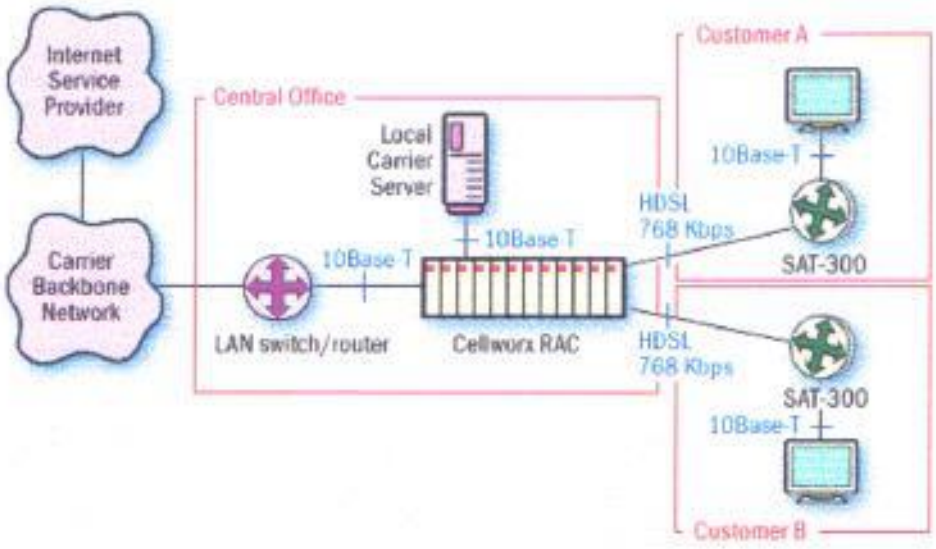


FIGURA 1.4. Diagrama del Servicio HDSL con 1 T1 para la Red de Acceso.

HDSL ofrece las siguientes ventajas:

- La tecnología HDSL, permite obtener señales de calidad muy superior a los enlaces convencionales E1-T1 con repetición.
- El bajo consumo de energía de HDSL le permite ser alimentado directamente desde la central.

- La experiencia ha demostrado que el 99% de los pares de cobre en una central son aptos para la implementación de enlaces HDSL.
- HDSL permite obtener una calidad comparable a la de la fibra óptica, con una tasa de error (BER) de 10^{-10}.

1.1.3.1.3.3 VDSL

La tecnología de VDSL impulsa la tasa de datos de los subscriptores significativamente. La tasa de datos es inversamente proporcional a la distancia que separa al usuario de la central. Un subscriptor a una distancia de 1.500 metros de la oficina de la central puede conseguir una tasa de datos de 13 Mbps, a 1.000 metros el subscriptor puede lograr una tasa de datos entre 10 y 26 Mbps y a 350 metros una tasa de datos 51 Mbps.

VDSL es la más rápida de las tecnologías xDSL ya que admite una velocidad que va de 13 a 52 Mbps en el tráfico hacia el abonado y de 1,5 a 2,3 Mbps para el tráfico hacia la central sobre un único par de cobre, aunque la máxima distancia permitida para esta tecnología asimétrica está entre los 305 y los 1.371 metros. Además de soportar las mismas aplicaciones que ADSL, el ancho de banda adicional de VDSL podría

permitir a los proveedores de servicios de redes suministrar señales de televisión de alta definición en un futuro. VDSL se encuentra actualmente en fase de definición de requisitos y normas.

1.1.3.2 FIBRA OPTICA

La introducción de fibra óptica es un proceso que viene asociado con el desarrollo tecnológico y la notable reducción de costos y un incremento de la demanda de los servicios de banda ancha. La utilización de la fibra óptica en la red de acceso se la puede hacer por etapas, y de acuerdo a las necesidades que se presenten se puede ir evolucionando.

Para instalar la etapa inicial de Fibra Óptica en condiciones de rentabilidad económica y competitividad con la red de cobre, es necesario buscar configuraciones que permitan compartir los recursos de la misma. Una de las soluciones planteadas son los sistemas DLC (Portadora de Ciclo Digital), estos sistemas son terminales remotos compartidos por un cierto grupo de abonados, de modo que sus costos pueden ser distribuidos entre dicho grupo de abonados. En este tipo de configuración denominado FTTC (Fibra al Bordillo), el equipo terminal óptico de abonado esta ubicado junto al repartidor del edificio o en la acera de la calle, y la distribución final entre el

SDI (Punto de Distribución de Pares) y el usuario se realiza con pares de cobre.

La siguiente etapa ocurre cuando la demanda residencial aumenta para los servicios de banda ancha, entonces la red evolucionara mediante el empleo de nuevas longitudes de onda para la transmisión de estos servicios. Cuando los costos, la tecnología y la demanda lo permitan, se utilizaran nuevas longitudes de onda y velocidades de transmisión superiores para suministrar nuevos servicios mediante la aplicación de técnicas ATM. En esta etapa, la configuración FTTC seguirá siendo de aplicación; en los terminales remotos se instalaran los nuevos subsistemas necesarios para la presentación de servicios de banda ancha y la red de acceso evolucionara hacia la arquitectura de un terminal óptico en el domicilio de cada abonado, asi en esta configuración objetiva de la red, denominada FTTH (Fibra al Hogar) se hará uso exclusivo de cables de fibra óptica, que llegaran hasta los domicilios de los abonados.

1.2. COMUNICACIONES INALAMBRICAS

Las comunicaciones inalámbricas constituyen la tercera alternativa en cuanto a la red de acceso para el abonado, es quizás la tecnología más desarrollada en los

últimos tiempos y de la que se piensa llegue a ser la base para las comunicaciones del futuro.

Para alcanzar una mejor comprensión de los diferentes niveles de desarrollo de las comunicaciones inalámbricas es preciso dar algunas definiciones básicas que nos serán de gran utilidad en el desarrollo del capitulo.

1.2.1. DEFINICIONES BÁSICAS

- **Estación Base.-** Una estación fija en un sistema de radio móvil, usado para comunicación de radio para estaciones móviles. Las estaciones bases están localizadas en el centro o en el borde de una región de cobertura y consiste de canales de radio y antenas receptoras y transmisoras montadas en una torre.
- **Canal de Control.-** Son canales de radio usados para la transmisión de información de control, ya sea en el inicio de una llamada o previo a esta.
- **Canal Delantero.-** Canal de Radio usado para la transmisión de información desde la estación base a la estación móvil.
- **Sistemas Full Dúplex.-** Son sistemas de comunicación que permiten comunicación simultánea de 2 vías. La señal de transmisión y la señal de recepción van generalmente en 2 canales diferentes (FDD), o por el

contrario, en un solo canal como lo es el caso del nuevo sistema inalámbrico PCS que usa TDD.

- **Sistemas Half Dúplex**.- Son sistemas de comunicación que permiten comunicación de 2 vías (uno a la vez) mediante el uso de un solo canal para transmisión y recepción.
- **Handoff.-** Es el proceso de transferencia de una estación móvil que pasa de un canal o de la cobertura de una estación base a otra.
- **Estación Móvil.-** Es una estación dentro del servicio de los sistemas celulares que es usada mientras el usuario se encuentra en movimiento en cualquier lugar. Las estaciones móviles pueden ser unidades portátiles (unidades portables) o instaladas en un vehículo o nave (unidades móviles).
- **Centro de Switcheo Móvil (MSC).-** (Centro de Conmutación Móvil) Es un centro de switcheo o conmutación que es responsable de la coordinación y ejecución del enrutamiento de las llamadas en áreas de servicio de gran escala. En los sistemas celulares, éste conecta las estaciones base y móviles celulares a la red de teléfonos alámbrica del país. Este también es conocido como la Oficina de Switcheo (o Conmutación) de Telefonía Móvil (MTSO).
- **HLR (Home Location Register).-** Almacena información de los abonados locales tal como: el perfil de servicio de cada abonado y su posición en todo momento.

- **VLR (Visiting Location Register).-** Almacena la identificación de los usuarios que se encuentran de paso por las células que dependen de un MSC.
- **EIR (Equipment Identity Register)**.- Almacena los identificadores de los equipos de los abonados. Ello se utiliza para detectar el uso no autorizado de equipos de usuario, impidiéndose el acceso a la red.
- **AC (Authentication Center)**.- Almacena la clave y el algoritmo para cifrar la identidad del usuario y para cifrar la información que viaja vía radio
- **Page.-** Un mensaje pequeño el que es "broadcast" sobre toda el área de servicio, usualmente en forma simultánea por las estaciones base.
- **Canal Reverso.-** Canal de Radio usado para la transmisión de información desde la estación móvil a la estación base.
- **Roamer.-** Es una estación móvil que opera en un área de servicio diferente al área de servicio al que es abonado o subscriptor.
- **Sistemas Simplex.-** Sistemas de comunicación que proveen únicamente comunicación de una sola vía.
- **Subscriptor.-** (Abonado) Un usuario que paga una tarifa de subscripción por el uso de un sistema de comunicación móvil.
- **Transceiver .-** Un dispositivo capaz de transmitir y recibir señales de radio simultáneamente.

- **Zona de cobertura.-** La zona de cobertura del servicio contempla la totalidad del territorio nacional, especialmente las áreas urbanas y vías de comunicación más importantes. La superficie total a la que se extiende el servicio es dividida en subáreas o celdas atendidas por una estación base.
- **Macrocelda.-** Es una celda que se maneja trafico de alta movilidad y tiene una cobertura de 1 a 30 km.
- **Microcelda.-** Es una celda que se maneja tráfico de baja movilidad y difícil acceso, tiene una cobertura de 100 a 1000 mts.
- **Picocelda.-** Es una celda que se utiliza en lugares cerrados, edificios, centros comerciales e industriales, tiene cobertura menores de 100 mts.

1.2.2. EVOLUCION DE LOS SISTEMAS INALAMBRICOS

Las ondas electromagnéticas fueron descubiertas como un medio de comunicaciones a finales del siglo 19. Todos los Sistemas de Comunicaciones Inalámbricas, usan las señales de Radio Frecuencia (RF) y se propagan dentro de canales definidos internacionalmente para el espectro de RF.

Las Comunicaciones Inalámbricas (Wireless Communications) han atravesado en menos de dos décadas por una evolución acelerada de tres Generaciones, motivada en parte por la vertiginosa demanda de movilidad y portabilidad en

las comunicaciones, la cual no fue prevista en sus inicios, por otro lado también esta la revolución digital por la cual esta atravesando las telecomunicaciones, esto motivo que ahora sé este investigando y desarrollando la Tercera Generación de estos sistemas. A continuación serán presentados los sucesos tal como se nos muestra en la figura 1.5. de lo que está aconteciendo en la evolución de las comunicaciones inalámbricas.

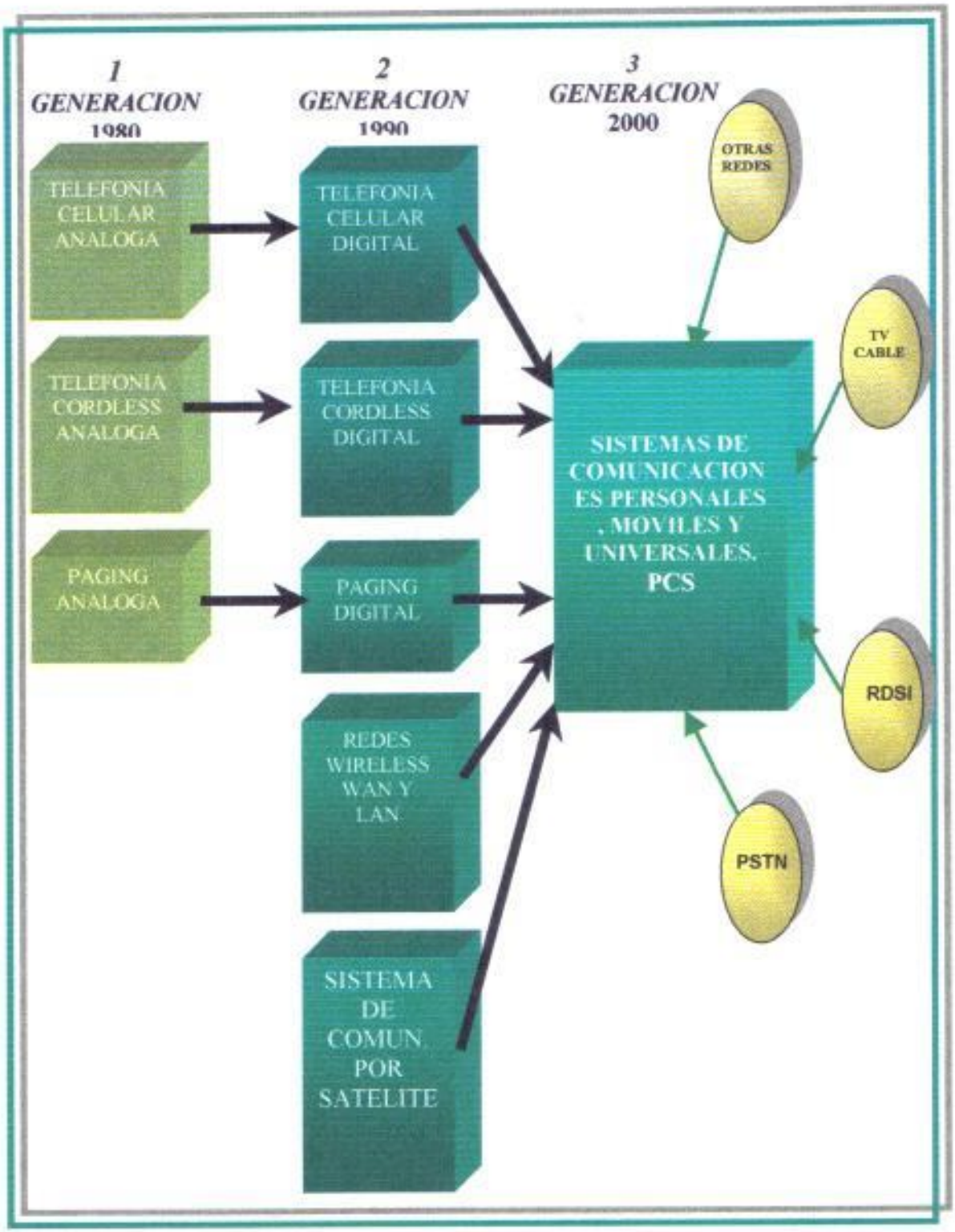


FIGURA 1.5. Evolución de los sistemas de comunicaciones móviles e inalámbricos

1.2.2.1. PRIMERA GENERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION INALAMBRICOS

Los primeros sistemas que ofrecieron servicio de telefonía móvil fue introducido a finales de los años 40 en los EE.UU y principios de los 50 en Europa. Estos sistemas eran severamente cuestionados por la restricción de movilidad, baja capacidad, servicio limitado y la pobre calidad de búsqueda. El equipo era además pesado, delicado, caro y susceptible a interferencia. Debido a estas limitaciones, menos de un millón de subscriptores estaban registrados en todo el mundo a principios de los años 80. En respuesta a las exigencias del mercado, aparecen los sistemas celulares de Primera Generación.

La introducción de sistemas celulares a finales de los 70 y principios de los 80 representó un salto muy grande en las comunicaciones móviles (especialmente en la capacidad y movilidad). Con la introducción de sistemas 1G el mercado de comunicaciones móviles mostró promedios de crecimiento del 30% al 50%, llegando a cerca de los 20 millones de subscriptores en 1990. La aparición de la tecnología de semiconductores y microprocesadores hizo que los sistemas móviles sean cada vez más pequeños, ligeros y más sofisticados. Estos sistemas de primera generación celulares todavía transmitían solamente información de voz tipo analógica.

La Primera Generación, son Sistemas que están ahora en una etapa bien madura y son ampliamente usados en todo el mundo, por ejemplo en la actualidad existen mas de 50 millones de teléfonos celulares analógicos. Sistemas típicos de esta Generación son los Sistemas de Telefonía Celular Analógicos, los Sistemas de Telefonía Cordless Analógicas (bastante usados para comunicaciones interiores) por otro lado están también los Sistemas Paging Analógicos o Sistemas Buscapersonas de voz y alfanuméricos, Sistemas de Comunicación por Satélite geo-estacionarios con transmisión analógica, entre otros. Por ser bien amplia la gama de tecnologías inalámbricas solo se verán los Sistemas Celulares y Cordless.

Básicamente, todos los sistemas de primera generación usan la arquitectura mostrada en la Figura 1.6.

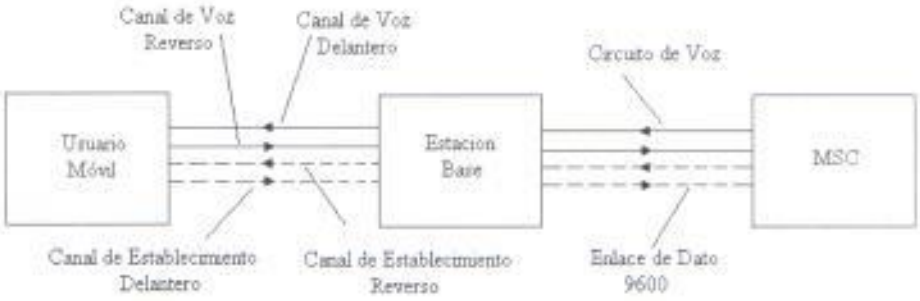


FIGURA 1.6. Señalización entre móvil, estación base y MSC en la red inalámbrica de primera generación.

1.2.2.1.1. TELEFONIA CELULAR ANALOGICA

Los primeros teléfonos móviles o radioteléfonos LMR (Land Mobile Radio) fueron usados en décadas anteriores pero no tuvieron amplia aceptación debido a su limitada capacidad de usuarios y el corto alcance de su estación base. Una solución para estos problemas vino con el advenimiento del concepto de Telefonía Celular, un sistema de comunicación por radio fullduplex basado en la reutilización de frecuencias que constituyeron el primer paso en la revolución de las telecomunicaciones inalámbricas.

Básicamente la Telefonía Celular esta estructurada sobre un conjunto de canales de radio frecuencia (RF) definidos para una área llamada célula, y dentro de ella una estación base, generalmente integrada con la red de telefonía fija. La extensión geográfica de una red telefónica celular esta constituida por muchas células de tal forma que células adyacentes contengan conjuntos de canales de frecuencias distintas para evitar interferencia mutua. La técnica de reutilización de frecuencia es una forma de economizar banda y aumentar el uso de usuarios por Mhz del espectro.

La banda de frecuencia destinada para la telefonía celular esta en torno de los 800 Mhz y tiene un ancho de banda de 50 Mhz que es a su vez es subdividida en dos bandas A y B cada una con 25 Mhz. La banda A esta

destinada para el uso de las Concesionarias Publicas de Servicios Telefónicos o PSTN (Public Switched Telephone Network), en cuanto la banda B esta reservada para las Compañías de Telefonía Celular Privadas.

La figura 1.7. muestra un diagrama de una red de radio celular, que incluye el terminal móvil, la estación base, y el MSC. En la red celular de primera generación, el sistema de control por cada mercado reside en el MSC, que mantiene todo la información relacionado al móvil y el control de Handoff móvil. El MSC además ejecuta todo de las funciones de Gestión de la Red, tales como el procesamiento y manejo de la llamada, facturación y detección de intruso dentro del mercado. El MSC es interconectado con el PSTN vía línea troncal y un tandem conmutado. El MSC además están conectado con otro MSC vía canal de señalización dedicado (ver Figura 1.8.) para intercambio de lugar, verificación, e información de señalización de llamada.

Note que en la figura 1.8., el PSTN es una red separada de la red de señalización SS7. En los sistemas modernos de telefonía celular, el tráfico de voz de larga distancia es transportado por el PSTN, pero la información de señalización usado para proveer el establecimiento de llamada e

informar al MSC acerca de un usuario particular es transportado por la red SS7.

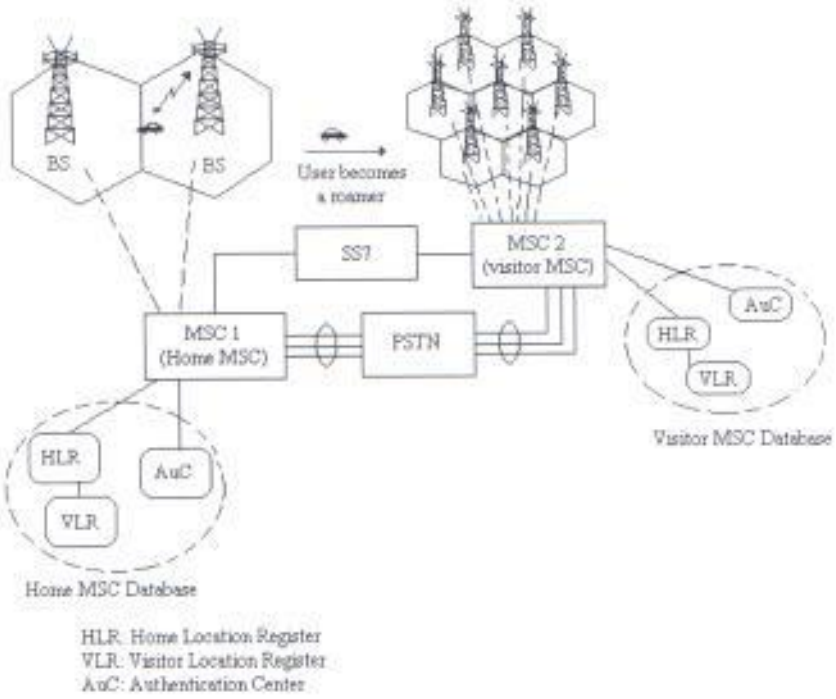


FIGURA 1.7. Diagrama de bloque de una red radio celular.

En la decada de los 90, la portadora celular de los Estados Unidos implementó el protocolo de red estándar IS-41 para permitir diferentes sistemas celulares automáticamente dar cabida a los suscriptores que se movían dentro de su área de protección. Esto es llamado interoperador roaming. IS-41 permite a los MSC de diferentes proveedor de servicios pasar información acerca de sus suscriptores a otro MSC en demanda.

Además existe el proceso de Inscripción autónoma, mediante el cual un móvil notifica al Servidor MSC de su presencia y lugar. El MSC es capaz de distinguir el usuario fijo del usuario móvil basado en el MIN de cada usuario activo, y mantiene una lista de usuario en HLR (Registro de Localización de Usuarios) y VLR (Registro de Localización de Visitantes) como se muestra en la Figura 1.7. El IS-41 permite además a los MSC de los sistemas vecinos automáticamente manejar la verificación de la inscripción y lugar del móvil tal que los usuarios no necesitan registro manual cuando viajan. El sistema visitado crea una grabación VLR por cada nuevo móvil y notifica al sistema fijo vía IS-41 tal que pueda actualizar su propio HLR.

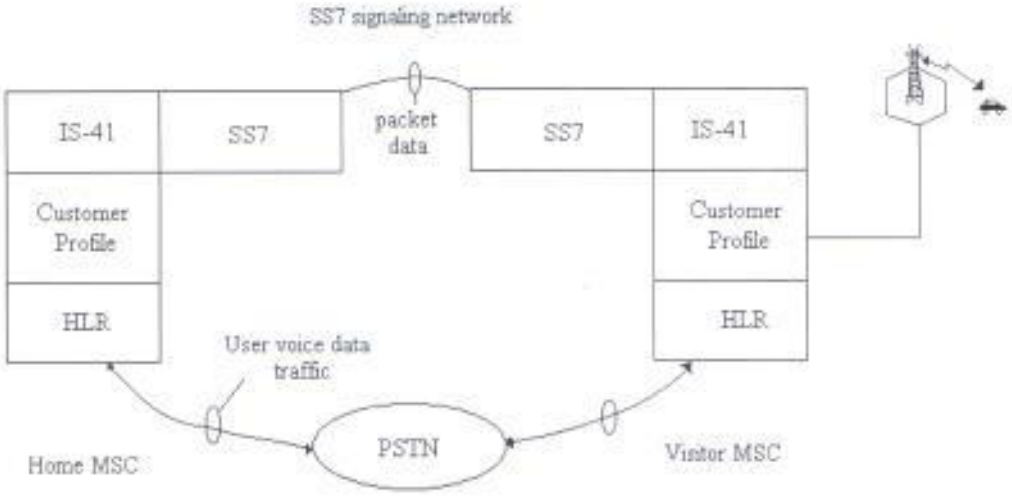


Figura 1.8. Arquitectura de la Red Celular usado para proveer tráfico de usuario y tráfico de señalización entre los MSC.

Todos los sistemas celulares de Primera Generación usan modulación FM, y los teléfonos inalámbricos usa una simple estación base para comunicar con un terminal portátil simple

La telefonía celular analógica tiene en la actualidad 50 millones de usuarios en todo el mundo, la mitad de ellos en EEUU, siendo los países Latinoamericanos uno de los mayores en crecimiento, con tasas de hasta 100 % al año, en Europa muchos sistemas similares al AMPS fueron desarrollados, entre los cuales esta el TACS (Total Access Communications Systems) usado ampliamente en Inglaterra el NMT (Nordic Mobile Telephone) en Suiza, y el NTT (Nippon Telephone and Telegraph) en Japón el cual fue el primer sistema de Telefonía celular operando comercialmente desde 1979.

Siendo el sistema AMPS por naturaleza para él trafico de señales analógicas de audio, este no es adecuado para la transmisión de datos. Para adecuarlo, deberá ser utilizado un módem con las características propias para la red Celular Telefónica. El propio proceso de "Handoff", o sea, el paso del control de la llamada al pasar de una célula para otra, ocasiona una interrupción momentánea de la señal. Estos intervalos de interrupción pueden ser del orden de 100 ms, generando errores en la transmisión, por

eso la tasa de errores puede fácilmente llegar a valores 1000 veces peores del de la red telefónica convencional.

Además de la baja calidad que ofrecen los sistemas AMPS para la Transmisión de datos, esta otra de las grandes desventajas, que es la capacidad máxima de usuarios, puesto que el AMPS usa el FDMA como acceso múltiple, así son distribuidos 30kHz del canal que ocupa cada usuario en el ancho de banda disponible en la célula (25 Mhz) determinando un máximo de 174 canales por célula, esto esta motivando que cada vez se diseñen células mas pequeñas las cuales son conocidas como microcelulas. Por otro lado también están los problemas de la privacidad y de la autenticación que ocasionan perdidas millonarias en este sistema.

1.2.2.1.2. SISTEMAS DE TELEFONIA CORDLESS ANALOGICA

Los primeros teléfonos usando la tecnología Cordless aparecieron en los finales de los años 70, y desde entonces hasta ahora experimentaron un crecimiento bien grande. Los teléfonos Cordless son usados generalmente para proveer servicios de comunicación de voz full-duplex en residencias, y oficinas, usando un rádio-enlace de distancia corta desde la estación base

hasta el hand-set o unidad de mano. Los teléfonos Cordless pueden ser categorizados como aquellos que ofrecen baja movilidad, baja potencia y alta disponibilidad. Los Cordless de esta Generación usaban la modulación FM y trabajaban en frecuencias diversas ya que no existía un estándar con éxito para estos sistemas.

1.2.2.2. SEGUNDA GENERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION INALAMBRICOS

El desarrollo de sistemas celulares de segunda generación fue conducido por la necesidad de mejorar calidad de transmisión, capacidad del sistema y cobertura. Además el avance en la tecnología de semiconductores y equipos de microondas llevó hacia la transmisión digital a las comunicaciones móviles. Las transmisiones de voz todavía dominan el firmamento, pero las demandas para fax, mensajes cortos y las transmisiones de datos están creciendo rápidamente.

En esta Generación son solucionados y mejorados algunos aspectos no previstos en los sistemas anteriores, como los aspectos de capacidad de usuarios, calidad y costo de los servicios. Sistemas de esta Generación hacen

su aparición en los inicios de esta década y hoy existen mas de 30 millones de usuarios la mayoría de ellos en Europa.

En la Segunda Generación emergen la tecnología digitales de acceso múltiple como el CDMA y TDMA, además los sistemas de telefonía Cordless como el PHS (Personal Handy Phone) en Japón y el DECT (Digital European Cordless Telephone) en Europa, todos ellos serán analizados en Capitulo 2. Aplicaciones para transmisión de datos como los sistemas paging de doble vía, y el uso de tecnologías basadas en la modulación spread spectrum (espectro expandido) para redes locales inalámbricas o WLAN (Wireless-LAN) también son típicas de esta generación. La tecnología Spread Spectrum fue desarrollada en la década del 40 durante la segunda guerra mundial para permitir comunicaciones militares seguras. Un transmisor Spread Spectrum difunde la señal de radio sobre una amplia gama de frecuencias siguiendo una secuencia determinada .

Los sistemas de acceso múltiplo digitales CDMA y TDMA pueden sustentar mas servicios en áreas de alta densidad, otras ventajas adicionales son la reducción de potencia de transmisión incrementando la vida de las baterías y reduciendo el tamaño del aparato, por otro lado las comunicaciones son más

seguras pues rastrear o monitorear las llamadas son mas complicados en sistemas digitales que en los analógicos.

La Red Inalámbrica de segunda generación ha introducido nueva arquitectura de red que ha reducido la carga computacional del MSC. Este cambio de arquitectura ha permitido ser estandarizado las interfases de datos entre el controlador de la estación base y el MSC, por eso permite a las portadoras usar componente para BSC y MSC de diferentes fabricantes. Esta tendencia en estandarización e interoperatividad es nueva en la red inalámbrica de segunda generación. Además estos sistemas de segunda generación usan codificación de voz digital y modulación digital. El sistema emplea canal de control dedicada. Dentro de la interfase aire para simultáneamente intercambiar voz e información de control entre el suscriptor, la estación base, y el MSC cuando una llamada esta en progreso. Los sistemas de segunda generación además suministran voz dedicada y troncal de señalización entre MSC, y entre cada MSC y el PSTN.

La estructura del controlador de red es mas distribuido en los sistemas inalámbricos de segunda generación, tales estaciones móviles asumen mayor función de control. En la red inalámbrica de segunda generación, el proceso de Handoff es controlado por el móvil y es conocido como Mobile Assisted

Handoff (MAHO). La unidad móvil en esta red ejecuta varios otras funciones no ejecutada por la unidad de suscriptor de la primera generación, tales como reporte de potencia recibida, explorando estación base adyacentes, encodificación de datos y encriptación.

En general, los sistemas de segunda generación han sido diseñados para reducir la carga computacional y conmutación en la estación base o MSC, suministrando flexibilidad en el esquema de asignación de canal para que los sistemas puedan ser desarrollado rápidamente y en una manera menos coordinada.

1.2.2.2.1. SISTEMAS PCS

PCS, según la definición de la FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) es un sistema por el cual cada usuario puede intercambiar informaciones con alguien a cualquier hora, en cualquier lugar, a través de algún tipo de dispositivo, y usando un único numero. Por otro lado de acuerdo con la TIA (Asociación de Industrias en Telecomunicaciones) PCS, esta definido como un conjunto de capacidades que permite algunas combinaciones de servicios de movilidad de terminal y movilidad personal. En la practica PCS se utiliza para incluir varios servicios de acceso

inalámbricos que incluyen la telefonía celular, Cordless, WLAN, redes de datos, paging, etc. Pero con una fuerte énfasis en servicios que son aplicados dentro del nuevo espectro de frecuencia al que fue destinado los PCS. Gran parte de las ventajas de los sistemas PCS radica en que están interconectados a las redes heterogéneas como a CATV (Televisión por Cable), ISDN, red celular, CDPD (Paquete de Dato Celular Digital), etc. Favoreciendo a la movilidad de terminal y personal explicado antes.

En los EUA la FCC destino 3 Mhz del espectro de radio próximo a 900 Mhz para PCS de banda angosta y 120 Mhz del espectro próximo a 2 Ghz para PCS de banda ancha, 40 Mhz del espectro esta reservado para futuras aplicaciones asíncronas y síncronas.

La actividad de normalización de los estándares para PCS en los EEUU refleja altamente la gran competitividad en los mercados abiertos comprometidos en la evolución de las telecomunicaciones, normas de acceso múltiple para sistemas inalámbricos (CDMA, TDMA) y nuevas implementaciones de sistemas móviles están emergiendo (PCS-1900, DSC-1800, etc.) de allí el hecho de que un único estándar o sistema consiga vencer esta siendo esperado, mas es el mercado que finalmente dispondrá que estándar va tener éxito. Sobre la normalización de PCS, la TIA y el

Comité T1 de la ATIS (Alianza para Soluciones en la Industria de las Telecomunicaciones Móviles) formaron el JTC (Comité Técnico Conjunto) para revisar las normas para PCS propuestos por los fabricantes, y para hacer recomendaciones propias, de esta forma el JTC reconoce que las normas PCS caen naturalmente en dos categorías los PCS para macro células con altas velocidades y movilidad, y los PCS optimizados para pequeñas potencias micro células y poca complejidad. Estas dos categorías esencialmente corresponden a las categorías de telefonía celular y telefonía Cordless respectivamente.

1.2.2.3. TERCERA GENERACION DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACION INALAMBRICOS

Los sistemas inalámbricos de tercera generación evolucionan de los sistemas maduros de segunda generación. La meta de la red inalámbrica de tercera generación es suministrar una serie de estándares que puede encontrar un amplio rango de aplicaciones inalámbricas, las distinciones entre los teléfonos inalámbricos y teléfonos celulares desaparecerá, y un comunicador personal universal suministrara acceso a una variedad de servicios de voz, datos y videos.

Los sistemas de tercera generación usarán la Red Digital de Servicios Integrados de Banda Ancha (RDSI-B) para suministrar acceso a la red de información, tales como la Internet y otras bases de datos publico y privado. La red de tercera generación transportara cualquier tipo de información (voz, datos y video), operará en variada regiones (regiones populares densa o dispersa), y servirá a todo tipo de usuarios, estacionarios y vehiculares. La comunicación por paquetes de datos probablemente será usada para distribuir control de red suministrando una transferencia de información fiable.

En la Tercera Generación de estos sistemas, las comunicaciones serán personales, móviles y universales. Importantes investigaciones y desarrollos en el mundo convergen a esta evolución, por ejemplo en los EEUU los sistemas de la tercera generación que están desarrollándose son los CDMA2000, similarmente en Europa sé esta desarrollando el UMTS (Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales) y de otro lado la ITU viene proponiendo el IMT-2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales del año 2000), todos estos sistemas están siendo previstos implementarse comercialmente a inicios del siglo XXI.

1.3. EVOLUCION DE LOS SERVICIOS EN LOS SISTEMAS MOVILES

1.3.1. ALTA MOVILIDAD

El reto en cuanto a movilidad implica satisfacer el servicio en recintos cerrados y en ambientes abiertos, en el ámbito universal y sin restricciones ni degradación de la calidad de la información, en forma transparente de su origen: voz, datos o imágenes. Para el manejo de diferentes patrones de movilidad, el tamaño de las celdas no es uniforme. Esto conlleva a la implantación de un Sistema Multinivel, el cual consiste en la integración de diferentes niveles de celdas, determinados por su tamaño. Un sistema de tres niveles está conformado por macroceldas, microceldas y picoceldas. En áreas donde no se encuentran grandes concentraciones de gente, que amerite la utilización de picoceldas, se pueden implantar sistemas de dos niveles: macro y microceldas. El nivel de microceldas se utilizaría para dar cobertura a los usuarios de baja movilidad que se encuentran en sitios de difícil acceso mientras que el nivel de macroceldas se emplearía para manejar el tráfico de alta movilidad.

1.3.2. PERSONALIZACION

La personalización se logra no sólo al responder con elevada flexibilidad a las demandas individuales de servicios y características, sino al mantener el entorno del usuario en forma idéntica y transparente del momento, así como de los lugares de origen y destino de las comunicaciones. Un servicio personalizado exige portabilidad, que es un concepto aplicado a la asignación de un único número personal, independientemente del servicio que se vaya a utilizar (como mensajería, telefonía básica, RDSI, entre otros), del operador al cual está vinculado el usuario, del terminal y de la ubicación física. Por tanto, las elevadas exigencias en cuanto al adecuado entorno regulatorio, del mercado, de la industria y tecnológico para el logro de la interconexión entre operadoras en forma imperceptible por el usuario, constituyen un reto permanente hacia la personalización y portabilidad, que son claras tendencias mundiales en la prestación de servicios.

1.3.3. INTEGRACIÓN DE SERVICIOS

Actualmente los servicios de telefonía inalámbrica (Centrales Privadas de Conmutación inalámbricas; bucle local de abonado inalámbrico, Telepunto), los sistemas de radio móvil (radio móvil privado, acceso troncalizado, servicios de radiobúsqueda y mensajería), así como la telefonía móvil celular

son prestados en forma independiente y dirigidos a diferentes necesidades de los usuarios.

Sin embargo, hoy es clara la tendencia de cada uno de los servicios mencionados, de diversificar y consolidar su gama de aplicaciones, ampliando sus concepciones iniciales y superando las limitaciones que caracterizaban a cada una de sus redes de soporte. Exigencias como movilidad, disponibilidad de comunicaciones bidireccionales, manejo de todo tipo de información, privacidad, configuración flexible de servicios adaptados a los requisitos de cada usuario individual, así como a los de grupos colectivos de trabajo, compatibilidad e interacción con los diferentes sistemas y redes existentes (ej. Internet, RDSI, otras redes de Valor agregado), optimización de la eficiencia espectral y el tráfico por canal, expansión del área de influencia (mediante fortalecimiento de infraestructuras y acuerdos de conexión entre operadores), acceso a información de interés público, son ejemplos que ilustran cómo las telecomunicaciones se conciben cada vez más como una herramienta de simplificación de las actividades operativas en la vida de sus usuarios.

Aunque ya existen desarrollos significativos en servicios como paging (ej: interacción con Internet, manejo de voz, manejo de dos vías), en telefonía celular (configuración de grupos cerrados de usuarios, transmisión de datos

por conmutación de paquetes, disponibilidad de mejores mecanismos de seguridad y autenticación de usuarios), los sistemas de comunicaciones móviles inalámbricos del futuro se visualizan como sistemas integradores de servicios de comunicaciones básicos y de valor agregado, optimizando la convivencia entre los mismos.

1.3.4. OPTIMIZACION DEL ESPECTRO

Los operadores de comunicaciones inalámbricas deben prepararse para responder al aumento del número de suscriptores y creación de nuevos servicios, con la disponibilidad de infraestructuras y mecanismos que ofrezcan un crecimiento económico y eficiente. Los sistemas móviles de la tercera generación tienen el reto de lograr cada vez una mejor utilización del espectro, no solo optimizando su uso en comunicaciones de voz, sino también incrementando la eficiencia espectral para la mejor atención simultánea a todos los servicios, a pesar de sus diferentes demandas de velocidad, simetria, calidad y retardos en la transmisión.

La necesidad de ofrecer el acceso inalámbrico a aplicaciones multimedia implica ofrecer servicios de banda ancha, abarcando un amplio rango de velocidades, desde simples mensajes de paging hasta las exigentes

transferencias de video. Por tanto, los sistemas de acceso vía radio deberán ser capaces de proveer ancho de banda bajo demanda y disponer de canales de radio de naturaleza variable.

1.3.5. CUBRIMIENTO GLOBAL

Con la tendencia de globalización de los negocios y aún de las actividades que hacen parte del tiempo no laboral de las personas, mediante la integración de redes terrestres y satelitales se espera ofrecer servicios de comunicaciones en cualquier lugar y a cualquier hora. Los terminales serán capaces de realizar en forma transparente el roaming entre redes que pueden ser de diferentes tipos y ambientes, con diferentes densidades de usuarios y clases de servicios, redes terrestres y satelitales. Con este objetivo, la ITU ha asumido el reto de liderar las acciones que conduzcan a proveer acceso global inalámbrico alrededor del año 2000, lo que ha denominado IMT-2000. La visión de la ITU para el IMT-2000 incluye la implantación de sistemas móviles globales con componentes complementarios satelitales y terrestres (los existentes antes y después de la iniciativa IMT-2000), dando respuesta al hecho reconocido de que los sistemas de acceso inalámbrico del futuro necesitarán ofrecer a los usuarios la misma calidad y características de banda ancha ofrecidas por redes fijas. En un ambiente competitivo y de múltiples operadores, las redes del futuro deben

proveer virtualmente cualquier combinación de servicios deseada entre enlaces de acceso inalámbrico o alámbrico.

El componente satelital de la iniciativa IMT - 2000 ha sido denominado GMPCS (Comunicaciones Personales Móviles Globales por Satélite). El concepto GMPCS abarca un amplio rango de sistemas satelitales - geoestacionarios o no geoestacionarios, de banda ancha o banda angosta, globales o regionales, que ofrecen servicios fijos y móviles, utilizando diferentes partes del espectro de frecuencia.

Debido a las limitaciones de potencia y de espectro de radio, inherentes a todos los sistemas satelitales, las "macro", "micro" y "pico" celulares terrestres se presentan como un complemento natural de las "mega" células satelitales, obteniendo de esta forma el incremento substancial en capacidad que se requiere en regiones urbanas/suburbanas, y haciendo viable la globalización de las telecomunicaciones.

1.3.6. INFRAESTRUCTURAS FLEXIBLES

La creciente interacción requerida entre los diferentes tipos de redes y servicios, exige a los operadores la disponibilidad para configurar y

administrar sus recursos según las demandas actuales y potenciales del mercado. En la tercera generación de las comunicaciones inalámbricas se tendrán terminales multimedia que deberán coexistir en un mundo de múltiples estándares, interfases y ambientes, para lo cual deberán trabajar en modo múltiple y/o banda múltiple. Esto requerirá células inteligentes así como infraestructuras muy flexibles de conmutación y transporte, manteniendo el adecuado costo que garantice el mercado masivo.

1.3.7. OPTIMIZACION DE COSTOS

Cada vez son mayores los requisitos para la utilización de equipos pequeños y compactos, un bajo consumo de potencia y un prolongado tiempo de respaldo de las baterías, excelente comportamiento en recintos abiertos y cerrados, elevada capacidad, calidad en la información y utilización de tecnologías que ofrezcan el menor costo por suscriptor. Se han desarrollado varias soluciones dirigidas a optimizar el uso de los recursos: operación de equipos en banda dual (en rangos de frecuencias de celulares y a la vez en rangos de frecuencias de PCS), uso de repetidores para ampliar el rango de cubrimiento de las células y su consecuente disminución del número de estaciones base, uso de diferentes técnicas de acceso al canal optimizando la forma de compartirlo entre diferentes comunicaciones, así como la reducción de la potencia de

transmisión de los equipos, entre otras. Los avances tecnológicos al respecto no se detienen.

1.3.8. NUEVOS SERVICIOS Y CAPACIDADES

Para responder a las necesidades de los clientes del futuro será necesario un amplio rango de servicios accesibles en una variedad de formas, habilitando nuevas facilidades de voz y datos que actualmente no están disponibles. El concepto de "oficina móvil" utilizando equipos de cómputo personales inalámbricos en una Red de Area Extendida (WAN), transmisiones de imágenes en forma inalámbrica (ej: imágenes médicas, mapas con trayectorias de vehículos en tiempo real, entre otros) serán una realidad y exigirán mayores anchos de banda. Se impondrá de esta forma la necesidad de proveer servicios de banda ancha, a través de la interacción entre redes que utilizan diferentes bandas y la red integradora del futuro, IMT-2000.

CAPITULO II

TECNOLOGIAS DE ACCESO MULTIPLE Y ESTANDARES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACION

2.1. TECNOLOGIAS DE ACCESO MULTIPLE DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACION

Debido a que el espectro de radio es un recurso limitado, compartido por todos los usuarios, un método debia ser desarrollado para dividir el ancho de banda disponible entre tantos usuarios como fuera posible.

Las diferentes tecnologías reflejan diferentes soluciones para este problema, y en esta parte del capitulo vamos a analizar varias tecnologías de acceso, su capacidad, performance y eficiencia.

2.1.1. INTERFASES DE PRIMERA GENERACION

En los primeros años de la telefonia celular analogica, se utilizaron sistemas basados en transmisiones de radio por modulación de frecuencia (FM). Donde se utilizaron simples transmisores potentes para proveer coberturas de hasta 50

millas como máximo. La telefonia móvil basada en FM usaba canales de 120 KHz de espectro para transmitir voz con un ancho de banda efectivo de 3 KHz. A medida que la demanda se incrementaba el trafico ofrecido era mayor que la capacidad de trafico efectiva del sistema, por lo que la probabilidad de bloqueo bordeaba el 65 %, esto motivó la saturacion de la capacidad del sistema, principalmente en areas fuertemente pobladas o incluso en areas con poblacion moderada, pero de multiples requerimientos. La necesidad de poder incrementar la capacidad del sistema, sin utilizar una gran cantidad de espectro motivó el desarrollo de nuevas tecnicas digitales que solucionen este inconveniente, este fue el paso para las interfases de segunda generación.

2.1.2. INTERFASES DE SEGUNDA GENERACION

2.1.2.1. ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDMA)

FDMA es una de las tecnologías más populares, usada especialmente en los sistemas celulares analógicos y PCS de banda estrecha. De igual forma que en las radios comerciales y los canales de televisión. En FDMA a las señales de varios usuarios se les asigna frecuencias diferentes y se mantienen bandas de guarda entre señales adyacentes para minimizar la interferencia entre los canales. Es decir a cada uno de los Usuarios se le asigna una banda de frecuencias única, que ellos pueden usar en forma exclusiva, tal como se

muestra en la Figura 2.1. Los radios comerciales y los canales de televisión son un claro ejemplo de esta técnica. Mediante el uso de potencias menores los radios, teléfonos inalámbricos y walkietalkies usan ese sistema también.

Tradicionalmente estos sistemas utilizan FDD (Duplexación por División de Frecuencia), lo que quiere decir que el transmisor y el receptor operan simultáneamente en diferentes frecuencias. Esta separación es prevista entre los canales Uplink y Downlink para evitar que se produzca una interferencia entre la transmisión y la recepción. Otra precaución que es también necesitada es el uso de dos antenas o alternativamente una antena con un duplexor (un arreglo especial de filtros que protegen el receptor de la frecuencia de transmisión).

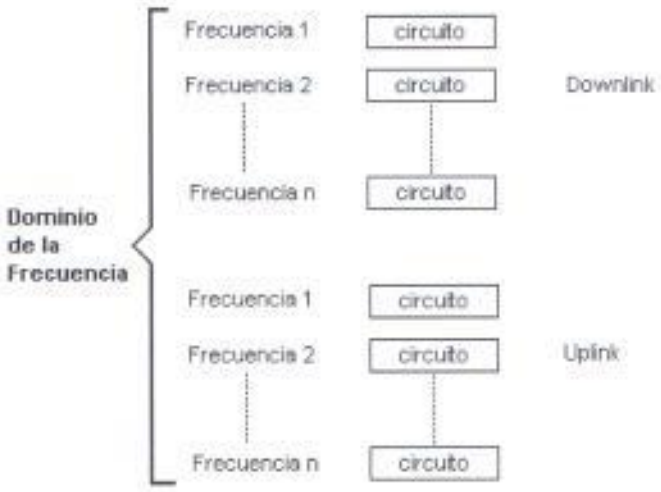


FIGURA 2.1. Arquitectura FDMA/FDD

La ventaja que posee FDMA, es que la capacidad puede ser incrementada fácilmente si se utiliza un código digital eficiente y además los avances tecnológicos requeridos para la implementación son simples y cualquier mejora en términos de codificación de voz puede ser incorporada al sistema rápidamente.

Entre las desventajas que tiene FDMA están las siguientes:

- Como la arquitectura de un sistema basado en FDMA no difiere significativamente de los sistemas analógicos, las mejoras en cuanto a capacidad dependen de la reducción de la tasa Señal/Ruido.
- La máxima tasa de bits por canal es fija y pequeña, lo que inhibe la capacidad de tener una tasa de datos flexible que podría ser necesitada para la transferencia de archivos.

2.1.2.2. ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO (TDMA)

En un sistema TDMA, los usuarios comparten el espectro de radio en el dominio del tiempo, los datos de cada usuario son transportados en intervalos diferentes. Durante el tiempo de cada intervalo los usuarios pueden acceder a toda la banda de frecuencia permitida para el sistema.

En TDMA, cuando hay transmisión de las estaciones móviles a la estación base (uplink), solo una estación móvil puede transmitir a la estación base en un tiempo dado. En las transmisiones de la estación base a las estaciones móviles (downlink), la estación base transmite en forma continua y las estaciones móviles reciben solo durante la ranura de tiempo asignada. Varias ranuras hacen un paquete. Ver Figura 2.2. Cada ranura esta conformada por un preámbulo mas los bits de información. La función del preámbulo es proveer una identificación e información que permita la sincronización con la ranura adecuada en el lado del receptor. Tiempos de guarda son utilizados entre cada transmisión de usuario para minimizar la interferencia entre los canales.

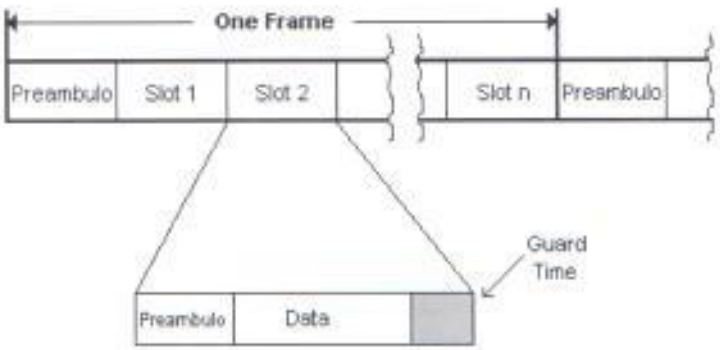


FIGURA 2.2. Paquete TDMA

Entra las ventajas de TDMA están las siguientes:

- TDMA permite tasas de datos flexibles.

- TDMA ofrece la oportunidad de monitorear paquete a paquete la energía de la señal, la tasa de error y habilitar la estación base o la móvil para iniciar y ejecutar el handoff.
- TDMA utiliza el ancho de banda en una forma más eficiente debido a que no requiere frecuencia de guarda entre los canales.
- TDMA transmite cada señal con suficiente tiempo de guarda entre las ranuras para evitar problemas debido a inestabilidad del reloj, retardos de propagación, etc.

Entre las desventajas de tiene TDMA están las siguientes:

- Para los dispositivos móviles, el enlace de subida (uplink) de TDMA requiere demasiada energía en el modo de transmisión, lo cual acorta la vida de la batería del dispositivo.
- TDMA requiere un gran procesamiento de la señal para poder filtrarla y sincronizarla con una ranura de tiempo.

Un sistema TDMA puede ser diseñado para trabajar en una sola banda de frecuencia utilizando Time Division Duplex (TDD). En TDD, un flujo bidireccional de información es conseguido usando un esquema simple que permite alternar en el tiempo la dirección de la transmisión sobre una misma frecuencia. Es decir TDD provee un flujo bidireccional cuasi - simultaneo, en

el cual una dirección de transmisión debe estar apagada (off) mientras la otra esta haciendo uso de la frecuencia. Con una tasa de datos lo suficientemente alta en el canal, el tiempo que una dirección permanece apagada es imperceptible durante una conversación y con un sistema de codificación digital el único efecto que se observa es un retardo muy pequeño.

Con los sistemas TDD, los intervalos de tiempo de transmisión y recepción de la unidad ocurren en diferentes momentos. Con el uso de un switch de RF en la unidad, la antena puede ser conectada al transmisor cuando se requiere enviar una señal y al receptor cuando ingresan señales. De esta forma el switch de RF ejecuta las funciones de duplexor, pero es menos complejo, más pequeño y barato.

El costo por usuario de los equipos de radio de las estaciones base es menor con TDMA, debido a que cada radio es compartido por varios usuarios simultáneamente. En el futuro, la adición de nueva tecnología será sencilla, porque TDMA puede ser diseñado para soportar ranuras de tiempo adicionales sin cambiar los equipos de radio.

Dependiendo de la tasa de datos utilizada y del numero de ranuras de tiempo por paquete, un sistema TDMA puede utilizar todo el ancho de banda del

sistema o puede utilizar FDD. El multiplexamiento resultante será una mezcla de Division de frecuencia y Division de tiempo, el ancho de banda será dividido en un numero de canales dúplex, donde cada canal esta configurado en un modo de multiplexamiento por división de tiempo (TDM) para el Downlink y un modo TDMA para el Uplink. Ver Figura 2.3

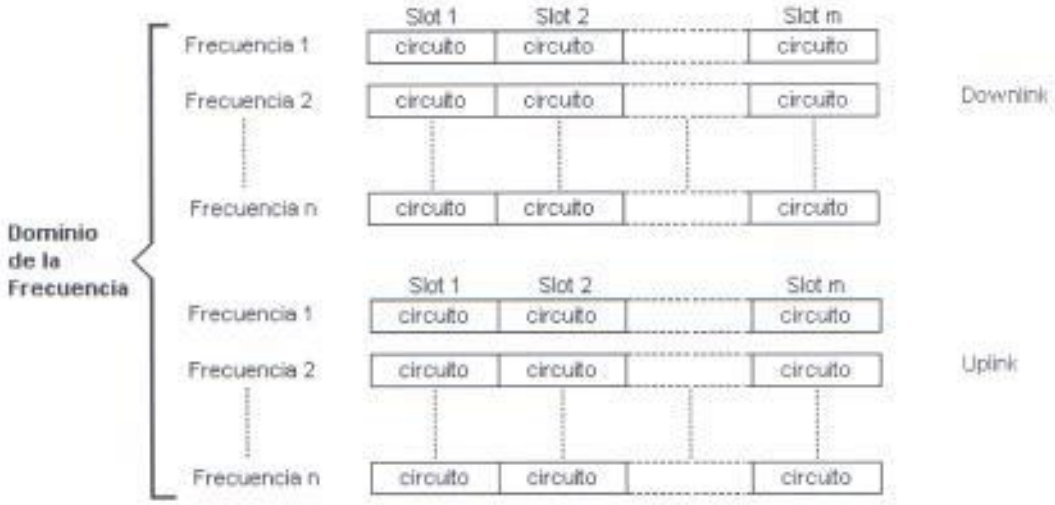


FIGURA 2.3. Arquitectura TDMA/FDD

2.1.2.3. ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE CODIGO (CDMA)

CDMA es una tecnología que ha sido utilizada durante décadas en los sistemas de satélites militares. A diferencia de los sistemas analógicos y de otros sistemas digitales, los cuales dividen el espectro disponible en canales y asignan una o más conversaciones a cada canal, CDMA es una tecnología de banda ancha (Spread Spectrum), que permite que múltiples conversaciones se

transmitan a través del mismo segmento de espectro de frecuencias. A cada llamada telefónica o a cada transmisión de datos se le asigna un código único, que le permite ser distinguido de una multitud de llamadas que son simultáneamente transmitidas sobre el mismo espectro de frecuencias. Mientras el dispositivo receptor tenga el código correcto, él podrá reconocer la conversación entre todas las demás y filtrara todas las otras señales y el ruido.

Entre los beneficios que se pueden obtener al utilizar CDMA están los siguientes:

- CDMA incrementa la capacidad del sistema, eliminando muchas señales de ocupado, caídas de llamadas y la interferencia que se produce en un sistema con un gran numero de usuarios.
- Los dispositivos CDMA típicamente transmiten a niveles de potencia que van desde 1/25 hasta un 1/1000 de los niveles que se utilizan en AMPS y TDMA. Los bajos requerimientos de energía, permiten que los dispositivos sean más pequeños, ligeros y que las baterías tengan un mayor tiempo de duración.
- Las señales de CDMA proveen una mayor cobertura que otros sistemas, tanto para interiores como para exteriores.
- CDMA mejora la calidad de las señales en locaciones congestionadas y en áreas con terrenos montañosos que experimentan interferencia debido a las señales reflejadas.

- CDMA utiliza un método de manejo del Handoff conocido como hand off suave (soft hand off), que reduce las posibilidades de que las llamadas se pierdan cuando se pasa de una celda a otra.

La habilidad de CDMA para filtrar las señales conflictivas, permite que pueda compartir el sistema con otras señales de radio sin interferencia. CDMA puede manejar entre 10 y 20 veces más llamadas que los sistemas analógicos.

2.1.2.4. COMPARACION DE LAS TECNICAS DE ACCESO DE SEGUNDA GENERACION.

ITEM	FDMA	TDMA	CDMA
Ancho de Banda	12,5 Mhz	12,5 Mhz	12,5 Mhz
Reuso de Frecuencias	K=7	K=7	K=1
Canal RF	0,03 Mhz	0,03 Mhz	1,25 Mhz
Numero de Canales RF	12,5/0,03=416	12,5/0,03=416	12,5/1,25=10
Canales por Celda	416/7=59	416/7=59	10/1=10
Canales efectivos por Celda	57	57	10
Llamadas por canal RF	1	3	38
Canales de Voz por Celda	57*1=57	57*3=171	10*38=380
Sectores por Celda	3	3	3
Llamadas de Voz por Sector	57/3=19	171/3=57	380
Capacidad vs. FDMA	-	3x	20x

TABLA I . Especificaciones Tecnicas.

2.2. ESTANDARES DE PRIMERA Y SEGUNDA GENERACION

2.2.1. NORMAS DE PRIMERA GENERACION

2.2.1.1. AMPS

A fines de 1970, Laboratorios AT&T Bell, desarrolló el primer sistema de telefonía celular de Estados Unidos llamado el AMPS (Servicio de Telefonía Móvil Avanzada). AMPS fue primeramente implementado en el año 1983 en las áreas urbanas y suburbanas de Chicago por Ameritech Inc. En 1983, un total de 40Mhz de espectro en la banda de 800 Mhz fue asignado por la FCC para el Servicio de Telefonía Móvil Avanzada. En 1989, como la demanda por el servicio de telefonía celular se incrementaba, FCC asignaba un adicional de 10 Mhz (llamado el espectro extendido) para las telecomunicaciones celulares. El primer sistema celular AMPS usaba celdas largas y antenas de estaciones bases omnidirecionales para minimizar la necesidad de equipos iniciales, y el sistema fue empleado en Chicago para cubrir aproximadamente 5300 Kilometros Cudrados.

El sistema AMPS usa un modelo de reuso de 7 celdas con provisiones para división de celda y sectorización para incrementar capacidad cuando sea necesario. Después del test subjetivo extensivo, se encontró que el canal de

30 Khz del AMPS requiere una relación de señal a interferencia (SIR) de 18 dB para ejecutar el sistema satisfactoriamente. El factor de reuso más pequeño que satisface estos requerimientos usa antena omnidireccional de 120 grados es N=7, por lo tanto el modelo de reuso de 7 celdas ha sido adoptado.

El AMPS es usado por todo el mundo y es particularmente popular en los Estados Unidos, Sudamérica, Australia y China. De esta manera, cuando el AMPS de los Estados Unidos restringe la portadora de lado A y B para un subconjunto de 416 canales cada uno, otras implementaciones del AMPS permiten que todos los canales posibles sean usados. Además, la asignación de frecuencia exacta para el AMPS difiere de país a país. No obstante, el estándar interfase aire permanece idéntico por todo el mundo.

2.2.1.2. ETACS

El ETACS (Sistema de Comunicaciones de Acceso Total Europeos) fue desarrollado a mediados de 1980 y es virtualmente idéntico al AMPS, excepto que es adaptado para ajustar en canal de 25 Khz (opuesto a lo 30 Khz) usado por toda Europa. Otra diferencia entre el ETACS y AMPS es que él numero de teléfono de cada suscriptor (llamado él numero de identificación móvil

MIN) es adaptable, debido a la necesidad de acomodar diferentes códigos de país por toda Europa y código de área en los Estados unidos.

2.2.2. NORMAS DE SEGUNDA GENERACION

2.2.2.1. IS-54

La norma IS-54 conocido también como D-AMPS (Sistema de Telefonia Móvil Avanzada Digital) fue normalizado por la EIA/TIA (Asociación de Industrias en Electrónica/Telecomunicaciones) y en la actualidad tiene más de 2 millones de usuarios, fue el primer estándar de telefonía celular digital americano, el IS-54 opera en el mismo espectro usado por los antiguos sistemas AMPS y conserva los 30 Khz de banda del canal AMPS para facilitar la evolución de los sistemas analógicos, un factor esencial en la mudanza de sistemas AMPS para sistemas TDMA es el aprovechamiento de la estructura ya montada y ampliamente utilizada, por eso el IS-54 define el concepto modo dual (dual mode) significando que provee una operación para ambos sistemas analógico y digital. El IS-54 utiliza multiplexación FDM (Multiplexación por División de Frecuencia) para canales RF de la frecuencia de telefonía celular igual al AMPS y la multiplexación TDM (Multiplexación por División de Tiempo) dentro de cada canal RF. La multiplexación TDM implica técnicas de transmisión digital en los canales RF, lo que equivale a

multiplicar la capacidad del sistema por un factor de 3 en relación al sistema AMPS.

Después de investigación extensiva y comparación por los fabricantes principales de celulares en los años de 1980, el sistema USDC (Celular Digital de los Estados Unidos) fue desarrollado para soportar mas usuarios en una asignación de espectro fijo. El USDC es un sistema de acceso múltiple con división de tiempo (TDMA) que soporta 3 usuarios a tasa completa o 6 usuarios a media tasa en cada canal AMPS. De esta manera el USDC ofrece tanto como 6 veces la capacidad del AMPS. El estándar USDC usa el mismo esquema FDD de 45 Mhz como el AMPS. El modo dual del sistema USDC/AMPS fue estandarizado como el IS-54 por la EIA/TIA en 1990.

El sistema USDC fue diseñado para compartir la misma frecuencia, el plan de reuso de frecuencia y estaciones bases como el AMPS, tal que las estaciones bases y la unidad del suscriptor podrían ser equipado con ambos canales AMPS y USDC dentro de la misma pieza de equipo. Para soportar ambos AMPS Y USDC, las operadoras celulares son capaces de proveer nuevos clientes con teléfonos USDC y podían gradualmente reemplazar las estaciones bases AMPS con estaciones bases USDC, canal por canal. Porque el USDC

mantiene compatibilidad con el AMPS, es además conocido como D-AMPS o AMPS digital.

2.2.2.2. IS-95

En 1992 fue presentado ante el organismo de normas americano TIA-EIA una propuesta de la Qualcomm Incorporated sobre un nuevo sistema de telefonía celular basado en el "Espectro Ensanchado" llamado CAI (Interfase Aérea Común CDMA) . En 1994 la TIA /EIA acogió la propuesta de la Qualcomm como una norma para telefonía celular digital denominandola IS-95.

El IS-95 se presenta también como una tecnología de modo dual, o sea permite la operación tanto en el modo AMPS como en el modo CDMA, de esta manera esta garantizado la convivencia con el sistema AMPS que actualmente representa el mayor porcentaje de la base de telefonía celular instalada en el mundo.

El IS-95 divide la banda de 25 Mhz en 10 canales dúplex RF con 1,25 Mhz de espectro por canal, cada macro célula puede utilizar la banda celular entera lo que significa un factor de reutilización de la frecuencia igual a uno, en cada canal de RF son transmitidos simultáneamente 64 canales digitales de 9.600

bits diferenciados a través de códigos de modulación y de secuenciación propio. El IS-95 puede soportar 10 veces el numero de usuarios en sistemas analógicos y ofrece una serie de beneficios incluyendo alta capacidad, mejor calidad, seguridad, eliminación de la necesidad de planificar la designación de frecuencias para las células y la flexibilidad para acomodar las diferentes tasas de transmisión.

El sistema IS-95 tiene como desventaja la necesidad de un rígido control de potencia de transmisión por parte de cada usuario , este control es necesario para minimizar el problema de interferencia, teniendo en vista que la recepción además del ruido propio de banda larga (1,25 Mhz) todos los usuarios de un determinado canal RF dentro de la célula se interfieren entre si, pues ocupan todos la misma banda . Además de esta interferencia tenemos todavía en grado menor la interferencia causada por los usuarios de la células adyacentes del mismo canal RF.

Según el número de usuarios activos, el tamaño de las celdas tiende a contraerse y expandirse, ya que con un numero elevado de usuarios el ruido aumenta y se degrada la señal. Para evitar esto el sistema debe disminuir los niveles de potencia de transmisión, con la consecuente reducción del área de cobertura de la celda.

Utiliza un codificador de tasa variable, que permite cambiar la velocidad de transmisión entre cuatro niveles posibles. Cuando hay poca actividad de voz, el codificador baja su tasa de transmisión para reducir la interferencia y asi incrementar la capacidad.

CDMA realiza un manejo de handoff suave, que permite habilitar dos o mas celdas para servir a una unidad móvil durante el proceso de traspaso, asegurando la exitosa transferencia de llamadas entre celdas y optimizando el proceso de handoff.

Ofrece servicios de mensajes cortos que pueden ser originados por una estación móvil, o por la central, datos sincrónicos y asincrónicos a 9.6 Kbps y 14.4 Kbps, fax, seguridad y autenticación.

Utiliza el estándar IS-41, para interoperabilidad entre redes, con lo que le da la posibilidad al sistema de un servicio sin cortes y una característica de transparencia. Puede utilizar la tecnologia ATM (Modo de Transmisión Asincrónico), conectándose a redes de datos publicas y privadas. En general no soporta handoff entre redes análogas AMPS e IS-95 en 800MHz.

2.2.2.3. IS-136

El IS-136 es una norma de telefonía celular digital también basado en TDMA, en realidad es la continuación de la norma IS-54 en su versión IS-54C. Actualmente el IS-136 junto al GSM y el IS-95 esta en la lucha de la supremacia de la telefonía celular digital en le mundo. El IS-136 incorpora un control digital de canal, lo que permite al operador de la red una grande eficiencia en la operación del trafico de servicio y la introducción de mejores características usando la infraestructura ya existente , algunos de estos son sleep mode, capacidades para voz y datos, roaming automático internacional, privacidad y autenticación, mayor calidad de transmisión de voz, además de aumentar significativamente la cantidad de usuarios por célula. La norma comercial D-AMPS 1.900 esta basado en el IS-136 y esta destinado para operar automáticamente en dos bandas de 800 y 1.900 Mhz permitiendo el acceso a redes analógica y digitales.

Utiliza estructura jerárquica de celdas, combinando macroceldas, microceldas y picoceldas dentro de la misma área, cubriendo ambientes externos e internos.

Ofrece cobertura nacional e internacional al permitir la operación en modo dual y banda dual, es decir en la banda de 800 Mhz o de 1.900 Mhz.

Ofrece Servicios de paquetes de datos y facsímil. Soporta la funcionalidad de la red móvil inteligente, haciendo posible la creación rápida y flexible de servicios avanzados tales como numeración personalizada, hora en pantalla, grupos de negocios. Un teléfono D-AMPS puede ser programado para buscar y seleccionar estaciones base especificas , siendo posible un rango de servicios independientes de la ubicación, tales como servicios de oficina inalámbricos. Esta Tecnología fue diseñada para que su compatibilidad sea la mas amplia posible por lo cual se ha definido como un estándar para PCS en modo dual y banda dual. Maneja roaming y handoff entre redes AMPS 800 Mhz, D-AMPS 800 Mhz y D-AMPS 1.900 Mhz.

2.2.2.4. GSM

En Europa la cantidad de normas de telefonía celular analógico no compatibles entre ellos originó el surgimiento de una norma única llamada GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles) que fue desarrollado en Europa por la ETSI (Instituto de Estándares de Telecomunicaciones Europeos) para proveer un único estándar que pueda ofrecer una mayor capacidad de

usuarios, mejor calidad, facilidades para la transmisión de voz y datos y facilitar el roaming continental para cubrir todo el territorio europeo. El GSM también ofrece la oportunidad de implementar sistemas bajo costo y una alta eficiencia en el uso del espectro disponible. Técnicamente el GSM esta basado en la tecnología TDMA. Dos bandas de frecuencia son definidas para el GSM una de 890 hasta 915 Mhz para transmisión de la unidad móvil, y otra de 935 hasta 960 Mhz para la transmisión de la estación base. Sistemas GSM operan de forma comercial desde 1991, hasta Diciembre de 1995 existían mas de 10 millones de usuarios.

En los USA algunos de los operadores de telefonía celular han considerado el uso de sistemas basados en GSM como el PCS-1.900. Una las características resaltantes del Sistemas GSM son los mecanismos de autenticación y privacidad, donde se utilizan algoritmos de criptografía para autenticar al usuario y cifrar las conversaciones.

Utiliza celdas jerarquizadas. Es posible implementar celdas con un radio variable, entre 35 Km. para las zonas rurales y 1 Km. para las zonas urbanas.

Los suscriptores pueden disfrutar de la capacidad del roaming dentro de 125 redes en 70 países.

Para reducir al mínimo la interferencia cocanal y para conservar la potencia, los móviles y el transmisor receptor de las estaciones base operan en el nivel mas bajo de potencia, que mantiene la calidad aceptable de la señal. Posee mecanismos de seguridad, confirmando la identidad del usuario.

Su servicio de transmisión de datos utiliza técnicas de alta velocidad para conmutación de datos y el servicio general de radiopaquetes, alcanzando velocidades entre 9,6 Kbps y 100 Kbps.

El sistema puede operar en cualquiera de las tres bandas designadas para PCS (800, 1.800 o 1.900 Mhz).

Posee una arquitectura abierta que permite que varios fabricantes puedan desarrollar esta tecnología. Además de la diversidad y disponibilidad de equipos.

Se interconecta con las RDSI, redes de datos de conmutación de paquetes y circuito, permitiendo la creación , control y portabilidad de los servicios.

2.2.2.5. DECT

El DECT (Telefonía Inalambrica Digital Mejorada) fue el resultado del subcomité técnico RES3 del ETSI. Su primera versión fue lanzada en 1992.

Esta es una tecnología de acceso vía radio obligatoria para los sistemas digitales inalámbricos de toda Europa.

DECT es una tecnología digital microcelular que se diseño para permitir comunicación móvil en zonas que poseen alta densidad de trafico y un cubrimiento de alcance limitado (entre 10 m a 1 Km.). Dicho cubrimiento puede darse en modo monocelular (para áreas como oficinas y apartamentos), o multicelular (para áreas con acceso a la red) de conmutación publica o para sistemas PBX móviles.

Tiene un radio de cobertura limitado, pero elevada capacidad de manejo de trafico. Bajo este estándar se definen 10 portadoras con 24 ranuras por trama, con un capacidad de 120 canales dúplex. Elevada capacidad de voz debido a su modulación ADPCM (Modulación Diferencial Adaptativa por Pulsos Codificados).

Realiza un manejo de handoff suave e imperceptible, al utilizar la técnica de CDCS (selección dinámica continua de canal), en la que el equipo terminal es el que elige el canal de radio y el intervalo de tiempo sobre los cuales se va a realizar la comunicación.

Utiliza en forma combinada las técnicas TDMA/TDD/CDCS. El uso de estas técnicas ofrece un tratamiento adecuado de la interferencia y colisiones.

Ofrece servicios como Mensajería orientada a conexión punto a punto. Acceso a redes de área local. Su servicio de manejo de movilidad incorpora operaciones de autenticación y encriptación.

Además el DECT trabaja en sistemas residenciales conectados a redes publicas con las características y respuestas de los teléfonos alámbricos corrientes, sistemas de oficina inalámbricos de voz y no-voz, telepunto, sistemas de acceso que proveen redes públicas o privadas extendidas a través de radiofrecuencias.

Se ha establecido como estándar internacional de acceso inalámbrico, por lo que ofrece compatibilidad entre diversos sistemas y entre diversos

fabricantes, dentro de los cuales está la red publica de conmutación telefónica, red digital de servicios integrados, redes publicas de conmutación de datos por paquetes, redes GSM, redes de área local, PBX y PBX de servicios integrados. También se utiliza para llevar telefonía básica y RDSI a los usuarios de tipo publico (bucle de abonados inalámbrico).

2.2.2.6. PHS

La norma PHS (Sistema de Telefonia Portatil Personal) fue desarrollado en Japón por la ARIB (asociación de radioindustrias y negocios) y por la TIC (Comité Técnico de las Telecomunicaciones). Su primera versión fue lanzada en 1993.

Es un sistema de acceso digital inalámbrico, compatible con varias marcas de equipos de elevada expansión en Japón.

El sistema esta basado en una arquitectura de microceldas que crean un radio de cobertura entre 100 y 300 m, permitiendo alcanzar altos niveles de capacidad. El estándar PHS, igual que el DECT, usa TDMA y TDD. Cuatro canales de datos dúplex son suministrados en cada canal de radio. Modulación de $\pi/4$ DQPSK (Modulación por Desplazamiento de Fase en Quadratura

Diferencial) a una tasa de datos de 384 Kbps es usada en ambos enlace delantero y reverso. Cada trama TDMA es de 5 ms de duración, y 32 Kbps ADPCM es usado en conjunción con detección de error.

PHS soporta 77 canales de radio, cada uno con 300 Khz de ancho, en la banda de 1895 Mhz a1918.1 Mhz. 14 canales en la banda de 1906.1 Mhz a 1918.1 Mhz son asignados para sistema publico, y los otros 37 canales son usados para el hogar y oficina que usa en la banda de 1895 Mhz a 1906.1 Mhz.

PHS usa asignación de canal dinámico, tales estaciones bases son capaces de asignar canales basados en la potencia de señal RF visto en la base y portátil. Handoffs son soportado únicamente para peatones, ya que PHS se diseñó para uso PCS microcelda/interior.

PHS se caracteriza por permitir la comunicación entre dos terminales sin necesidad de utilizar la estación base. De esta forma se ayuda a descongestionar la carga de trafico que debe ser manejada por las estaciones base. En las estaciones urbanas, puede soportar millones de suscriptores.
Sus terminales móviles son dispositivos compactos de baja potencia que proveen alta calidad y capacidad de transmisión de 32 Kbps.

Utiliza asignación dinámica de canal y tecnologías de control autónomo descentralizado de canal de radio, haciendo posible el uso flexible y eficiente de las frecuencias evitando los problemas de reutilización de estos.

Permite transmitir voz, datos, facsímiles e imágenes. Permite la comunicación directa vía radio entre dos estaciones personales. Soporta aplicaciones multimedia como acceso a Internet a altas velocidades.

Además el PHS se aplica en telefonía inalámbrica fija, teléfonos inalámbricos casero como PBX inalámbricos, transceptores de lazo local de abonados.

No requiere una red de transmisión para conectar las estaciones base o para enrutar las llamadas, pues utiliza la red publica o sistemas privados de comunicación.

La interfase de red entre la estación base y la red digital esta basada en la red RDSI, pero ha sido modificada para soportar las funciones de PHS tales como registro de la ubicación, autenticación y handoff.

PHS se desarrollo en un ambiente compatible para varias marcas de equipos.

CAPITULO III

TELECOMUNICACIONES MOVILES INTERNACIONALES DEL AÑO 2000 IMT – 2000

3.1 . GENERALIDADES

3.1.1. SERVICIOS MOVILES DEL 2000 Y SUS PERSPECTIVAS

Todos hemos sido testigos del crecimiento dramático y acelerado de los servicios tanto móviles como de Internet en los últimos 10 años, incluso hemos superado las más optimistas proyecciones de años atrás, todo esto a obligado a operadoras y proveedores a alrededor del mundo a desarrollar nuevas plataformas y equipos que permitan satisfacer las mas altas demandas en cuanto a telecomunicaciones a nivel mundial. Prueba de este desarrollo vertiginoso es que, mediante un estudio de la tendencia de los diferentes mercados en las telecomunicaciones se prevé que el acceso inalámbrico, en cuanto a su última milla, exceda al acceso fijo en algún momento entre los años 2005 y 2010. Ver Figura 3.1.

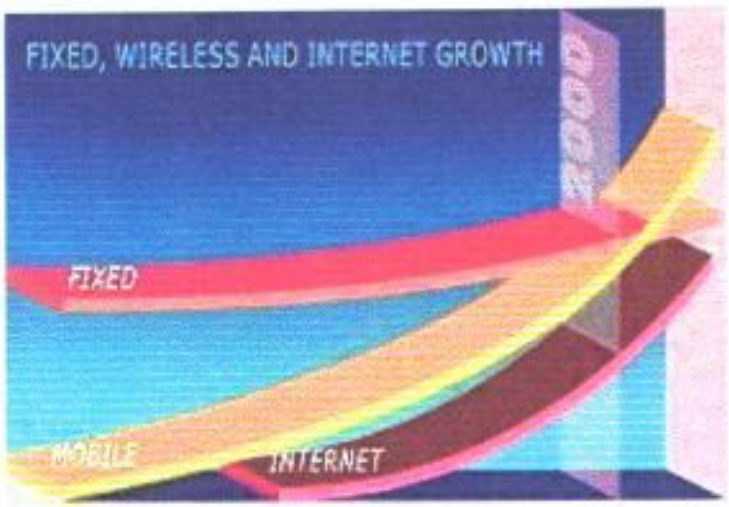


FIGURA 3.1. Proyección del crecimiento de la Telefonía Fija, inalámbrica y de Servicios de Internet mas allá del año 2000

Bajo este mismo análisis, se determinó que en el año 2000, se alcanzaron 1 billón de usuarios en forma global dentro de las tres grandes redes, como son: las redes móviles, fijas y de Internet. Pero que la nueva revolución en el mercado de las telecomunicaciones estaba dirigido principalmente hacia el mundo de las comunicaciones inalámbricas, este crecimiento muy fuerte de los servicios móviles esta pronosticado por el forum de la UMTS,(uno de los estándares propuestos para el IMT - 2000), quienes aseguran que existirán no menos 3 billones de usuarios móviles estimados para el año 2015. Ver Figura 3.2. Dichas predicciones además muestran que el crecimiento de los servicios móviles a futuro serán predominantemente en zonas como Asia y los países en desarrollo.

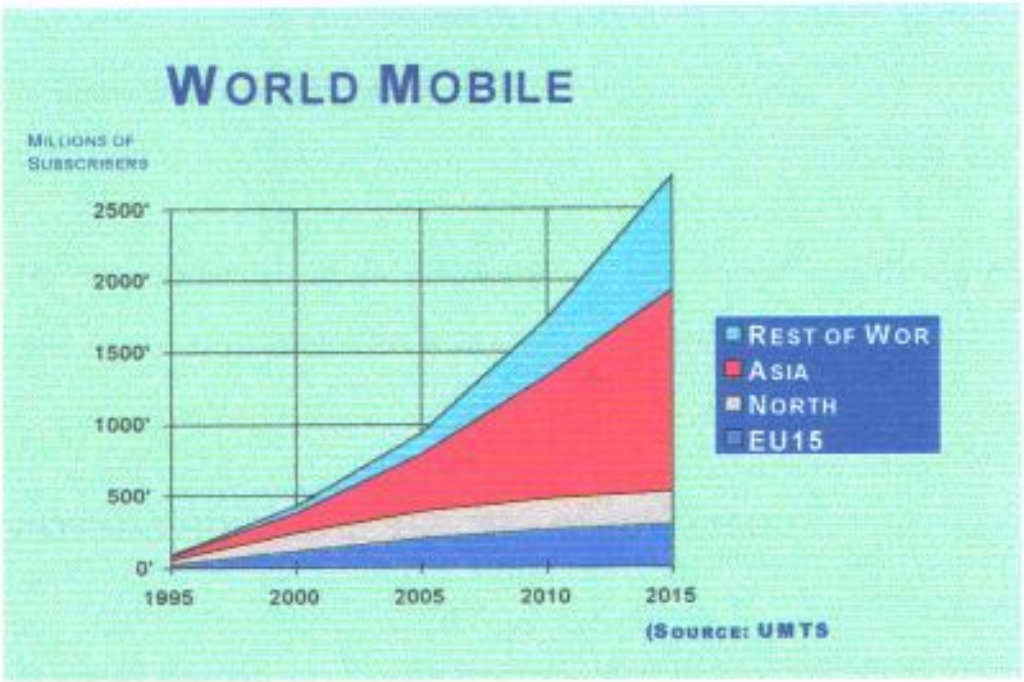


FIGURA 3.2 Crecimiento de la Telefonía Móvil Mundial desde 1995 hasta el 2015.

Un área de crecimiento, no cubierta por la Figura 3.2, son las comunicaciones inter-dispositivos sin la implicación humana, como los agentes inteligentes que recopilan y que clasifican la información. Estos dispositivos podrían significativamente sobrepasar a los comunicadores humanas en el siglo 21.

La visión futurista de las nuevas plataformas a desarrollarse para los próximos años, básicamente se someterán a la implementación de un mundo inalámbrico, donde se puedan integrar las demás redes, por lo que las ondas de

radio serán claramente la tecnología primaria para mejorar el acceso mundial a la infraestructura de información global futura.

No estará lejano el día en que las nuevas generaciones pregunten a sus antecesoras: LOS TELEFONOS TENÍAN ALAMBRES..... ¿ POR QUÉ ?

3.1.2. SISTEMAS MOVILES DE TERCERA GENERACION

Las telecomunicaciones móviles internacionales del año 2000 (IMT- 2000), además conocidas como sistemas móviles de tercera generación harán realidad uno de los más grandes sueños en las telecomunicaciones, comunicarse en cualquier lugar, a cualquier hora. Su puesta a servicio se ha estimado alrededor del año 2001.

Como una prioridad estratégica del ITU, el IMT - 2000 proveerá compatibilidad de paquetes para el acceso inalámbrico mundial al enlazar los diversos sistemas terrestres y/o las redes basadas en satélite. Esto explotará la potencial sinergia entre las tecnologías de telecomunicaciones móviles y estos sistemas para Acceso inalámbrico fijo.

El estándar de tercera generación de comunicaciones móviles (IMT-2000) permitirá a los usuarios la disponibilidad de una eficiente transmisión de radio de alta velocidad del Internet, optimizada por comunicaciones multimedia.

3.2. PRINCIPIOS BASICOS DEL IMT-2000

3.2.1. CONCEPTO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) empezó a involucrarse en estándares globales móviles hace más de 10 años atrás, cuando la telefonía celular estaba en su infancia y los terminales móviles estaban comenzando a parecer. En esos primeros años la mayoría de teléfonos móviles eran usados en vehículos, pero ya en esos años algunos delegados del ITU creían que eventualmente los terminales móviles que manejen comunicaciones personales, dominarían el mercado de las telecomunicaciones en el futuro.

En el evento WARC (Conferencia de Administración de Radio Mundial) organizado por la ITU en 1992 es cuando se otorgan 230 Mhz. para el nuevo sistema propuesto por la ITU denominado FPLMTS (Sistema de

Telecomunicaciones Móviles Publicas Terrestres del Futuro) que más tarde seria conocido como IMT-2000.

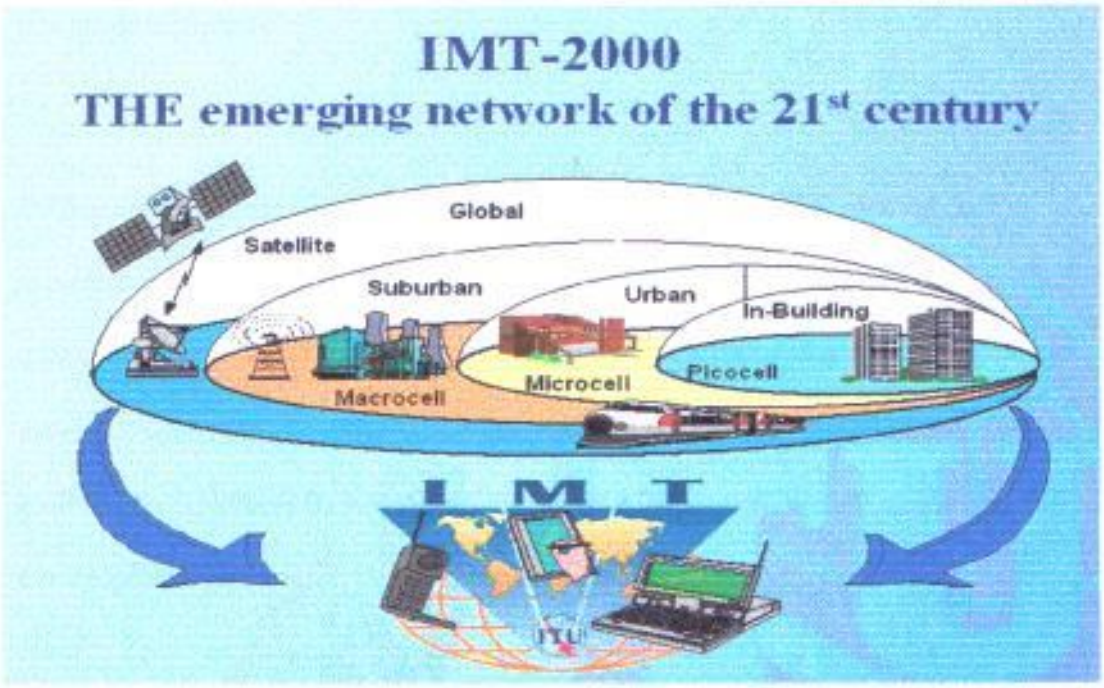


FIGURA 3.3. El sistema de Telecomunicaciones Móviles Internacionales del año 2000 (IMT-2000).

IMT-2000 es un proceso que involucra un conjunto de requerimientos definidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) con el propósito de definir "Los Sistemas Móviles de Tercera Generación" (o 3G) para su utilización a nivel mundial.

IMT representan las siglas para las "Telecomunicaciones Móviles Internacionales" y su simbología "2000" representa el año de inicio de los sistemas de prueba, así como el rango de frecuencia de los 2000 Mhz, en el cual se desarrollará.

IMT-2000 es un servicio desarrollado con el propósito de permitir a los usuarios de telefonía celular todo tipo de servicios utilizando un único equipo donde sea y cuando sea, usando una frecuencia común y una tecnología de estándar unificada. El IMT-2000 proveerá servicios de alta velocidad y multimedia inalámbrica, además poseerá capacidad de un roaming más amplio a nivel global.

IMT-2000 como un sistema de tercera generación global, apuesta a unificar los diversos sistemas que vemos hoy (la primera fue la red telefónica, la segunda la red ISDN) dentro de un ambiente de radio y usando una infraestructura que es capaz de ofrecer una amplia gama de servicios con la calidad comparable a la red de telecomunicaciones fijas, en vuelta del año 2000 como se representa en la Figura 3.3

El IMT-2000 fue inicialmente concebido para proveer servicios de comunicaciones móviles sin importar el cambio de equipos dependiendo de donde el usuario se encuentre. Debido a que es un estándar flexible, que permite a los operadores la libertad de métodos de acceso de radio y de implementar redes abiertamente, ajustando sus sistemas a dicho marco, dependiendo de las regulaciones, requisitos de mercado o de negocios. Sin embargo, alcanzar esta meta ha sido motivo de conflictos e intereses entre países y continentes.

El IMT-2000 espera ofrecer velocidades de transmisión mejoradas a través de tecnologías de punta. Aunque esta no es del todo una revolución desde la existencia de teléfonos celulares digitales de segunda generación. Además otros países están preparando servicios como el GPRS (Servicio General de Paquetes de Radio), también llamado "pre IMT-2000", el cual con una transmisión de datos de 144 Kbps hará esto posible. Ellos además interactúan con las redes de comunicaciones móviles ya existentes.

3.2.2. POTENCIALIDADES

El potencial del IMT-2000 radica en varios escenarios, como son:

- El uso de una misma banda de frecuencias para una interfase global de radio, esto también ofrece un fuerte incentivo para trabajar en dirección de una norma global ITU, si se va a simplificar los equipos móviles para la operación en múltiplos ambientes de radio, también la IMT-2000 sirve de medio para la solución de necesidades básicas de telecomunicaciones en regiones menos desarrolladas del mundo optando por soluciones de costo/beneficio favorables a sus economías.
- IMT-2000 abarcará la mayoría de los escenarios de radio de hoy en día, incluyendo ambos tipos de componentes satélites y terrestres. Los sistemas tanto fijos como móviles a mas de públicos y privados son incluidos, incorporando una gama mucho más amplia de servicios y de terminales móviles que cualquiera de los sistemas de radio actuales.
- El IMT-2000 proveerá una calidad alta, una capacidad de roaming mundial dentro de un terminal pequeño, una facilidad para aplicaciones multimedia, tales como navegación de Internet, comercio electrónico, correo electrónico, videoconferencia y un acceso a cualquier tipo de información almacenada en su PC de escritorio en el trabajo o en su casa.

FIGURA 3.4. Esquema donde se muestra el múltiple acceso a diferentes servicios a través de 1 solo terminal dentro del IMT-2000.

- Estos nuevos dispositivos de comunicadores móviles serán accesorios eventualmente personales, combinando características de un teléfono, computador, televisión, periódico, una librería, un diario personal e incluso una tarjeta de crédito, como se muestra en la Figura 3.4.

3.2.3. OBJETIVOS

Los objetivos primarios del ITU para el IMT-2000 son:

- Provisión de un servicio global que abarque tanto las redes móviles como fijas, así como las todas las aplicaciones en telecomunicaciones y datos.
- Eficiencias operacionales mejoradas, particularmente para los servicios de datos y multimedia.
- Arquitectura flexible.

- Tecnología más conveniente para reducir los "vacíos" en las telecomunicaciones, es decir ofrece un costo en el acceso más rentable para los más de 4 mil millones personas que no tienen actualmente un teléfono.

3.2.4. CARACTERISTICAS

Las características del IMT – 2000 son:

- Alto grado de compatibilidad en cuanto al diseño alrededor del mundo.
- Compatibilidad de servicios dentro de IMT–2000 y con las redes fijas.
- Gran calidad de servicio.
- Utilización de una terminal de bolsillo en todo lugar y en todo momento.
- Capacidad de Roaming mundial.
- Capacidad de aplicaciones Multimedias y un amplio rango de servicios y terminales.
- Alta flexibilidad y eficiencia espectral.
- Celdas adaptables a los ambientes.
- Incorporación de sistemas Cordless.
- Comunicaciones de datos de 2 Mbps o superiores.

3.3. BANDA DE FRECUENCIAS DEL IMT-2000

IMT-2000 ha concentrado un amplio rango de tecnologías en comunicaciones móviles. Con la provisión de dichos servicios en telecomunicaciones móviles, las tecnologías relacionadas han sido mas fuertemente desarrolladas. La operación conveniente, consumo bajo de potencia, aplicaciones varias y un manejo alto de texto requieren un nivel mas alto de tecnologías de semiconductores y de tecnologías de terminales portátiles multimedia, tales como una interfase de usuario y la ingeniería humana. Además la eficiencia en la disponibilidad de frecuencias desarrollara tecnologías de compresión y será capaz de enlazarse con los servicios para suscriptores de la red fija.

Como habiamos dicho antes, en el evento WARC organizado por la ITU en 1992 se propuso una banda de 230MHz dentro del espectro, distribuidos entre las bandas de 1885-2025 Mhz y 2110-2200 Mhz para el nuevo sistema propuesto por la ITU denominado FPLMTS que más tarde seria conocido como IMT-2000, allí también se propuso el espectro entre los 1980-2010 Mhz y 2170 -2220 Mhz para los satélites de servicios de comunicación móvil. Todas estas bandas fueron autorizadas como una banda de frecuencias global común, por lo que se encuentran actualmente identificadas en todo el mundo para la operación de las IMT-2000.

Las bandas de frecuencia permitidas son clasificadas en satelital y terrestre. La banda terrestre cubre el rango de 170 Mhz, el cual va desde el rango mas alto hasta el mas bajo del FDD, dos rangos de 60MHz y uno de 50 Mhz del TDD y la banda satelital, que cubre 60 Mhz, desde arriba hacia abajo, cada una con 30 Mhz.

Es además valioso resaltar que como un resultado de la última WARC del año 2000, se estableció un nuevo esquema de asignación de frecuencias, en la cual se le otorgó al IMT-2000 una banda adicional de 150 Mhz, que van desde los 2520 Mhz hasta los 2670 Mhz; esto se dedujo después de una revisión de las nuevas frecuencias y servicios de datos de alta velocidad que serían ofrecidos en el IMT-2000, todas estas acotaciones pueden ser vistas en la Figura 3.5.

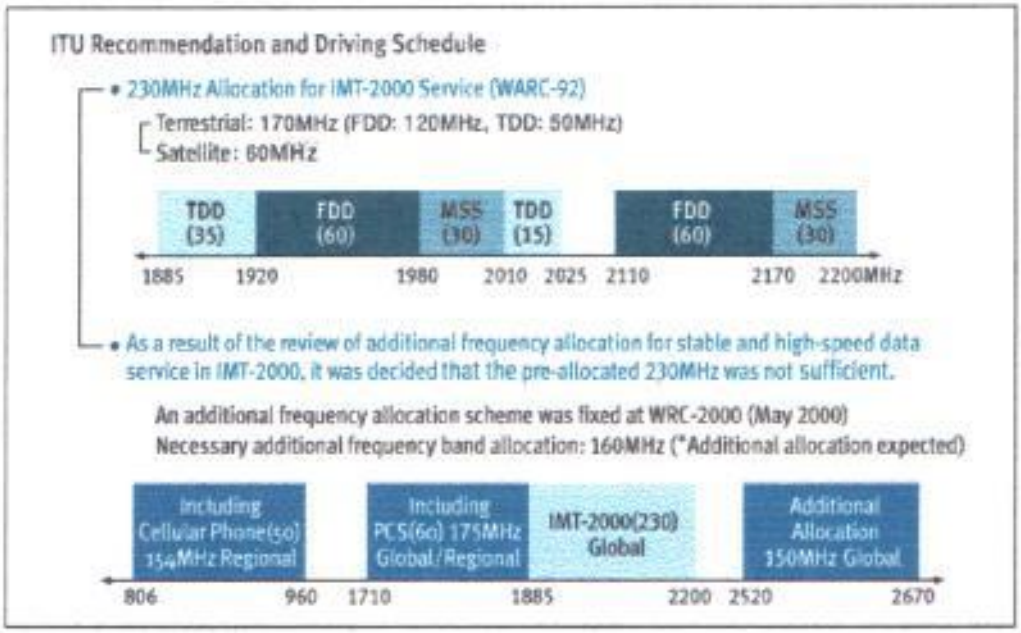


FIGURA 3.5 Esquema de Frecuencias para IMT-2000.

3.4. EL CAMINO HACIA EL IMT-2000

Desde el advenimiento de los sistemas de primera generación el mercado de las comunicaciones inalámbricas se han expandIdo en forma vertiginosa, año a año el numero de usuarios se incrementa y de la misma forma su exigencia. Es asi que diferentes organizaciones a nivel mundial fueron desarrollando tecnologias que se ajustasen o que creyeran convenientes para sus mercados, tal es el caso de las zonas Americana, Europea o Asiática, implementando una serie de plataformas y servicios para dichas regiones, que solo tenian ingerencia en ciertas áreas y no a un nivel global.

Como muestra de aquello se puede observar la FIGURA 3.6, donde se aprecia las diferentes tecnologías para cada generación de acuerdo al tipo de servicio a proporcionar

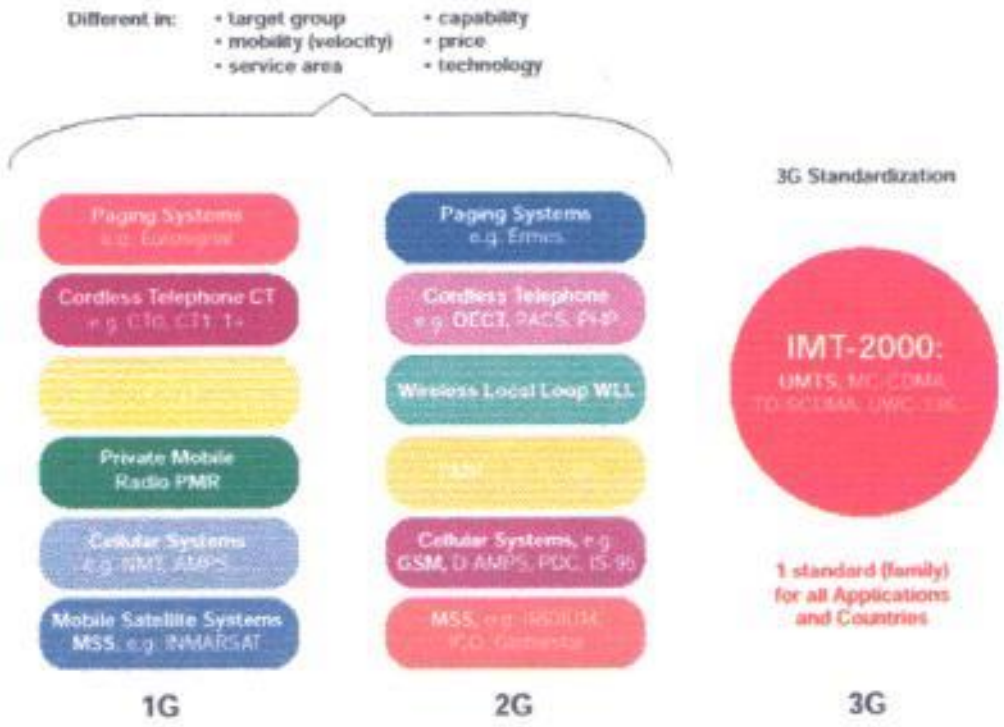


FIGURA 3.6. Tipos de tecnologías para cada servicio de Primera y Segunda Generación

Como pudimos apreciar, cada tecnología era diferente en aspectos como su área de servicio, movilidad, capacidad, precio, etc. Todas estas diferencias se las pretende salvar, creando un estándar global o una sola familia de multiservicios, ese al fin y al cabo es el propósito de los sistemas de tercera generación o llamados genéricamente IMT - 2000.

Pero para ello debemos explorar un poco como han venido ejecutándose los pasos para crear dicho estándar global y cuales son las organizaciones involucrados en aquello.

3.4.1. ORGANIZACIONES DE ESTANDARIZACION

Muchos miembros de diversas organizaciones están implicadas actualmente en las actividades de estandarización del IMT-2000 de la ITU incluyendo: reguladores, SDO (Organizaciones de Desarrollo de los Estándares), operadores y fabricantes. Ver Figura 3.7.

FIGURA 3.7. Organizaciones y Estándares para los sistemas de Tercera Generación reconocidos por la ITU

Los estándares del IMT-2000 son desarrollados por una colaboración global entre muchas diferentes organizaciones.

Los operadores de hoy en día necesitan la evolución de sus redes de segunda generación.

Muchos grupos que concentran a organizaciones afines han sido establecidos por la industria:

Las asociaciones basadas en tecnología de segunda generación, como son:

- ✓ Asociación GSM
- ✓ CDG (Grupo de Desarrollo de CDMA)
- ✓ UWCC (Consorcion de Comunicaciones Universales Inalambricas)
- ✓ Forum DECT

Una cantidad de grupos de tercera generación también han sido establecidos:

- ✓ Forum UMTS (Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales)
- ✓ OHG (Grupo de Operadores Armonizados).
- ✓ 3G.IP (Grupos de Tercera Generación Concentrados en IP).

Las SDOs, han creado proyectos de compañerismo para 3G, con el fin de armonizar los requerimientos regionales.

Los grupos que ofrecen las interfases de radio satelitales, quienes generalmente no son SDOs, proveen una cobertura complementaria para sistemas terrestres y aseguran que el IMT-2000, provean los servicios "en cualquier lugar - en cualquier momento".

3.4.2. ESTANDARIZACION DE LOS SISTEMAS MOVILES DE TERCERA GENERACIÓN

El presente estado de estandarización para los sistemas de Tercera Generación es el resultado de largas investigaciones en muchos países, que comenzaron en 1986 con la idea original de estandarización del FPLMTS.

En Europa en 1988 se lanzo el programa RACE I con el trabajo de investigación básico, este fue seguido por el RACE II durante 1992 - 1995 el cual condujo al desarrollo del CDMA y las pruebas del ATDMA (Acceso Multiple por División de Tiempo Avanzada). En forma paralela, otras interfases de aire de banda ancha fueron estudiadas en Europa, Japón y otros lugares. Estos trabajos continuaron dentro del programa ACTS (Tecnologías de Comunicación Avanzadas y Servicios) del proyecto del sistema de acceso múltiple de radio de banda ancha del futuro.

La estandarización Europea alcanzo su etapa critica en 1997 cuando 5 candidatos fueron considerados por la ETSI y el SMG (Grupo Especial Movil). Después de muchos debates en enero de 1998 ETSI y SMG se pusieron de acuerdo para usar el WCDMA (CDMA de Banda Ancha) para el UTRA (Acceso de Radio Terrestre del Sistema UMTS) dentro de las bandas de frecuencias pares (FDD) y TDCDMA (División de Tiempo CDMA) para operación con bandas impares (TDD).

Esta decisión fue la base para la propuesta del UTRA de la ETSI como un candidato para la tecnología de transmisión de radio para el IMT-2000 de la ITU.

Al mismo tiempo otros países incluidos Japón USA y Corea fueron independientemente seleccionando sus propias tecnologías de acceso de radio de Tercera Generación, con Corea, Japón, Europa y uno de los comités americanos (T1P1) todos llegando a soluciones similares. Esto comenzó a evidenciar que seria muy difícil alcanzar especificaciones similares para asegurar la compatibilidad de los equipos , lo cual era un requerimiento crucial. Es así que se crea un forum para encontrar especificaciones comunes para el UTRA, de esta forma nace en 1998 el 3GPP (Proyacto de Compañerismo de Tercera Generación) que involucra las siguientes instituciones: TTC/ARIB de

Japón, ETSI de Europa, TTA (Asociación de Tecnologías de Telecomunicaciones) de Corea, T1P1 de USA y mas recientemente CWTS (Estandart de Telecomunicaciones Inalambricas Chinas) de China. Ver FIGURA 3.8

Al mismo tiempo el mercado celular norteamericano formo el 3GPP2 para trabajar en la tecnología de radio rival CDMA 2000 y UWCC fue formado para desarrollar el UWC - 136.

El ETSI además participa en el desarrollo del proyecto de trabajo del sistema del DECT o telecomunicaciones Inalámbricas con enlace digital a 2 Mbit/s.

Mientras los 3GGP, 3GGP2, UWCC y ETSI EP DECT son los lideres en cuanto al desarrollo de los estándares móviles de 3G, no quiere decir que son los únicos. Existe otro número importante de organizaciones:

- ITU tiene grupos de estudio trabajando en el IMT - 2000, dentro de la telefonía esta el nuevo grupo especial de estudio SSG (Grupo Especial de Estudio), mientras que en radio esta el WP8F los cuales reemplazan a los grupos TG8/1 y WP8/13.
- El MWIF (Forum de Internet Inalámbrico Móvil) el cual tiene la misión de manejar la aceptación y adopción de una arquitectura de servicios

inalámbricos y de Internet móvil que es independiente de la tecnología de acceso.

- El 3G.IP, tiene el rol de promocionar activamente un sistema inalámbrico común basado en IP para los sistemas 3G. El principal objetivo es establecer el uso de un común backbone de paquete de datos basado en el servicio.

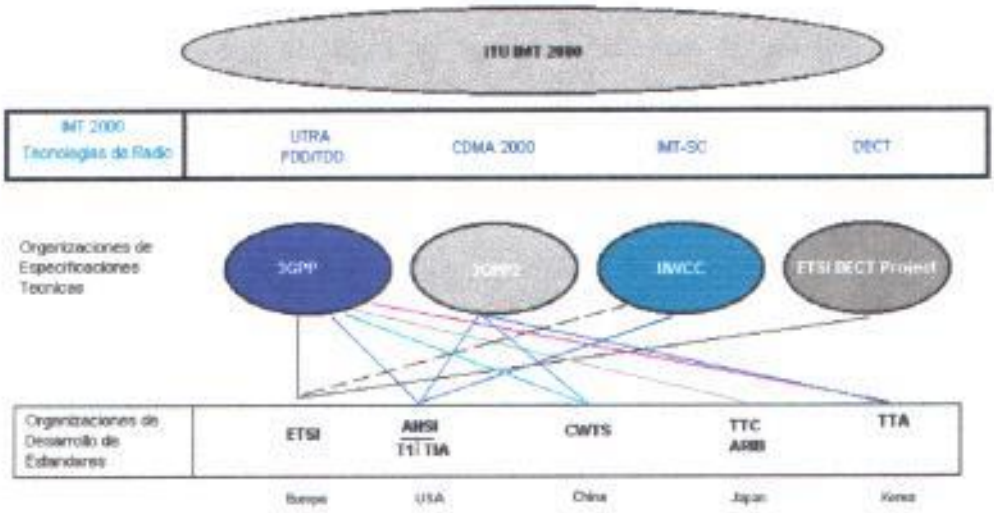


FIGURA 3.8. Grupos de compañerismo y sus respectivas tecnologías de acceso múltiple para el IMT-2000

3.4.2.1. MIGRACION DEL GSM AL UMTS

GSM fue originalmente una tecnología de modo-circuito es decir diseñada para la conmutación en circuitos. Pero en la actualidad esta se encuentra en constante evolución para la implementación de esta tecnología en las comunicaciones en modo-paquete, es decir para la conmutación en paquetes, muy útiles para servicios como los de Internet, de gran demanda en nuestros tiempos. Este proceso se resume en niveles importantes que son:

- GPRS, el cual esta ya comercialmente disponible. Este Estándar suporta transmisiones de datos de hasta un máximo de 160 kbit/s con una conmutación en paquetes en modo móvil.
- EDGE (Evolución de GSM con Tasa de Datos Mejorada), el cual provee una tasa de datos máximo de hasta 384 kbit/s. La estandarización de este ya se encuentra terminada y su desarrollo comercial comenzará a finales del 2001. EDGE requiere un paso adelante tecnológico importante tanto en infraestructura y terminales.
- GERAN (Red de Acceso de Radio para GSM y EDGE), el cual es la fase 2 de la Evolución del GSM/EDGE. Este ofrece un promedio de transmisión de información de hasta 1920 kbit/s que soportará voz en paquetes y servicios de tiempo-real.

EDGE llenara el vació entre los sistemas de segunda y tercera generación. Sin embargo este desarrollo estará sujeto a un numero de especulaciones. Esto es principalmente entendido debido a que los operadores sin una licencia UMTS habilitaran estos servicios para ofrecer servicios de transmisión en paquetes con una alta tasa de transferencia. Sin embargo, inicialmente UMTS será desarrollado como "islas", por lo tanto EDGE además ofrecerá una oportunidad para los operadores con una licencia UMTS asegurar la continuidad de sus servicios de datos. El desarrollo de EDGE requiere mucha menos inversión que el UMTS siempre y cuando la infraestructura GPRS exista. Esto además es tomado muy en cuenta en las elecciones estratégicas de los operadores. Ver FIGURA 3.9

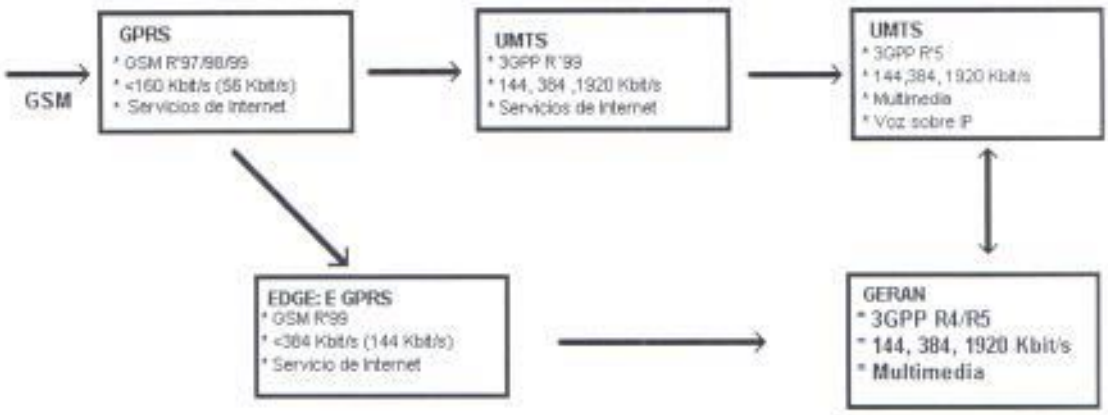


FIGURA 3.9. Evolución del Sistema GSM hacia los sistemas de tercera generación.

3.5. ESTANDARES Y TECNOLOGIAS DE ACCESO DE TERCERA GENERACION PARA EL IMT-2000

Todos los estándares con sus respectivas tecnologías de acceso o llamadas interfases de radio de los sistemas de tercera generación han sido desarrollados por las organizaciones regionales de desarrollo de estándares. En total 17 diferentes propuestas para estándares de IMT-2000 fueron enviados por los regionales SDOs al ITU en 1998, 11 son propuestas para sistemas terrestres y 6 para los MSS (Sistemas Móviles Satelitales). Ver TABLA II

La evaluación de estas propuestas fue completada a finales de 1998 y las negociaciones para construir un consenso a las diferentes visiones fueron completadas a mediados de 1999. Todas estas proposiciones han sido aceptadas por la ITU como estándares del IMT-2000.

Propuesta	*Descripcion*	*Ambiente*				*Fuente*
		Interno	*Peatonal*	*Vehicular*	*Satelital*	
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications	DECT				ETSI Project (EP) DECT
UWC-136-R6a UWC-136-R6b	Universal Wireless Communications	UWC-136				USA TIA TR45.3
WIMS W-CDMA	Wireless Multimedia and Messaging Services Wideband CDMA	WIMS W-CDMA				USA TIA TR46.1
TD-SCDMA	Time-Division Synchronous CDMA	TD-SCDMA				China Academy of Telecommunication Technology (CATT)
W-CDMA	Wideband CDMA	W-CDMA				Japan ARIB
CDMA II	Asynchronous DS-CDMA	W-CDMA II				S. Korea TTA
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access	UTRA (W-CDMA & TD-CDMA)				ETSI SMG2
NA: W-CDMA	North American Wideband CDMA	NA W-CDMA				USA TIPI-ATIS
CDMA2000	Wideband CDMA (IS-95)	CDMA 2000				USA TIA TR45.5
CDMA I	Multiband synchronous DS-CDMA	W-CDMA I				S. Korea TTA
SAT-CDMA	49 LEO sats in 7 planes at 2000 km				K/SAT-CDMA	S. Korea TTA
SW-CDMA	Satellite wideband CDMA				SW-CDMA	ESA
SW-CTDMA	Satellite wideband hybrid CDMA/TDMA				SW-CTDMA	ESA
ICO RTT	10 MEO sats in 2 planes at 10390 km				ICO RTT	ICO Global Communications
Horizons	Horizons satellite system				HORIZONS	Inmarsat

TABLA II. Propuesta de Estándares para el Sistema IMT-2000.

De las 17 propuestas vistas en el cuadro superior, la más importantes propuestas son el UMTS (W-CDMA & TD-CDMA) que es el sucesor del GSM, CDMA 2000 como el sucesor al IS-95 y el UWC - 136 (comunicación inalámbrica universal) todos los cuales están liderando el avance tecnológico del IMT-2000.

A continuación se hará un análisis de cada uno de los 3 estándares globales más importantes.

3.5.1. UMTS

El Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universales (UMTS) es uno de los sistemas seleccionados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones como parte del proceso IMT-2000 para definir a los sistemas de tercera Generación.

UMTS esta siendo desarrollado por el 3GPP, que es una aventura conjunta de algunos SDOs - ETSI (EUROPA), ARIB/TCC (Asociaciones de Industrias de Radio y Comités de tecnologías en telecomunicaciones de negocios Japan), ANSI (Instituto de estándares nacionales Americanos), TTA (Asociación de Tecnologías de Telecomunicaciones) (Corea del Sur) y la CWTS (China). Para

alcanzar una aceptación global, 3GPP esta introduciendo el UMTS en fases anualmente. En la primera fase en diciembre del 99 se definió los enlaces y las transiciones para las redes GSM existentes. Para la segunda fase en el 2000 similares transiciones han sido propuestas para el IS-95 y TDMA.

UMTS permite muchas más aplicaciones a ser introducidas dentro de una base mundial de usuarios y provee un enlace vital entre los múltiples sistemas GSM e IMT-200 de hoy en día. Esta nueva red además direcciona la demanda creciente de aplicaciones móviles y de Internet para las nuevas capacidades en el firmamento de las comunicaciones móviles sobresaturadas. UMTS incrementa la transmisión a velocidades de hasta 2Mbps por usuario y establece un estándar de roaming global.

UMTS es una tecnología para comunicaciones de radio digitales de banda ancha que permitirá comunicaciones de Internet multimedia, video y otras aplicaciones que demandan capacidades grandes. Optimizado para permitir servicios de multimedia de muy alta velocidad, tales como voz, acceso a Internet y video conferencia, la tecnología proveerá velocidades de acceso superiores a los 2Mbps dentro de un área local y 384 Kbps para acceso a áreas amplias con completa movilidad. Consecuentemente estas tasas de datos mas altas requerirán una banda de frecuencia de radio mas ancha. De hecho la

portadora de 5 Mhz es mucho mayor comparado con la portadora de 200 Khz del GSM de banda angosta.

El UMTS (WCDMA) como parte de un sistema universal y como se muestra en el esquema de la FIGURA 3.10, debe seguir tres características fundamentales:

- Poseer una nueva interfaz de radio capaz de proporcionar tasas altas de datos para los servicios multimedia.
- Medios para implantar una red central unificada para comunicaciones fijas y móviles, así como para las aplicaciones de telecomunicaciones y datos.
- Una arquitectura de servicio flexible para permitir a los operadores satisfacer las necesidades de los abonados.

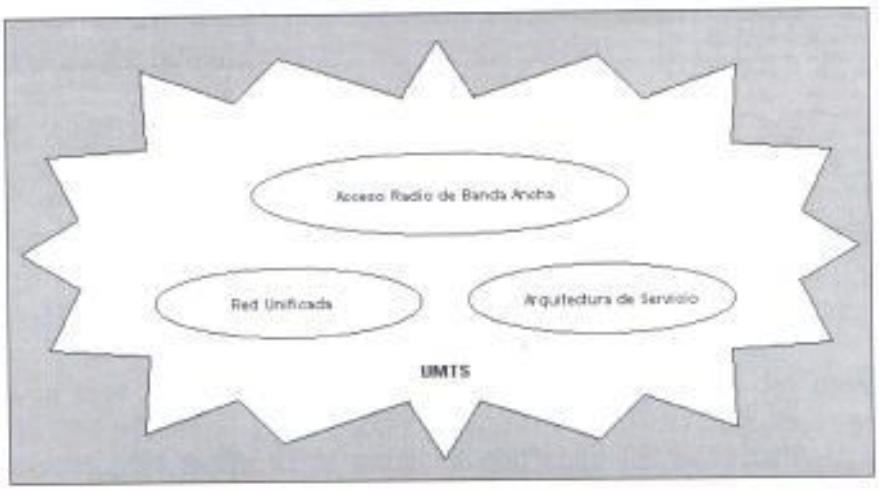


FIGURA 3.10 El concepto UMTS.

El más significativo cambio es el nuevo acceso de radio terrestre UMTS (UTRA), donde una nueva interfase de radio llamada WCDMA para comunicaciones terrestres es utilizada. UTRA soporta división de tiempo dúplex y división de frecuencia dúplex.

El UTRA FDD está basado en un esquema de DS-CDMA (Secuencia Directa CDMA). Este sistema se ha diseñado para incluir mecanismos (como canales piloto multiplexados en el tiempo y operación asíncrona), que son útiles para incrementar la capacidad del sistema más allá de lo ofrecido por los actuales sistemas DS-CDMA. Los parámetros radio (por ejemplo, la potencia de transmisión y tasa de bits transportados) en el modo de operación FDD han sido elegidos para facilitar una amplia área de despliegue de las redes UTRA.

Dos portadoras son necesarias para el FDD: una para el enlace superior y otra para el enlace inferior.

El UTRA TDD se ha diseñado y optimizado para usarse en áreas con altas densidades de tráfico, permitiendo el despliegue de servicios de alta tasa de bits en esos lugares concretos. En el modo TDD, existen dos mecanismos diferentes para mantener la ortogonalidad entre los usuarios (por ejemplo, permitir a los usuarios el compartir los mismos recursos de frecuencia sin interferirse mutuamente). Estos están basados en la multiplexación en tiempo y en código. Consecuentemente, la realización de detectores multiusuario es factible y el modo de operación TDD proporciona una mayor robustez para hacer frente a las interferencias de otros usuarios.

Algunos parámetros de radio como la anchura de banda portadora (5 Ghz), tasa del chip (3,84 Mchip/s) y la modulación QPSK son comunes para ambos modos de operación, el TDD y el FDD. Sin embargo, las tasas de bits transportados disponibles en le modo TDD pueden llegar hasta 2.048 Mbit/s, mientras que la tasa más alta de transporte usada por le FDD puedes ser 384 Kbit/s. Ver figura 3.11.

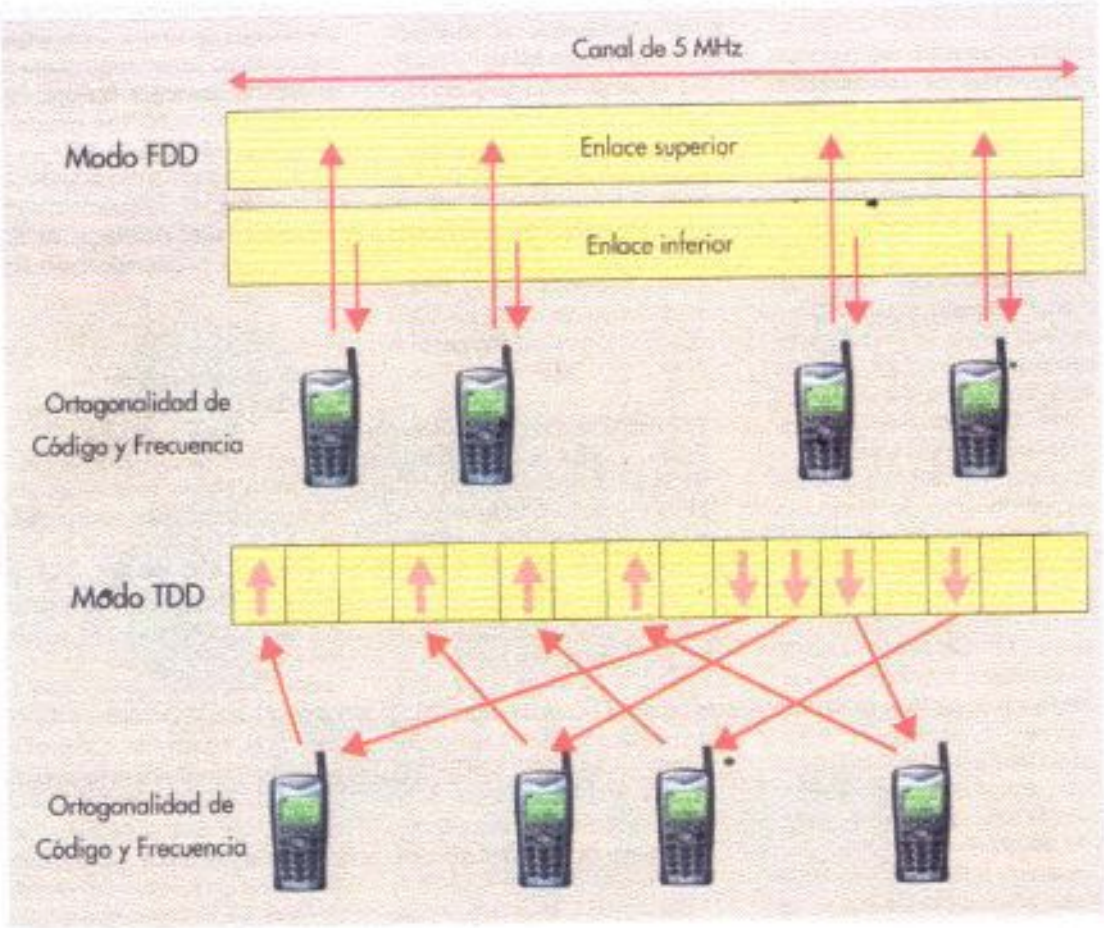


FIGURA 3.11. Modos FDD y TDD.

UMTS puede incorporarse a las redes existentes GSM. Esto será particularmente beneficioso cuando grandes porciones del nuevo espectro estén disponibles, por ejemplo en la nuevas bandas de 2 Ghz en Europa y Asia. Esto además minimizara la inversión requerida para la implementación de UMTS, por ejemplo será posible para los sitios donde existe GSM y el equipo a ser reusado dentro de zonas grandes.

UMTS ha sido diseñado para soportar detección multiusuario. Estas técnicas de interfases de cancelación pueden reducir las MAI (Interferencias de Acceso Múltiple) tanto como las ISI (Interferencias entre Símbolos) en los sistemas y de este modo incrementar la capacidad de enlace.

3.5.2. CDMA2000

Es una de la propuestas originales de la RTT propuesto por el grupo de desarrollo de CDMA, esta diseñado para cumplir todos lo requerimientos de los sistemas IMT-2000, tal como lo prescribe la ITU. CDMA2000 es la evolución del CDMA ONE, el cual incorpora y extrapola la especificación de la interfase aérea IS-95 para sistemas celulares de tercera generación.

CDMA2000 es además conocido como IS-136 y IMT-CDMA multiportadora (1X/3X), es una tecnología de transmisión de radio para la evolución del CDMA ONE /IS-95 de banda angosta a un sistema de tercera generación de múltiples portadoras.

CDMA2000 se ha desarrollado en dos fases. La primera 1X, soporta transferencias de paquetes de datos de 144 Kbps para ambientes móviles. La

segunda mejora del 1X, soportara tasas de datos cercanos a los 614 Kbps. La segunda 3X soportara tasas cercanas a los 2 Mbps.

CDMA2000 incluye "bandas de guarda " que protegen contra las interferencias de bandas vecinas.

CDMA2000 provee rasgos similares con los sistemas IS-95, los cuales ya han sido completamente establecidos en Norte América.

Estos rasgos incluyen:

- Soporte para configuración co-existente, donde tanto CDMA2000 y el IS-95 compartan un canal común.
- Soporte para compatibilidad de retroceso en la señalización y redes del IS-95.
- La habilidad para actualizar gradualmente y meticulosamente hacia CDMA2000.

Esta compatibilidad de retroceso con el IS-95 permite un numero de estándares que pueden ser reusados y permitirá un rápido desarrollo y despliegue.

Algunos componentes ya disponibles para el IS-95 podrían además ser reusados (por ej. El codificador de voz). Esto además permite a las unidades portátiles de segunda generación ser operadas en un ambiente de tercera generación.

3.5.3. UWC - 136

El estándar UWC - 136 fue desarrollado por el subcomité de trabajo TR-45.3 de la TIA, constituye el camino que deberán seguir o evolucionar tanto la tecnologia de primera generación o analógica AMPS así como las propias tecnologías de segunda generación de la TIA/EIA-136.

La tecnologia UWC - 136 se desarrollo para operar en la banda de frecuencia comprendida entre los 500 Mhz y 2.5 Ghz.

La TIA además reconoce el gran desarrollo delas redes y equipos GSM, así como de las posibilidades de roaming que ellos ofrecen. Existen mas teléfonos portátiles de tipo AMPS que cualquier otro en el mundo excepto GSM A comienzos de 1999, el consorcio de Comunicaciones Universales (UWCC) anuncio un plan de convergencia con el GSM. En base a esto el subcomité TR-45.3 esta trabajando en algunos escenarios convergentes de tercera generación involucrando el GSM bajo la dirección del UWC-136. una de sus algunas

propuestas es el uso del estándar TDMA sin ningún elemento CDMA, una propiedad que abre la posibilidad de desarrollar elementos avanzados con bandas de frecuencias tan angostas como de 1 Mhz.

Esta tecnología permite una densidad de trafico de 58,8 Erlangs por celda. La densidad de datos llega a los 0,634 Mb/s para circuitos de voz, mientras que alcanza los 1.279 Mb/s para usuarios móviles de baja velocidad.

3.5.4. ACERCAMIENTO DE LAS TECNOLOGIAS CDMA 2000 Y UMTS AL IMT - 2000

Hay dos clases de acercamientos hacia esto, uno es el acercamiento paso a paso y sincrónico del CDMA-2000, liderado por Norte América. Con este acercamiento, en la segunda generación la velocidad de transmisión máxima es de 64 Kbps, en la especificación IS-95 A/B, en la generación 2.5, la velocidad máxima de transmisión esta algo arriba de los 384 Kbps en la llamada pre IMT-2000 IS-2000, y en la tercera generación, la velocidad máxima de transmisión llegara a ser 2 Mbps dentro de una banda ancha IMT-2000.

El otro método es un acercamiento paso a paso asincrónico, utilizado por el W-CDMA liderado por Europa. Con este acercamiento, en la segunda generación

la transmisión máxima es de 57.6 Kbps dentro de las especificaciones del GSM/HSCSD, en la generación 2.5 la máxima velocidad va entre los 115 Kbps hasta los 384 Kbps en GPRS/EDGE y en la tercera generación alcanzan los 2 Mbps de velocidad en transmisión. Ambos acercamiento se muestran en la Figura 3.12.

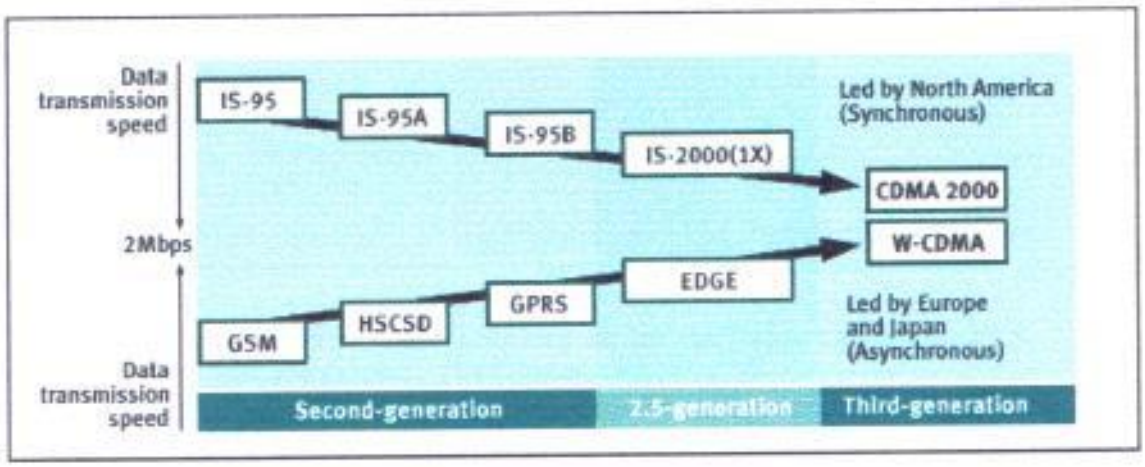


FIGURA 3.12. Acercamiento de las Tecnología IS y GSM hacia sus sistemas de Tercera Generación CDMA2000 y W-CDMA o UMTS respectivamente.

3.6. COMPARACION Y COMPATIBILIDAD CON LOS SISTEMAS 2G.

3.6.1. CUADRO COMPARATIVO

Cellular phone/PCS	Pre IMT-2000	Categories	IMT-2000
800MHz/1.7GHz		Frequency band	2GHz
1.23MHz		Width of bands per channel	5MHz/10MHz/20MHz
9.6/14.4/64 Kbps	14.4 Kbps	Data transmission speed per channel	144Kbps when moving at high speed 384Kbps when moving at low speed 2Mbps when stationary
8Kbps(EVRC) 13Kbps	13Kbps	Voice vocoder	8-32Kbps
Voice and low-speed data	Voice and medium-speed data	Providing service	Multimedia (voice, data, image)
Local, by location		Roaming service	Expanding roaming locations

TABLA III **Especificaciones Técnicas de los Servicios Celulares, PCS, pre IMT-2000 e IMT-2000.**

3.6.2 COMPATIBILADES DE LOS DOS SISTEMAS.

Una de las más importantes condiciones requeridas para la compatibilidad del IMT-2000 con los sistemas existentes, es la llamada compatibilidad regresiva. Esto significa, que el usuario del IMT-2000 que es un sistema de tercera generación deberia ser provisto de los mismos servicios a través de las redes de comunicaciones de segunda generación. Esto es hecho para poder utilizar la vasta infraestructura existente de segunda generación. Ver Figura 3.13.

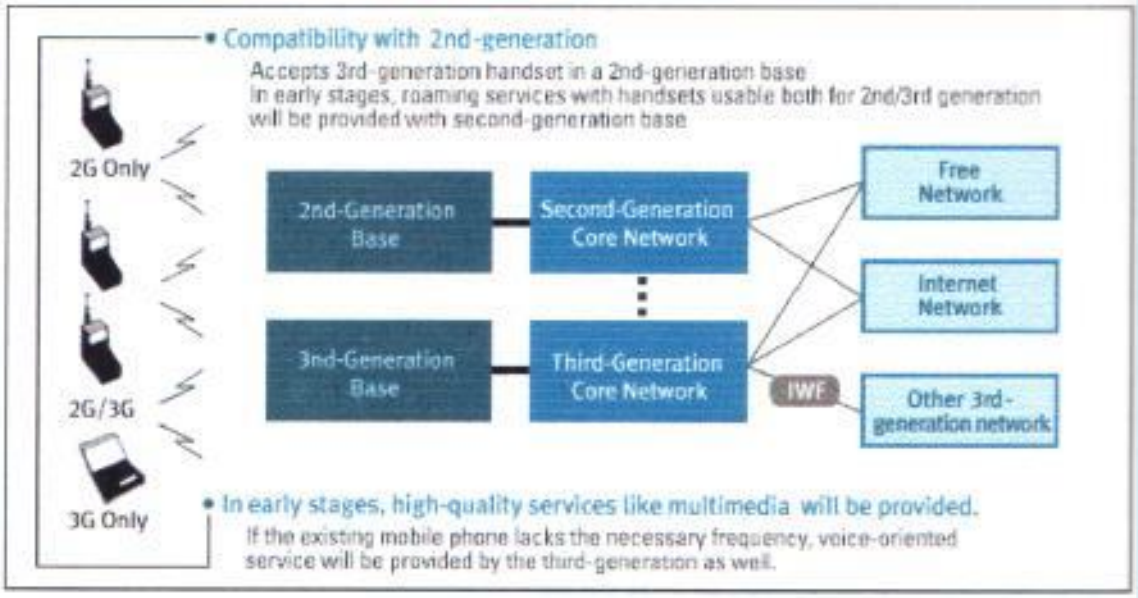


FIGURA 3.13. **Acoplamiento de un sistema de Tercera Generación dentro de uno de Segunda Generación.**

3.7. IMT-2000 Y OTROS SISTEMAS RELACIONADOS

3.7.1. GMPCS

GMPCS (Servicios de Comunicaciones Personales Móviles Globales) sitúa un amplio rango de sistemas satelitales globales, ofreciendo servicios fijos y móviles en varias partes del espectro de frecuencia y representa los componentes satelitales del IMT-2000. Estas representaciones abarcan los sistemas IRIDIUM, Global Star e ICO, los cuales cubren océanos, polos o desiertos donde las construcciones de sistemas terrestres son dificiles. En los primero años de planeación del IMT-2000, el GMPCS fue incluido. Sin

embargo el soporte complementario, como la popularidad del servicio esta declinando.

3.7.2. FWA

FWA (Acceso Inalámbrico Fijo; WLL, B-WLL) pueden proveer bajo costo y servicios con la misma calidad que las redes fijas. FWA ayuda a reducir la brecha de las telecomunicaciones entre los países desarrollados y en desarrollo, tanto como facilita la competición dentro de la red de abonado en los países desarrollados. Tanto el IMT-2000 como el FWA tratan de capitalizar la potencial sinergia entre los vastos mercados globales en comunicaciones inalámbricas multimedia.

3.8. BENEFICIOS Y ALCANCES DEL IMT-2000

3.8.1. SERVICIOS ESPERADOS

IMT-2000 posibilita a los usuarios transmitir voz, datos e incluso imágenes en movimiento. Para poder realizar estos servicios el IMT-2000 mejora la velocidad de transmisión de datos mas arriba de los 144Kbps en un ambiente de movimiento de alta velocidad, 384 Kbps en un ambiente de movimiento de

baja velocidad y 2 Mbps en un ambiente estacionario. IMT-2000 provee servicios como conexión a Internet, transmisión de datos a gran escala, imágenes estáticas o en movimiento y descarga de software. Ver Figura 3.14

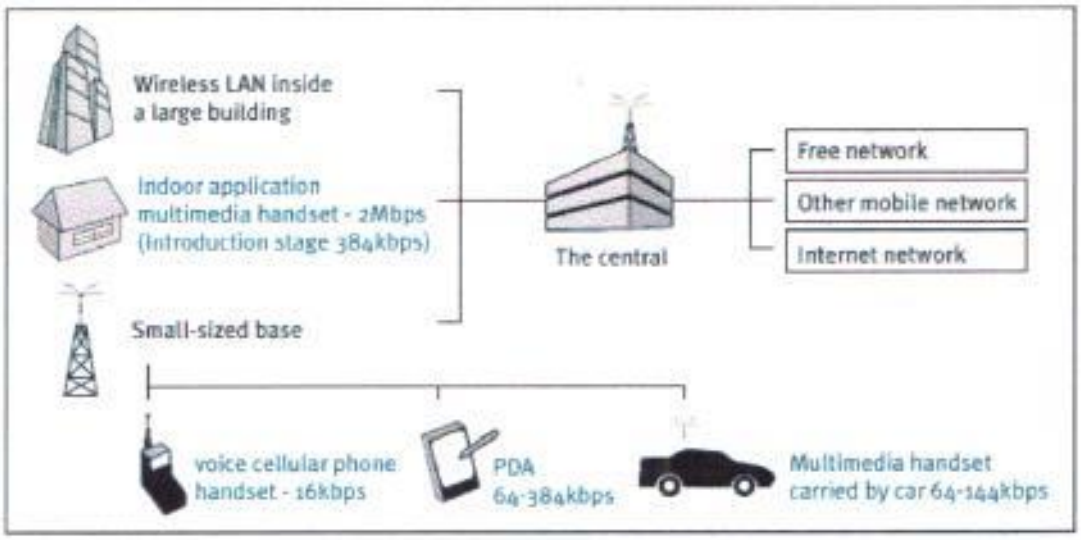


FIGURA 3.14. Servicios Ofrecidos y velocidad de transmisión de información para Sistema IMT-2000.

IMT- 2000 utilizara la banda de 2 Ghz, una frecuencia común a nivel mundial, autorizada por la ITU, además se ha seleccionado 5 Mhz por canal para proveer servicios multimedia. Antes del año 2000 la máxima transmisión de datos posible era de 64 Kbps y justo después del 2000 se alcanzo transmisiones de 384 Kbps usando servicios de IS-95C. El tamaño del IS-95C esta incluido en los estándares del IMT-2000. En los primeros años de servicios de IMT-2000 una velocidad de transmisión de 144 Kbps a niveles

del IS-2000 es esperado. Cerca del año 2005, cuando el IMT-2000 este en su uso general una máxima velocidad de 2 Mbps será posible.

3.8.2. SERVICIOS APLICADOS

Entre los diferentes servicios prestados en los sistemas de comunicaciones personales sobre medios inalámbricos de gran ancho de banda se pueden clasificar según las direcciones de la comunicación que envuelven y si deben o no ser recibidas en tiempo real:

- Una dirección, tiempo no-real: En este tipo de aplicación el usuario final configura los diferentes parámetros de su equipo receptor (como por ejemplo que canal de TV desea observar) y no posee otro tipo de interacción con el proveedor de servicios. En este tipo de servicios se pueden catalogar las aplicaciones como televisión y distribución de video.

- Una Dirección, tiempo real: Estos servicios se utilizan para distribución en *"vivo"* o en tiempo real de la información, proveyendo integración en un solo sentido, el mas usual es desde el proveedor hacia el usuario. Entre los servicios sobre plataformas inalámbricas de gran ancho de banda se pueden nombrar la televisión en vivo y el *datacasting* (en la cual se envía la información de actualización de precios, noticias de último momentos, etc.). El ancho de banda de estos servicios depende del formato en que se

este transmitiendo y debe ser recibido por todos los usuarios simultáneamente.

- Asimétrico y en tiempo no-real: Generalmente este tipo de servicios no poseen gran demanda de la plataforma de la red, pero son los tipos de servicios que mas se están solicitando en estos días. Estos servicios requieren un relativo alto ancho de banda en sentido hacia el usuario y un reducido ancho de banda en sentido opuesto, lo que mas preocupa al usuario final es la rapidez de acceso y obtención de la información, así como la seguridad del medio, en estas aplicaciones se pueden nombrar el acceso a la WEB, Servicios de directorios, Servicios de información Multimedia, transacciones bancarias y de compras desde la habitación, y servicios de adiestramiento a distancia.

- Asimétrico en tiempo real: Al igual que los servicios anteriores es necesario un gran ancho de banda en sentido hacia el usuario final, pero que este ultimo pueda tener control en tiempo real del contenido provisto por la aplicación. Como parte de este tipo de servicios se pueden nombrar, Noticias y entretenimiento en "vivo", juegos interactivos (Multiusuarios), control y diagnostico remoto.

- Simétrico en tiempo no-real: Este tipo de servicios quiere proveer el mismo ancho de banda desde y hacia el usuario final, así como sirviendo de medio de almacenaje y envío de la información cada vez que el usuario

final esta en la disposición de efectuarlo. Como ejemplo de estos servicios se pueden nombrar la mensajería de voz y multimedia, correos electrónicos, y los sistemas EDI. Los requerimientos mas importantes para estos servicios es la accesibilidad a la red de servicios así como la seguridad de las transmisiones.

- Simétrico en tiempo real: Este tipo de aplicaciones son las mas complejas y que mas exigen en cualquier tipo de red, estos requieren garantías en términos de ancho de banda, integración, acceso soporte y control. Entre estos servicios se pueden nombrar la videoconferencia, para la cual es necesario asegurar el ancho de banda en ambos sentidos para la transmisión de la información audio visual ya que es muy susceptible al retardo, Acceso remoto a LAN, debido a la cantidad de documentos, grado de servicio, seguridad y movilidad que se desea dependiendo del usuario final.

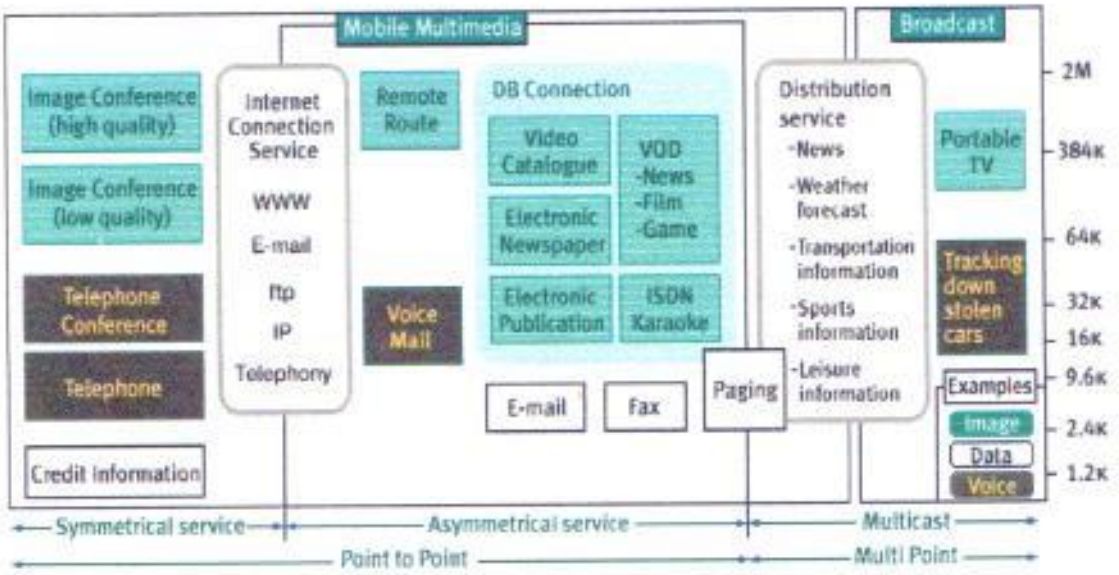


FIGURA 3.15. Esquema General de todos los Servicios Ofrecidos, usando el IMT-2000 como un sistema Integrado de Telecomunicaciones.

Bajo estos esquemas podemos decir que IMT-2000 será la tecnología de comunicaciones móviles más rápida y de más amplia transmisión, proveerá una más grande variedad de servicios convenientemente multimedia y servicios de Internet inalámbrico con un solo teléfono celular.

El IMT-2000 cambiara la vida de las personas. Se podrá revisar correo electrónico por medio del teléfono móvil sin prender la computadora o incluso encontrar cual es la vía menos congestionada para ir al trabajo usando información de trafico. Además de poder ver a nuestros hijos a

través de cámaras instaladas en las escuelas y en las guarderías, incluso leer catálogos de productos y gráficos.

Un usuario del sistema podrá atender todos los asuntos relacionados a tus negocios fuera de su oficina. Además se puede sostener encuentros virtuales mediante tu teléfono celular. Mientras se viaja puede recoger datos conectando su teléfono celular a su computadora personal, e incluso disfrutar de juegos. El tiempo será mas efectivamente utilizado. Reservar asientos en un teatro, encontrar buenos lugares para una cita, chequear el clima para un viaje, comprar productos después de comparar en el mercado; todos estos servicios serán posibles. En definitiva IMT-2000 mejorara la calidad de vida. Ver Figura 3.15.

CAPITULO IV

CARACTERISTICAS DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

4.1. ANTECEDENTES

La ciudad de Santiago de Guayaquil, cabecera cantonal del cantón Guayaquil, capital provincial de la provincia del Guayas y capital económica de la Republica del Ecuador, con una extensión aproximada de 132 Kilometros cuadrados, y una población que alcanza las 2.5 millones de habitantes estimados al año 2000, que la convierte en la más grande dentro del país, posee una ubicación privilegiada dentro de la cuenca baja del río Guayas, ya que se encuentra situada en la confluencia de sus dos afluentes, los ríos Daule y Babahoyo.

Es un puerto de gran actividad comercial, social, política, de negocios, turística y otros ámbitos que le hacen ocupar un puesto importante dentro del país, suramerica y del mundo.

El área metropolitana de la ciudad de Guayaquil y su área de influencia, se dividen para su estudio en este trabajo en 4 zonas:

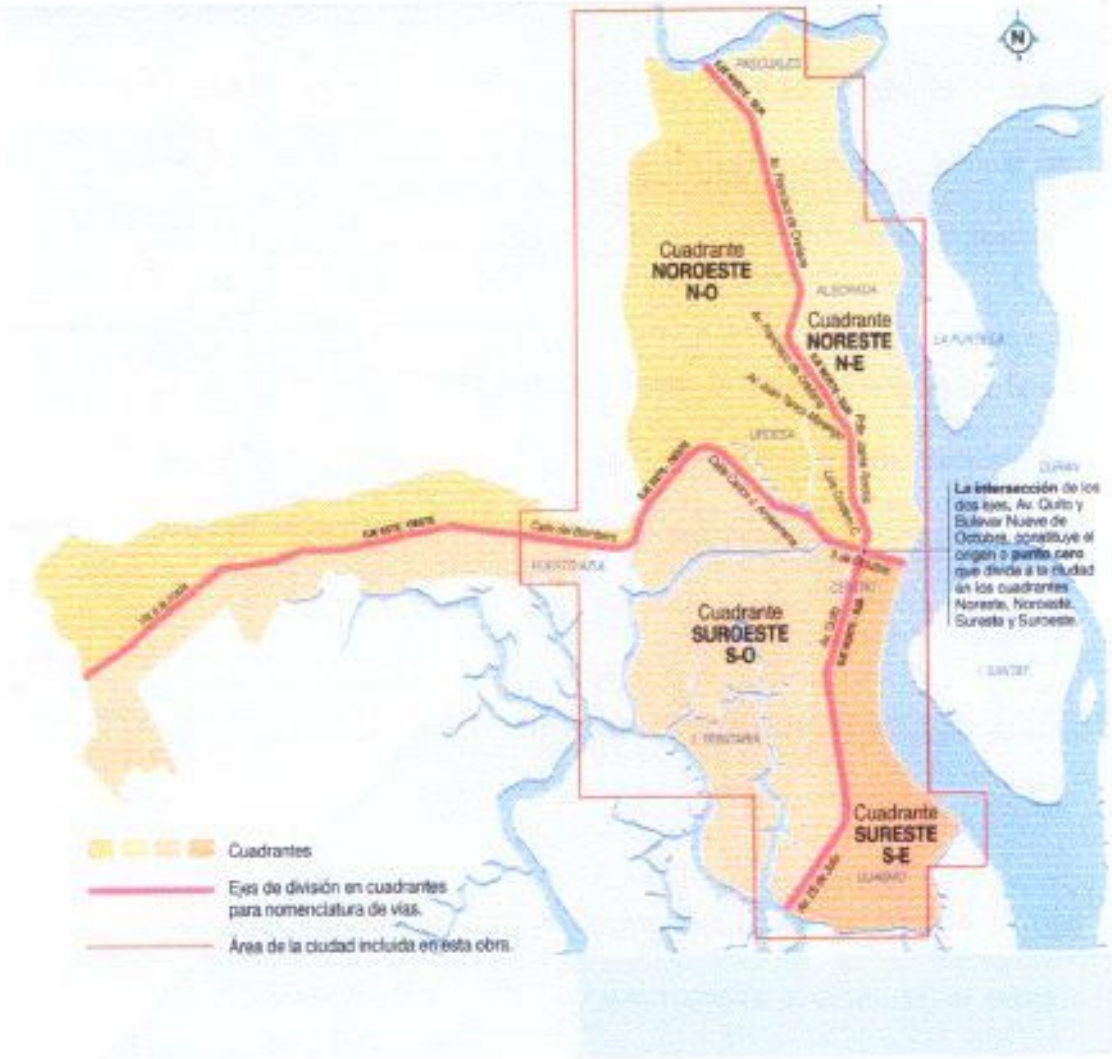
- Zona Noreste N-E
- Zona Noroeste N-O
- Zona Sureste S-E
- Zona Suroeste S-O

Esta descripción se muestra en el Mapa I.

Debemos resaltar que el crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil, en los últimos 10 años (1990-2000), ha sido preponderantemente mayor hacia la zona Noroeste, debido a nuevas urbanizaciones y asentamientos populares que se han establecido en dicha zona, todo esto debido a las condiciones físicas del terreno, ya que esta es una zona mayormente montañosa, suelos rocosos a diferencia de las zonas Suroeste y Sureste donde la ciudad se encuentra un tanto saturada, debido mayormente a que esta asentada en zonas fangosas y con gran cantidad de esteros a su alrededor, que limitan su crecimiento.

Al hacer una pequeña descripción de las características de la ciudad por sus zonas tenemos:

- **Zona Noreste**.- Es una zona donde se conjugan ciudadelas de tipo residencial, zonas de área comercial, zonas bancarias establecimientos militares y el Aeropuerto Simón Bolivar de la ciudad.



MAPA I. Plano de las Zonas del Area Metropolitana de la ciudad de Guayaquil y sus zonas de influencia.

- **Zona Noroeste**.- Es una zona de grandes contrastes, por un lado están áreas puramente residenciales de gran actividad comercial, financiera y con una gran proyección a futuro, y por otro lado áreas de asentamientos suburbanos.
- **Zona Sureste**.- Concentra actividades de gran movimiento comercial, zonas bancarias, áreas deportivas, ciudadelas residenciales de clase media y zonas suburbanas. Aquí esta ubicado el puerto marítimo de la ciudad de Guayaquil.
- **Zona Suroeste**.- Es predominantemente la zona suburbana de la ciudad, actividades comerciales moderadas, pequeñas zonas residenciales y algunas áreas de clase media.

4.2. SITUACION ACTUAL DE LAS TELECOMUNICACIONES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

La ciudad de Guayaquil, como un puerto donde se conjugan todo tipo de actividades y con una gran población que requiere y demanda un servicio de comunicaciones eficiente; cuenta con varios tipos de infraestructuras o plataformas de servicios en telecomunicaciones. Algunas operativas en un 100%, mientras que otras en desarrollo o en ampliaciones de cobertura de servicios a futuro.

De esta gama de redes en telecomunicaciones, unas son públicas y otras privadas; todas ellas se pueden clasificar en 5 grandes grupos, de acuerdo a su nivel de usuarios y de interés de mercado actual y a futuro.

Estos son:

- La Red de Telefonía Pública o llamada Red Fija.
- La Red de Telefonía Móvil o llamada Red Celular.
- Los Proveedores de Servicios de Internet o llamados ISP.
- Los Servicios Paging o llamados Buscapersonas.
- Otros tipos de Servicios.

En la actualidad, desafortunadamente, todas estas redes se encuentran funcionando por separado, como plataformas independientes, lo que hace que cada usuario tenga que contratar cada servicio individualmente. Ver Figura 4.1.

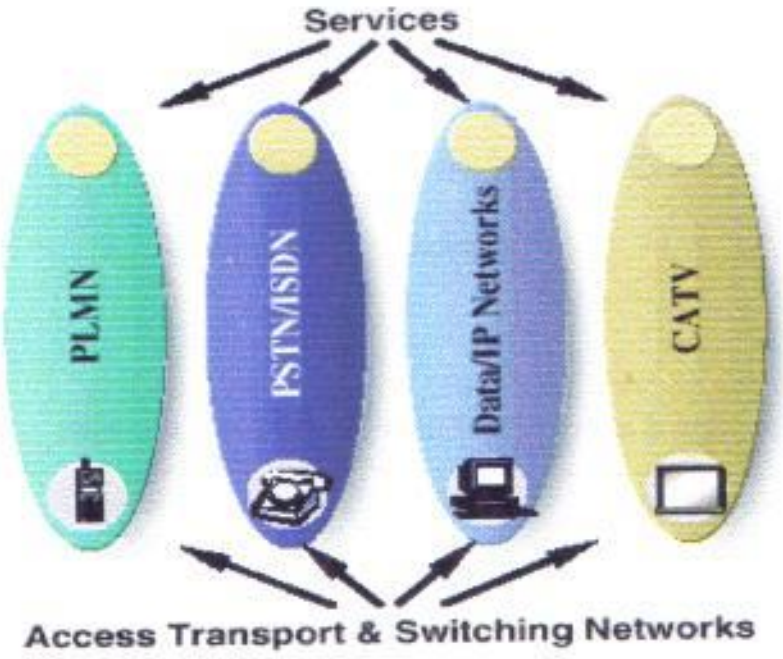


FIGURA 4.1. Situación actual de las plataformas de telecomunicaciones en Guayaquil.

4.2.1. SITUACION ACTUAL DE LA RED FIJA

La red fija o red pública es la plataforma de telecomunicaciones, más ampliamente desarrollada, de mayor cantidad de usuarios y con una gran proyección real a futuro.

El operador telefónico local en la ciudad de Guayaquil, es la empresa *PACIFICTEL S.A*, empresa de economía mixta con una participación estatal, quien tiene un radio de acción en las siguientes zonas del Ecuador:

- **Región Costa**: Guayas, Manabí, Los Ríos y El Oro.
- **Región Sierra**: Cañar, Loja y parte de Azuay.
- **Región Oriente**: Morona Santiago y Zamora Chinchipe
- **Región Insular**: Galápagos

Bajo estos parámetros, *PACIFICTEL S.A* es la única propietaria de toda la red Telefónica de Guayaquil, con todos sus componentes, equipos y sistemas. Debido a la complejidad del sistema, a continuación haremos un análisis zona por zona de la infraestructura existente, con datos actualizados al 30 de septiembre del 2000:

4.2.1.1. ZONAS NORESTE Y NOROESTE

Dentro de estas dos zonas, la empresa operadora de la red fija Pacifictel S.A., cuenta con la siguiente capacidad instalada de abonados , distribuidas en las respectivas centrales, como lo muestra la TABLA IV.

CENTRAL	CAPACIDAD	TIPO	MARCA	SERIE NUMERICA
BELLAVISTA-A	10.000	AXE	ERICSSON	200000-209999
LOS SAMANES	5.000	E10B	ALCATEL	210000-214999
BELLAVISTA-B	4.000	AXE	ERICSSON	220000-223999
ALBORADA-A	20.000	AXE	ERICSSON	230000-249999
MAPASINGUE-A	17.000	AXE	ERICSSON	250000-266999
LAGO DE CAPEIRA	1.000	CR/MPSG	ERICSSON	267000-267999
POLITECNICA	1.000	PABX/MPSG	ERICSSON	269000-269999
ALBORADA-B	10.000	AXE	ERICSSON	270000-279999
NORTE-A	17.000	AXE	ERICSSON	280000-296999
TERMINAL TERRESTRE	1.000	CR/NORTE	ERICSSON	297000-297999
LOS CEIBOS	5.120	AXE	ERICSSON	350000-355119
URDESA-B	10.000	E10B	ALCATEL	380000-389999
NORTE-B	1.000	AXE	ERICSSON	390000-399999
URDESA-C	1.376	E10B	ALCATEL	610000-611375
GUAYACANES-B	600	E10B	ALCATEL	620000-620599
WORLD TRADE CENTER	2.000	CR/URDESA	ALCATEL	630000-631999
ALBORADA-C	7.152	AXE	ERICSSON	640000-647151
MAPASINGUE-B	1.800	AXE	ERICSSON	650000-651799
KENNEDY NORTE	5.500	CR/URDESA	ALCATEL	680000-685499
TORRES DEL NORTE	1.700	CR/URDESA	ALCATEL	687000-688699
HILTON COLON	1.000	PABX NORTE	-	689000-689999
NORTE-C	3.696	AXE	ERICSSON	690000-693695
GUAYACANES-A	10.000	E10B	ALCATEL	820000-829999
COLINAS DE LOS CEIBOS	5.000	E10B	ALCATEL	850000-854999
URDESA-A	10.000	E10B	ALCATEL	880000-889999
PASCUALES	9.400	E10B	ALCATEL	890000-899399
TOTAL NORTE	**161.344**	--------	--------	--------

TABLA IV. Capacidad instalada de abonados en las zonas noreste y noroeste

4.2.1.2. ZONAS SURESTE Y SUROESTE

En la misma forma, a continuación presentaremos la TABLA V. donde se muestran las capacidad instalada de usuarios y otros detalles de importancia, dentro de las zonas denominadas sureste y suroeste de la ciudad de Guayaquil, a groso modo podemos observar que la capacidad es ligeramente mayor que el de las zonas anteriores, un hecho de por si bastante curioso.

CENTRAL	CAPACIDAD	TIPO	MARCA	SERIE NUMERICA
LAGO DE CAPEIRA	1.000	AXE	ERICSSON	267000-267999
BOYACA - B	10.000	E10B	ALCATEL	300000-309999
BOYACA - C	5.000	E10B	ALCATEL	310000-314999
CENTRO - C	10.000	AXE	ERICSSON	320000-329999
SUR-D	5.104	AXE	ERICSSON	330000-335103
SUR-C	10.000	AXE	ERICSSON	340000-349999
OESTE-1-2-A	16.000	AXE	ERICSSON	360000-375999
F.CORDERO-2-B	6.000	E10B	ALCATEL	400000-405999
F.CORDERO-2-A	10.000	E10B	ALCATEL	410000-419999
GUASMO-B	6.984	E10B	ALCATEL	420000-426983
GUASMO-C	10.000	E10B	ALCATEL	430000-439999
SUR-A	10.000	AXE	ERICSSON	440000-449999
OESTE-1-2-B	6.144	AXE	ERICSSON	450000-456143
PORTETE-B	8.144	E10B	ALCATEL	460000-468143
PORTETE-A	10.000	E10B	ALCATEL	470000-479999
PUERTO NUEVO-A	10.000	E10B	ALCATEL	480000-489999
GUASMO-A	10.000	E10B	ALCATEL	499000-499999
PUERTO NUEVO-B	512	E10B	ALCATEL	500000-500511
SUR-B	5.000	AXE	ERICSSON	580000-584999
LOS CISNES-B	3.190	E10B	ALCATEL	660000-663189
LOS CISNES-A	10.000	E10B	ALCATEL	840000-849999
CERRO AZUL	5.000	E10B	ALCATEL	870000-874999
TOTAL	**168.078**	--------	--------	--------

TABLA V. Capacidad instalada en las zonas sureste y suroeste

4.2.2. SITUACION ACTUAL DE LA RED MOVIL

La ciudad de Guayaquil cuenta en la actualidad con una plataforma de telefonía móvil en constante desarrollo, la cual se encuentra manejada por dos empresas *CONECEL S.A.* y *OTECEL S.A.* La primera maneja la infraestructura *Porta*, mientras que la segunda la de *Bellsouth.*

Porta entró al mercado ecuatoriano en 1994, cuenta con aproximadamente 32 estaciones bases dentro de la ciudad de Guayaquil, controlado por un MSC

ubicado en el Cerro del Carmen con una capacidad máxima de 1'000.000 de usuarios. Como datos técnicos de la plataforma podemos decir que maneja una interfase de acceso de Primera y Segunda Generación TDMA y estándares AMPS y DAMPS, con una proporción del 30% Analógico y 70% Digital, además sus antenas pueden ser de tipo sectorizado u omnidireccional, llegando a tener alturas de 24 a 60m. Dentro de la calidad de servicio tienen un nivel de congestión y de llamadas caídas del 1%. Actualmente se encuentra utilizando este servicio alrededor de 165.000 clientes.

Bellsouth entro al mercado Ecuatoriano en 1997, su capacidad instalada a la fecha es de aproximadamente 30 estaciones base dentro de la ciudad de Guayaquil, cuenta con un MSC de características similares a PORTA.

Como datos técnicos podemos decir que maneja tecnologia ERICSSON, con una interfase de acceso TDMA y estándares AMPS y D-AMPS, de igual forma repartidos en proporción de 30% analógicos y 70% digital, sus radiobases pueden soportar hasta 180 usuarios como máximo, en un ambiente sectorizado pueden llegar a 60 usuarios por sector, además cuenta con antenas tipo omnidireccional, las alturas de sus antenas oscilan entre 20 y 60 m, implementadas ya sea a nivel del suelo y sobre edificios dependiendo de la necesidad, en cuanto a su grado de servicio el nivel de congestión y llamadas

caídas alcanza el 1%. El total de usuarios en la ciudad de Guayaquil es de aproximadamente 150.000.

Como dato adicional ambas compañías están realizando estudios para emigrar en un futuro hacia tecnologías como GSM, el cual sería el primer paso para alcanzar el sistema UMTS.

4.2.3. SITUACION ACTUAL DE LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP)

La calificación de las empresas proveedoras de accesos y el otorgamiento de permisos esta a cargo de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Algunas de las características que deben cumplir las proveedoras para operar son:

- Utilización del protocolo TC/IP
- Disponibilidad de enlaces directos a velocidades de transmisión iguales o mayores a 64 kbit/s para la red de transporte.
- Utilización de redes de los operadores de servicios finales de telecomunicaciones.

Las proveedoras de acceso autorizadas están en la posibilidad de ofrecer:

- Servicios básicos de transferencia de archivos.
- Acceso a base de datos
- Correo Electrónico y EDI (Intercambio Electrónico de datos)
- Acceso a servidores remotos, grupos de discusión y direcciones de búsqueda.

OPERADORA	NÚMERO DE USUARIOS	TIPOS DE USUARIOS
AT&T GLOBAL NS	130	Corporativos
BISMARK	210	Empresariales
CONECEL	1.800	Todo Tipo
CYBERWEB	40	Corporativos
ECUANET	2.500	Todo Tipo
ESPOLTEL	1.187	Todo Tipo
FUNDETEL	N	N
GRUPO BRAVCO	10	Corporativos
IMPSATEL	3.100	Todo Tipo
INTERNETSA	N	N
MAIMTEL	15	Corporativos
NEXSATEL	N	N
ONNET S.A.	350	Todo Tipo
OTECEL	81	Empresariales
PACIFICTEL	N	Todo Tipo
PARADYNE	80	Todo Tipo
PLUSNET	850	Todo Tipo
PRIVANET	N	N
RAMTELECOM	100	Corporativos
SATEFAR	420	Todo Tipo
SATNET	6.100	Todo Tipo
SITA	357	Corporativos
TELCONET	N	N
TOTAL	**17.330**	

TABLA VI. Proveedores calificados de Internet en Guayaquil.

En la actualidad, los proveedores legalmente autorizados por la SENATEL que se encuentran operando en la ciudad de Guayaquil se muestra en la TABLA VI.

4.2.4. SITUACION ACTUAL DE SERVICIOS DE PAGING

FIGURA 4.2. Dispositivo para servicios de paging.

Paging es un sistema de buscapersonas que brinda servicios de mensajería electrónica móvil que pueden ofrecer servicios tanto nacionales como internacionales, receptando información y enviando mensajes a sus múltiples clientes con tecnología sin cable, a través de antenas repetidoras ubicadas estratégicamente en la ciudad hacia los dispositivos de los usuarios. Ver Fig. 4.2

A continuación mencionamos las funciones que ofrece esta plataforma:

- **Clave de Seguridad:** Asegura la confidencialidad de los mensajes.

- **Mensaje a Fecha Futura - Secretaria Virtual:** Mensajes para un envío futuro. Se pueden programar hasta 14 días previos a su transmisión
- **Mensajes de Prioridad:** Permite recordar actividades urgentes de forma tal que es casi imposible olvidarlas.
- **Retransmisión:** El suscriptor puede solicitar el envío nuevamente de sus mensajes al receptor.
- **Recuperación:** Útil en el caso de verificar los mensajes que han llegado. Permite no perder mensajes en el caso de estar en zona de no cubrimiento.
- **Clave de Uso:** Restringe el acceso al envío de mensajes
- **Mensajes de Grupo:** Permite enviar el mismo mensaje a un grupo de suscriptores al mismo tiempo.
- **Grupos Permanentes:** Estos grupos pueden ser constituidos por un máximo de 50 personas.
- **Enrutamiento:** Opción que temporalmente permite a los mensajes enviados a un abonado ser transmitidos a otro.
- **Grupos Temporales:** El mensaje puede ser enviado a un grupo máximo de 40 personas
- **Hold:** Hacer que el sistema retenga y archive los mensajes desde la fecha determinada por el tiempo deseado.
- **Secuenciador:** Util con el fin de verificar que todos los mensajes transmitidos sean recibidos por el suscriptor.

- **Ampliación de Cobertura:** Se puede cambiar una cobertura local, más amplia a nivel regional o nacional de manera inmediata.
- **Desconexión Temporal:** Solicitada por el cliente para suspender su servicio por un tiempo determinado en cargo de viaje ausencia temporal.
- **Copia:** Los mensajes pueden ser enviados automáticamente con copia a otro suscriptor.

En la ciudad de Guayaquil, se ha asignado las siguientes bandas de frecuencias para los sistemas Buscapersonas:

- En las bandas 470 - 472 MHz, 482 - 487 MHz, atribuidas a los servicios FIJO y MOVIL, operan Sistemas Buscapersonas Unidireccionales compartido con sistemas simplex excepto enlaces radioeléctricos entre estaciones fijas con antenas direccionales punto – punto, punto – multipunto.
- En la banda 929 – 932 MHz, atribuida a los servicios FIJO y MOVIL salvo móvil aeronáutico, operan Sistemas Buscapersonas Unidireccional.
- En las bandas 901 - 902 MHz y 940 - 941 MHz, atribuidas a los servicios FIJO y MÓVIL salvo móvil aeronáutico, operan Sistemas Buscapersonas Bidireccional.

En Guayaquil funcionan las siguientes empresas con una estimación de la cantidad de usuarios que tienen cada una de ella, como lo indica la Tabla VII.

EMPRESAS	USUARIOS
Beepercom	300
Metro	1.300
Pega Beeper	750
Porta Beeper	3.000
Skytel	1.400
Telebeeper	230
TOTAL	**6.980**

TABLA VII. Estimación de usuarios de las empresas de servicios de Paging en Guayaquil

4.2.5. OTROS TIPOS DE SERVICIOS

4.2.5.1. TELEVISION PAGADA

Dentro de la ciudad de Guayaquil, en los últimos 10 años, los servicios de televisión pagada se han posesionado en forma éxitos en este mercado, llegando incluso a competir en nuestros días con las cadenas de televisión abierta. Bajo este marco han nacido empresas dedicadas a proporcionar este servicio a sectores de alta como de mediana clase dentro de la ciudad, es asi que encontramos empresas como: TVCable, Univisa y Direct - TV

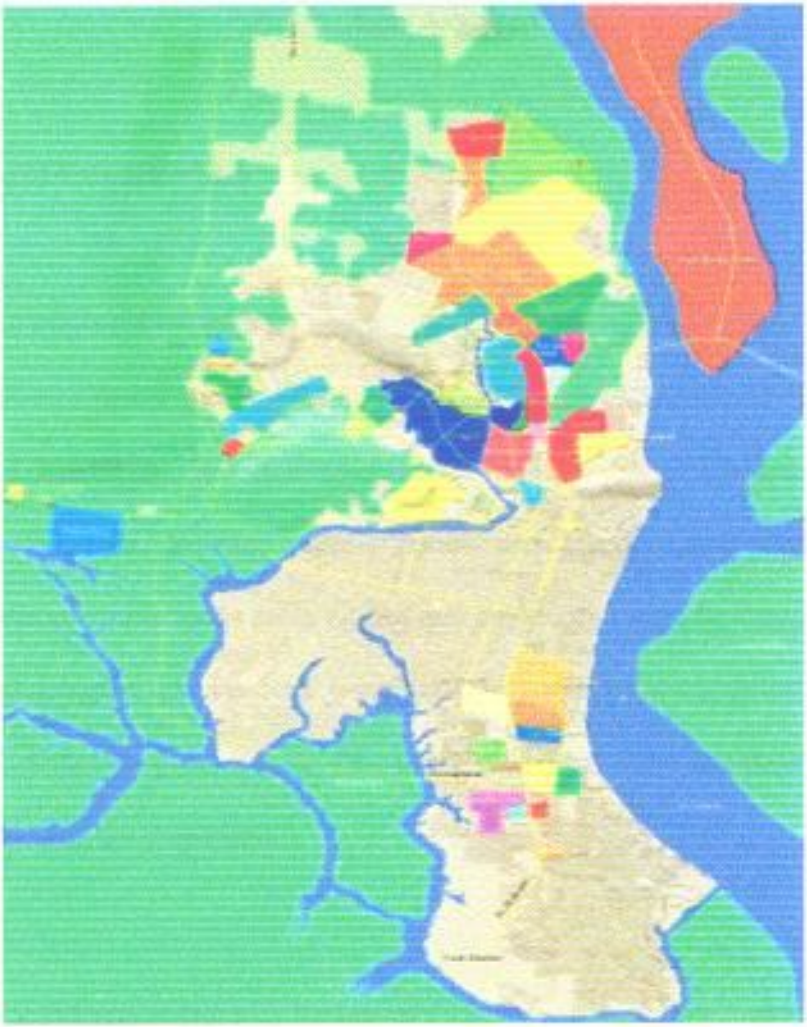
TV CABLE fue fundada en 1986. Fecha en la que inicio la construcción e instalación de sus sistemas de cable y aerocable, llegando con sus propias redes de distribución a varios sectores de la ciudad.

En septiembre de 1987 TVCABLE abre sus puertas al público para entregar lo último en tecnologia y lo mas actualizado en televisión mundial a sus suscriptores, llevando programación de contenido cultural, familiar, deportes, noticias, películas, música, infantil y mucho más.

FIGURA 4.3. Vista de antena parabolica para recepcion de la señal satelital de la red de tvcable

TVCABLE es la compañia lider a nivel nacional en el género de televisión pagada, alcanzado el 90% de participación en el mercado.

Sus zonas de cobertura dentro de la ciudad se pueden observar en el mapa II, dichas zonas se encuentran señalizadas bajo colores brillantes.



MAPA II. Zonas de cobertura del servicio de TV Cable en Guayaquil

CAPITULO V

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA TERRESTRE (UTRAN) - UMTS - IMT 2000 PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

5.1. ANTECEDENTES

La ciudad de Guayaquil, como una metrópoli en crecimiento y entrando en los albores de un nuevo milenio, no debe quedarse a la saga en cuanto a las nuevas tendencias donde se orientan las telecomunicaciones a nivel mundial. Es así que, conscientes de ello, propondremos una nueva plataforma de servicios de telecomunicaciones en la ciudad que sirva como base fundamental de las nuevas tecnologías que vendrán y que tendrán como objetivo simplificarnos la vida y disfrutar un poco mas de ella, haciéndonos participe integralmente de un nuevo orden a nivel mundial.

5.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Se ha seleccionado la norma UMTS con su red radio UTRAN, en base a los siguientes puntos:

- En los últimos meses, el mundo de las telecomunicaciones móviles ha entrado en la "era UMTS", adjudicándose de parte de los gobiernos muchas licencias

para este sistema, hecho del cual no podría quedar excluído el Ecuador y por consiguiente Guayaquil.

- La norma UMTS, Europea, se encuentra más desarrollada que sus competidores, en fase más madura, tanto en normalización como en equipos y suministros, por lo que, la hace más sencillo de implementarla.
- Su estandarización esta llegando a niveles globales, mucho mayores que sus rivales CDMA 2000 ó UWC-136, es por ello que consideramos Guayaquil no debe quedar exenta de dicho rumbo.
- Finalmente, la tendencia interna de las plataformas ya desarrolladas, telefonía fija o móvil es Europea o esta evolucionando hacia ella, por lo que, haría más factible una implementación de este tipo.

5.3. FUNDAMENTOS TEORICOS PARA EL DISEÑO

Para lograr una mejor visualización de lo que se va diseñar, se debe entender perfectamente el funcionamiento de todos los elementos que conforman una UTRAN, tal es el caso de las Interfases, equipos y arquitectura de la red; de tal forma que al momento de implementarlos se cuente con todas las herramientas teóricas que se amerite.

5.3.1. ARQUITECTURA

En la figura 5.1 se aprecia la arquitectura de la red de acceso radio terrestre UMTS o más comúnmente llamada por sus siglas en inglés "UTRAN".

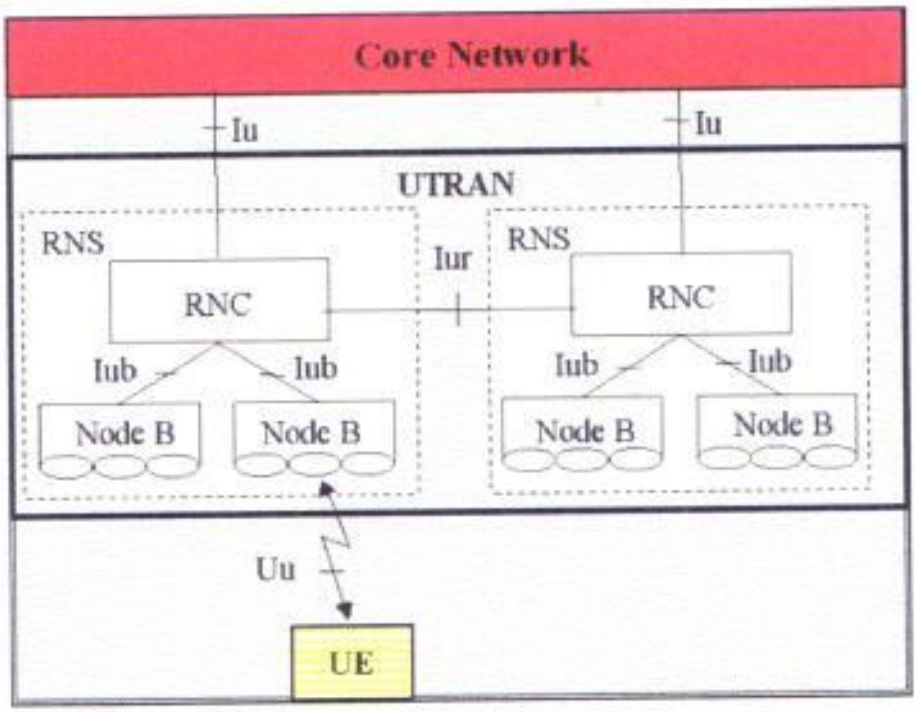


FIGURA 5.1. Arquitectura UTRAN

En la gráfica anterior se muestran los siguientes elementos:

- ✓ El Equipo del Usuario (UE), que en este caso tendrá que ser un terminal de tercera generación UMTS; aunque dispositivos GSM de segunda generación serán validos también, aunque con capacidades limitadas.
- ✓ La Interfaz de radio de Acceso múltiple del usuario (Uu), que permite comunicar el terminal UMTS con la UTRAN. La Interfaz seleccionada es el

Acceso Múltiple por División de Códigos de Banda Ancha o llamada por sus siglas en inglés WCDMA.

La UTRAN propiamente dicha esta conformada por:

- RNS (Subsistemas de Red de Radio), que es el conjunto formado por los RNC (Controladores de la Red de Radio), Nodo B y la interfaz Iub
- La Interfaz Iur, que tiene como finalidad interconectar todas las RNC del UTRAN. Esta interfaz que no existe en su sistema predecesor GSM, es consecuencia de la tecnología de la interfaz aérea del WCDMA.
- La Interfaz Iu, que es la que interconecta la red de acceso que la forman los RNS, con la red central.

Finalmente, como habíamos dicho los RNS estaban formados por elementos muy importantes de la UTRAN, como son:

- El nodo B que es el que convierte los datos para que fluyan entre las interfases Iub e Iu y que participa además en la administración de las frecuencias de radio.
- El controlador de la red de radio o conocido por sus siglas en ingles RNC, es quien contiene y controla los recursos radio de los Nodos B a los cuales está conectado. Además es el punto de acceso de servicio para todos los

servicios que UTRAN proporciona a la red central. Un RNC controla normalmente mas de un nodo B.

- La interfase Iub es aquella que enlaza cada Nodo B con su respectivo RNC. Además una interfaz lub permitirá a operadores de redes UMTS el "mezclar y emparejar" los equipos de los nodos B y RNC suministrados por diferentes vendedores.

Además podemos observar que todos los elementos de la UTRAN se comunican con el Core Network o llamada Red Central, que es donde se trata la conmutación y el encaminamiento de las llamadas provenientes de la UTRAN hacia las redes externas.

5.3.2. INTERFASES

5.3.2.1. WCDMA

Uno de los aspectos claves en la red UTRAN es la técnica de acceso múltiple adoptada dentro de la interfase área entre el equipo del usuario y el nodo B. Dicha técnica seleccionada, debe optimizadamente dividir el espectro disponible de radio (Mhz) dentro de un numero de canales y definir como

estos canales son asignados a la gran cantidad de usuarios (subscriptores) que accesan a la red.

WCDMA a sido seleccionada para la interfase de aire por que es la que se mejor ajusta a los contrastes de la interfase de radio del UMTS. Tasas de bit variables, calidad de servicio variable, etc

La capacidad del sistema (número simultaneo de usuarios) es limitado por el nivel de ruido en la celda, donde se sitúan fisicamente dichos usuarios, consecuentemente WCDMA es una técnica limitada por ruido.

En el caso del WCDMA existen dos modos básicos de duplexacion FDD y TDD. Que son definidos de la siguiente forma:

- **FDD:** Las transmisiones Uplink y Downlink usan dos diferentes portadoras localizadas en bandas de frecuencia especificas. Los usuarios que usan la misma portadora son diferenciados por códigos diferentes. Ver figura 5.2

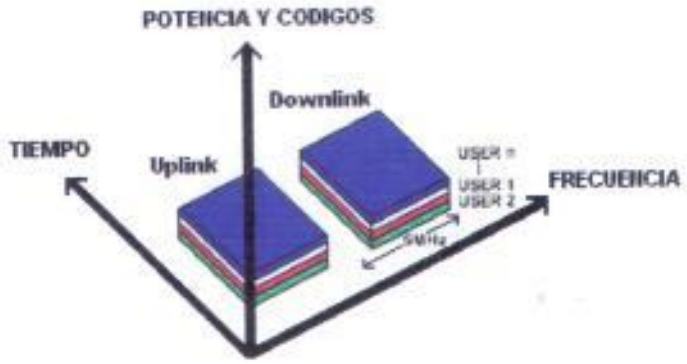


FIGURA 5.2 Duplexacion tipo FDD

- **TDD:** Las transmisiones Uplink y Downlink son conducidas a través de la misma portadora, pero usando intervalos de tiempo sincronizados. Las ranuras de tiempo son divididas para transmisión y recepción. La información es transmitida alternadamente en el Uplink y Downlink. Además este modo incluye dos opciones :
- **TDD** 3,84 MCPS (Megachips por segundo), llamado también TDD de alta tasa de Chip, este es adecuado para la cobertura de pico y microceldas en áreas urbanas. Ver figura 5.3

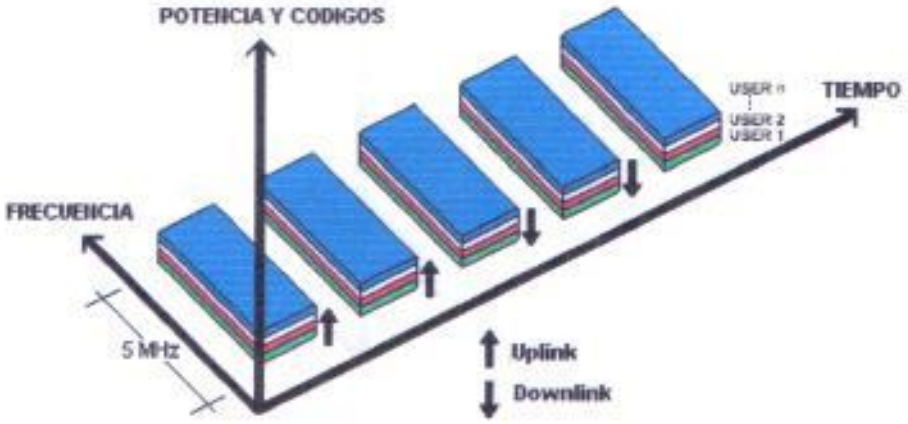


FIGURA 5.3 Duplexacion tipo TDD a 3.84 MCPS

- **TDD** 1,28 MCPS, es el mas optimo para manejar alto trafico en áreas urbanas, además soporta movilidades de hasta 250 Km/h, y facilita el uso de antenas inteligentes para detección multiusuario. Ver figura 5.4

FIGURA 5.4 Duplexacion tipo TDD a 1.28 MCPS

En WCDMA el ancho de banda de las portadoras será de 5 MHz, para que pueda soportar trafico de tipo multiservicios. Además dos multicaminos pueden ser "fácilmente" diferenciados y combinados por los receptores de los usuarios (diversidad de frecuencia inherente del WCDMA) esto es llevado por un receptor de rastro. Como dos celdas adyacentes pueden usar la misma portador, un equipo del usuario puede ser conectado simultáneamente a dos nodos B para beneficiarse de la diversidad de 2 caminos. Esto se conoce como handover suave.

En resumen, las principales características del WCDMA que afectan el diseño de una red UTRAN son mostradas en la Tabla VIII.

Ruido	Cobertura	Planeacion de frecuencia	Diversidad de Camino
Sistema limitado por este parámetro	Depende de la cantidad de trafico en la celda	No se necesita, los usuarios son diferenciados por códigos	Si presenta, gracias al Handover suave

TABLA VIII. Características principales del WCDMA que deben considerarse en un diseño.

5.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA UTRAN

Primero que todo, antes de dimensionar debemos observar 2 puntos importantes:

- Que los requerimientos de trafico serán muy distintos que los actuales sistemas, ya que en la UTRAN se maneja un trafico multiservicio, mayormente bajo conmutación de paquetes.
- Una diferente tecnología de transporte basada en el protocolo ATM.

En cuanto al trafico, cada servicio requiere un mínimo de tasa de bits para proveer la calidad de servicio que el usuario (humano o máquina) espera. Sin embargo estos servicios son conducidos dentro de la UTRAN por un conjunto estándar de servicios al portador.

Las tasas de transmisión típicas en el sistema UTRAN, bajo el sistema de conmutación de paquetes, serán:

- 144 Kbps para usuarios móviles de alta velocidad, principalmente usuarios vehiculares.
- 384 Kbps para usuarios móviles de baja velocidad, peatones.
- 2 Mbps que es la máxima tasa de transferencia en el sistema para usuarios fijos, domiciliarios o de oficina.

Además es de resaltar que el máximo retardo y tasas del dato error (radio del bit error, error de tasa de bloqueo, promedio de arribó del paquete) son parámetros críticos.

En cuanto a la tecnología de transporte, como una consecuencia del ambiente multiservicio, los enlaces entre elementos de la red tienen que ser "tubos" multiservicio que soporten tasas de bits variables y capaces de soportar variables calidades de servicios.

El UMTS asume que la transportación ATM es usada por la UTRAN. Por lo tanto, uno tiene que considerar todas las inherencias del ATM cuando evalúa la capacidad del enlace sobre las interfases Iu-b, Iu-r e Iu.

5.4.1. METODOLOGIA

Para dimensionar nuestra UTRAN procederemos a:

- Estimar el numero y configuración de los varios elementos de la red requeridos para proveer un servicio móvil y fijo inalámbrico de gran capacidad, dentro de los limites urbanos de la ciudad de Guayaquil, con fases de despliegue de 5 años.
- Proponer una topología para la UTRAN, de acuerdo a la realidad existente.

Una combinación de estos dos aspectos conducirá a una solución económicamente adecuada y ajustada a nuestra situación.

5.4.1.1. DIMENSIONAMIENTO DEL NODO B

5.4.1.1.1. ENTRADAS

Para realizar un correcto dimensionamiento de este elemento en nuestra Red es necesario primeramente obtener tres tipos de información, los cuales llamaremos Entradas y que serán clasificadas de acuerdo a: Cobertura, Tráfico y Calidad de Servicio.

5.4.1.1.1.1. COBERTURA

- Zonas a ser cubiertas
- Sectorización de las zonas dentro de subareas como comercial, industrial o residencial
- Identificación de las clases de cada subarea como urbana o urbana periférica.

5.4.1.1.1.2. TRAFICO

- Densidad de subscriptores dentro del area de cobertura.
- Estimación de tráfico máximo a conducir. (Tráfico = # usuarios * Requerimiento de Tráfico por tipo de usuario)

5.4.1.1.1.3. CALIDAD DE SERVICIO

- Probabilidad de Cobertura
- Probabilidad de Bloqueo.

5.4.1.1.2. PROCESO

Una vez que toda la información anterior haya sido elaborada para cada Nodo B, se podrá comenzar el proceso de dimensionamiento desde el punto de vista técnico. Para ello, se necesita determinar:

- Alcance de la Celda
- Tipo de Celda
- Número de sectores por Celda
- Número de portadoras por sector
- Tipo de Duplexación
- La Potencia de Transmisión
- Altura de Antenas
- Asignación de las Frecuencias, de acuerdo a nuestra disponibilidad de espectro.

La asignación de las frecuencias es diferente según sea el caso de duplexación FDD o TDD, tal como se estudió en la sección 5.3.2.1

Ademas en el caso de FDD, debe existir una separación fija de 190MHz entre la frecuencia de subida y la de bajada para cada sector.

Finalmente, la asignación de frecuencias estará dada de acuerdo a la *figura 3.5*, donde se observa que las bandas de frecuencias asignadas para FDD no son las mismas que para TDD.

La Cobertura y Capacidad están íntimamente ligadas en el WCDMA. Por lo tanto el proceso de dimensionamiento del Nodo B, así como de la Red en general debería simultáneamente tratar con la cobertura y capacidad dentro del proceso de tráfico mixto multiservicio.

El proceso de dimensionamiento idealmente debería ser aplicado independientemente al Uplink (del usuario al nodo B) y el Downlink (del nodo B al usuario), pero también es factible efectuar un solo análisis en base a lo siguiente:

1.- Asumir un radio para la celda, más específicamente para cada sector, 2 Km si seleccionamos una Macrocelda y 0,5 Km si es una Microcelda, el cual nos dará el área total de la celda.

2.- Debemos asegurarnos que el tráfico máximo estimado a conducir dentro del Nodo B sea cubierto dentro del área de la celda fijada.

3.- Establecer un número de portadoras por sector, los cuales conducirán el tráfico mixto total de la celda.

4.- Revise que la carga de la celda, este por debajo de un cierto nivel. Sino añada una nueva portadora para dividir el tráfico.

5.- Fijar una Potencia en transmisión y Altura de las antenas, en base a la cantidad de usuarios y a las características de la zona. Se recomienda para la potencia 20 W si es una Macro y 5 W para una Micro.

6.- Finalmente seleccione el valor de las frecuencias centrales de las portadoras de cada sector de acuerdo al tipo de duplexación.

5.4.1.2. DIMENSIONAMIENTO DE LA RNC

El Dimensionamiento de la RNC esta condicionado por sus características. Las que afectan en el proceso de dimensionamiento son:

- Limitaciones de trafico, que es, el caudal máximo por RNC.
  - Caudal máximo en conmutación de circuitos. (Erlangs)
  - Caudal máximo en conmutación de paquetes (Mbit/s)
- Limitaciones en el Manejo, que es él numero máximo de nodos B manejados por un RNC

Dimensionar los RNC comprende los siguientes pasos:

1.- Luego de dimensionar los Nodos B, se procedera a agruparlos en un número determinado dentro de un area específica, estos seran gestionados por los RNC y junto a sus respectivos IuB formarán los RNS.

2.- Se obtienen las cantidades de tráfico total que manejará cada RNC, dentro de los RNS, sumando los valores de trafico total individuales de cada Nodo B junto con el Tráfico de los IuB o "Señalización" vinculados con él.

3.- En caso de que el trafico mixto total manejado por el RNC sea excesivo, se debera encontrar una configuración de RNC´s, que permitan conducir dicho trafico, tanto en cuanto el fabricante y las condiciones lo permitan.

5.4.1.3. DIMENSIONAMIENTO INTERFAZ IU-B

La interfase Iu-b es dimensionada al calcular la capacidad que debe tener el radioenlace digital que proviene del nodo B. Este radioenlace debería transportar:

- El trafico mixto total de cada Nodo B vinculado a dicha interfase.

- Los subcaudales para el ATM, la señalización, funcionamiento y Mantenimiento.

5.4.1.4. DIMENSIONAMIENTO INTERFAZ IU

El proceso de dimensionamiento dependerá de la cantidad de tráfico que sera conducido desde cada RNS o mas propiamente RNC hacias las otras plataformas, utilizando para ello nuestra propia matriz de conmutación que es el U-MSC, dependiendo del tipo de conmutación, sea esta paquetes o circuitos.

Se puede también obtenerla sumando todas las Iu-b del RNS respectivo.

5.4.1.5. DIMENSIONAMIENTO INTERFAZ IU-R

La interfase Iu-r conduce el tráfico generado por los usuarios de un RNS determinado hacia otro de nuestra RAN. Esta particularidad es propia y única de los sistemas UMTS.

5.4.1.6. DIMENSIONAMIENTO U - MSC

Para dimensionarlo se debe encontrar el máximo tráfico a conmutar ya sea de circuitos, paquete o en su defecto mixto; este será el resultado de la suma de todas los RNS que generan tráfico en la UTRAN o en su defecto de los IU de cada RNS.

5.4.1.7. SELECCIONAMIENTO DE ARQUITECTURA

El fin de seleccionar la arquitectura es proponer una topología global para la red de acceso radio, es decir, para identificar los emplazamientos de los RNC, para definir el tipo de interconexion entre los Nodos B y el RNC, y si es necesario, identificar los nodos de transmisión.

En lo que concierne a nuestro caso, nuestro modelo de arquitectura debe ajustarse a las normas y reglas seguidas hasta ahora por compañías predecesoras de servicios de telefonía móvil, debido a la imposibilidad de implementar un sistema integrado, es decir una red multiplataformas. En base a esto, la topología seleccionada, será de acuerdo a la figura 5.5.

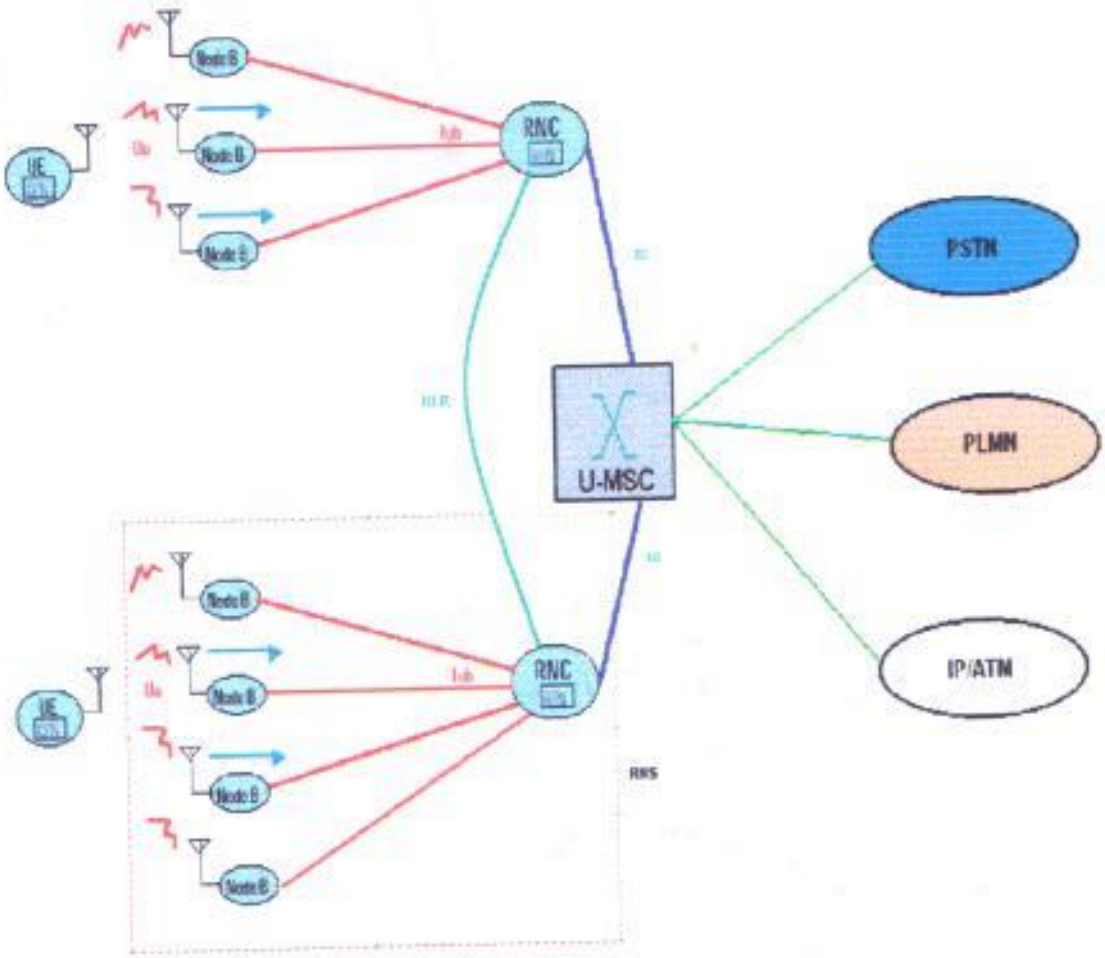
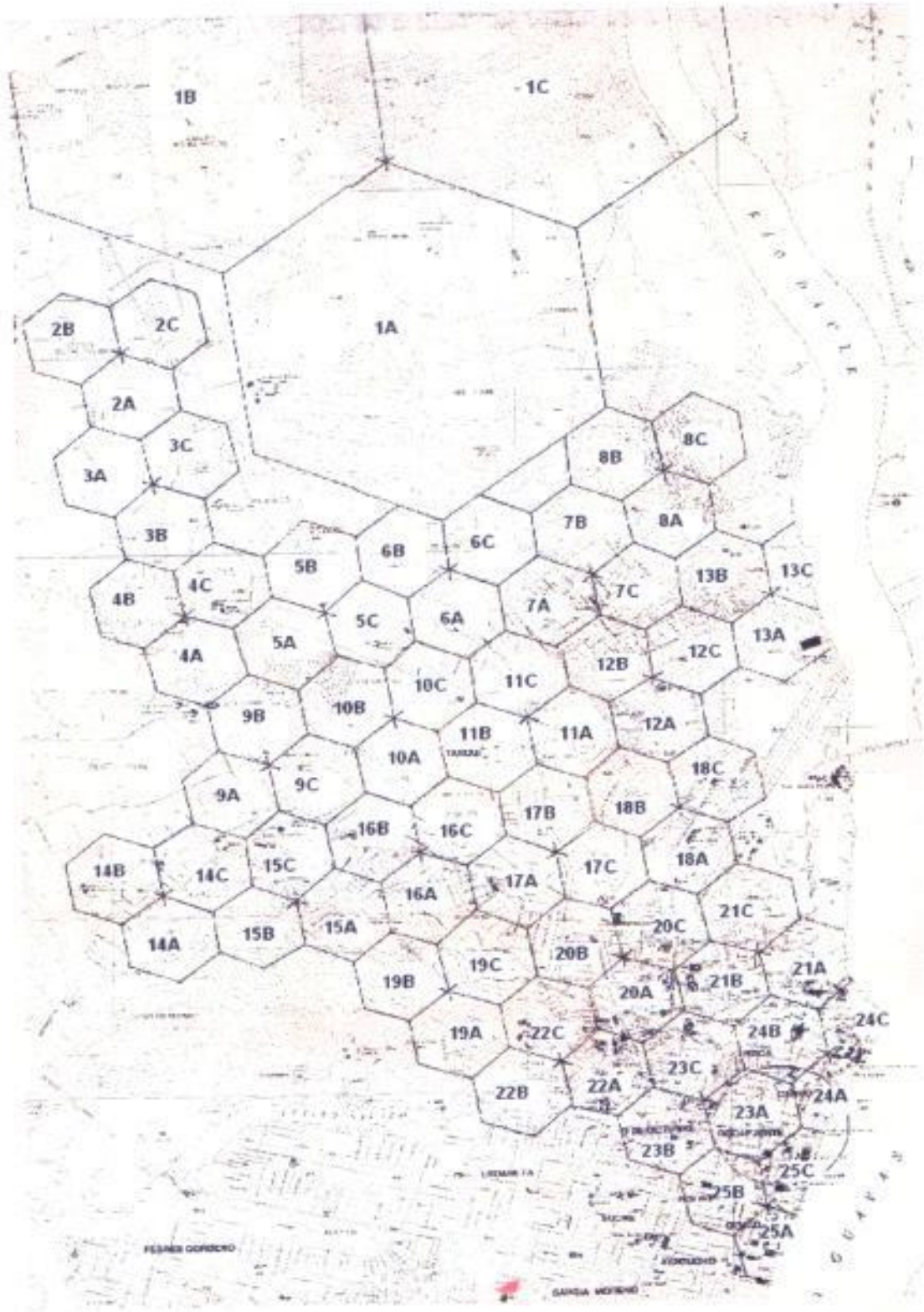


FIGURA 5.5. Arquitectura UTRAN seleccionada para Guayaquil



MAPA III. Zonas de Cobertura Norte y Centro para la Ciudad de Guayaquil.

5.5. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA UTRAN EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

En este subcapítulo, procederemos a ejecutar la implementación real dentro de la ciudad de Guayaquil de una UTRAN basado en las normas internacionales del UMTS. Para ello, seleccionaremos las zonas de mayores requerimientos de telecomunicaciones en la ciudad, como son las Zonas Norte y Centro, ajustandonos a las características del terreno.

La metodología a utilizar fue proporcionada en el subcapítulo anterior.

5.5.1 ZONA NORTE Y CENTRO

Como se muestra en el Mapa III, proporcionaremos cobertura casi completa de estas zonas, con un total de 25 Nodos B y de 6 RNC, manejando las bases de frecuencias reservadas internacionalmente y del cual el Ecuador no se encuentra alejado. Los elementos de la RAN a dimensionar llevaran la siguiente nomenclatura y agrupación de acuerdo a la Tabla IX, agrupados en bloques de RNS (Subsistemas de Red de Radio), exceptuando a los IuR que serán mostrados en la siguiente tabla. Posterior a dichas tablas todos los componentes del sistema se los dimensionará numericamente ajustandonos a ellas.

RNS	NODOS B	RNC	IUB	IU
1	#1	1	IUB1	IU1
	#2		IUB2	
	#3		IUB3	
	#4		IUB4	
2	#5	2	IUB5	IU2
	#6		IUB6	
	#7		IUB7	
	#8		IUB8	
3	#9	3	IUB9	IU3
	#10		IUB10	
	#11		IUB11	
	#12		IUB12	
4	#13	4	IUB13	IU4
	#14		IUB14	
	#15		IUB15	
	#16		IUB16	
	#17		IUB17	
	#18		IUB18	
5	#19	5	IUB19	IU5
	#20		IUB20	
	#21		IUB21	
	#22		IUB22	
6	#23	6	IUB23	IU6
	#24		IUB24	
	#25		IUB25	

TABLA IX. Tabla General de los Elementos para la UTRAN de Guayaquil, exceptuando los IuR

A continuación mostramos la tabla X de interfases IUR, independiente de la anterior por cuanto, dentro de nuestra RAN solo se necesitaran 15 y no 36 como se pudiera pensar.

RNS	1	2	3	4	5	6
1	-	IUR1-2	IUR1-3	IUR1-4	IUR1-5	IUR1-6
2	-	-	IUR2-3	IUR2-4	IUR2-5	IUR2-6
3	-	-	-	IUR3-4	IUR3-5	IUR3-6
4	-	-	-	-	IUR4-5	IUR4-6
5	-	-	-	-	-	IUR5-6
6	-	-	-	-	-	-

TABLA X. Tabla para IUR's dentro de la UTRAN para Guayaquil

RNS 1

NODO B #1

Ubicación.- Cdla. Las Orquídeas

Comentario

Se seleccionará un radio sectorizado de 2 km debido a que es una macrocelda y los servicos que se prestarán en esta zona serán enfocados hacia los usuarios móviles de alta velocidad, ya que es una zona algo despoblada y los requerimientos de enlaces estacionarios serán poco probables y además no rentables. Debemos recordar que la potencia irradiada es mayor que el de una micro, pero en contraste se cubrirá un mayor margén de terreno que dichas micro.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Via Daule, Cdlas. Las Orquídeas, Los Vergeles y Los Samanes

Tipo.- Industrial y Residencial

Clase.- Suburbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 144 kbit/s

Numero de usuarios estimados.- 50 en total.

Tráfico Estimado.- 50 * 0,144 = 7,2 Mbit/s

Calidad de servicio

Probabilidad de cobertura.- 92 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Macrocelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 2 Km

Área de la celda.- 10,32 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- FDD

Potencia de transmisión.- 20 W por portadora

Altura de Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 1A:

Uplink : 1.922,5 MHz

Downlink: 2.112,5 MHz

Sector 1B:

Uplink : 1.927,5 MHz

Downlink: 2.117,5 MHz

Sector 1C:

Uplink : 1.932,5 MHz

Downlink: 1.922,5 MHz

NODO B #2

Ubicación.- Parque Industrial Inmaconsa

Comentario

En esta zona se manejará una micro de radio 0,5 Km sectorizada por los requerimientos de tráfico, en especial el industrial de la vía a Daule, aunque con un manejo medio de información proyectado.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Parque Industrial Inmaconsa, Cdla. El Encanto y parte de la vía a Daule

Tipo.- Industrial

Clase.- Suburbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 90 en total

30 usuarios fijos

20 usuarios de baja movilidad

40 usuarios de alta movilidad

Tráfico Estimado.-

30 * 2 Mbit/s = 60 Mbit/s

20* 0,384 = 7,68 Mbit/s

40 * 0.144 = 5,76 Mbit/s

Total = 73,44 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 92 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura de Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 2A:

Portadora 1: 1.886,25 MHz

Portadora 2: 1.888,75 MHz

Sector 2B:

Portadora 1: 1.891,25 MHZ

Portadora 2: 1.893,75 MHz

Sector 2C:

Portadora 1: 1.896,25

Portadora 2: 1.898,75

NODO B #3

Ubicación.- Cdla La Florida

Comentario

El tráfico en esta zona será mayormente popular, aunque sin descuidar lo industrial, se establecerá un manejo promedio de tráfico.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. La Florida y El Retiro, parte de la Via a Daule.

Tipo.- Industrial y Residencial Popular

Clase.- Suburbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 90 en total.

30 usuarios fijos

20 usuarios de baja movilidad

40 usuarios de alta movilidad

Tráfico Estimado.-

30 * 2 Mbit/s = 60 Mbit/s

20* 0.384 = 7,68 Mbit/s

40 * 0.144 = 5,76 Mbit/s

Total = 73,44 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 92 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura de Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 3A:

Portadora 1: 1.901,25 MHz

Portadora 2: 1.903,75 MHz

Sector 3B:

Portadora 1: 1.906,25 MHZ

Portadora 2: 1.908,75 MHz

Sector 3C:

Portadora 1: 1.911,25 MHz

Portadora 2: 1.913,75 MHz

NODO B #4

Ubicación.- Cdla La Prosperina

Comentario

Consideraciones similares al Nodo anterior.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. La Prosperina, Santa Ana y El Prado

Tipo.- Industrial y Residencial Popular

Clase.- Suburbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 105 en total.

Tráfico Estimado.-

35* 2 Mbit/s = 70 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52 Mbit/s

40* 0,144 = 5,76 Mbit/s

Total = 87,28 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 92 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura de Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 4A:

Portadora 1: 1.916,25 MHz

Portadora 2: 1.918,75 MHz

Sector 4B:

Portadora 1: 2.011,25 MHZ

Portadora 2: 2.013,75 MHz

Sector 4C:

Portadora 1: 2.015,25 MHz

Portadora 2: 2.018,75 MHz

RNC #1

Ubicación.- Nodo B #1

Comentario

Consideramos que nuestro primer RNC maneje los primeros 4 Nodos B, y creemos que la cantidad de tráfico será la ideal para el despliegue deservicios en dicha área.

Gestión

Numero de Nodos B a Manejar.- 4

Nodos B operados.- NodoB #1, Nodo B #2, Nodo B #3 y Nodo B #4

Tráfico

Nodo B #1 = 7,2 Mbit/s

Nodo B #2 = 73,44 Mbit/s

Nodo B #3 = 73,44 Mbit/s

Nodo B #4 = 87.28 Mbit/s

Trafico Total de Nodos B = 241,36 Mbit/s

Trafico de Señalización = 4 * 1Mbit/s = 4 Mbit/s

Trafico Total = Trafico Total de Nodos B + Trafico de Señalización = 245,36 Mbit/s

IUB's

Comentario

Para todas las IUB's dentro de nuestra RAN para Guayaquil, seran destinados o reservados 1 Mbit/s como trafico de señalización, monitoreo y O&M.

IUB1= 7,2 + 1 = 8,2 Mbit/s

IUB2 = 73,44 + 1 = 74,44 Mbit/s

IUB3 = 73,44 + 1 = 74,44 Mbit/s

IUB4 = 87,28 + 1 = 88,28 Mbit/s

IU

IU1= IUB1 + IUB2 + IUB3 + IUB4 = 245,36 Mbit/s

NODO B #5

Ubicación.- Planta Coca Cola

Comentario

Zona algo Industrial, terrenos planos, probabilidades de bloqueo acepatables, tráfico promedio, microcelda.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla Marta de Roldos, Mapasingue y Av Juan Tanca Marengo

Tipo.- Industrial y Residencial Popular

Clase.- Suburbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 100 en total.

Tráfico Estimado.-

30* 2 Mbit/s = 60 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52Mbit/s

40* 0,144 = 5,76Mbit/s

Total = 77,28Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 94 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura de Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 5A:

Portadora 1: 2.021,25 MHz

Portadora 2: 2.023,75 MHz

Sector 5B:

Portadora 1: 1.886,25 MHZ

Portadora 2: 1.888,75 MHz

Sector 5C:

Portadora 1: 1.891,25 MHz

Portadora 2: 1.893,75 MHz

NODO B #6

Ubicación.- Cdla. Los Alamos

Comentario

Zona de poca densidad poblacional, pero muy futurista, creemos que se lo debe dimensionar proyectándolo para el futuro

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. Los Álamos y La Alborada

Tipo.- Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 90 en total.

Tráfico Estimado.-

35 * 2 Mbit/s =70 Mbit/s

25* 0,384 = 9,6Mbit/s

30* 0,144 = 4,32Mbit/s

Total = 83,92Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 95 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura de Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 6A:

Portadora 1: 1.896,25 MHz

Portadora 2: 1.898,75 MHz

Sector 6B:

Portadora 1: 1.901,25 MHZ

Portadora 2: 1.903,75 MHz

Sector 6C:

Portadora 1: 1.906,25 MHz

Portadora 2: 1.908,75 MHz

NODO B #7

Ubicación.- Cdla. La Alborada

Comentario

Microcelda que manejará alto tráfico en especial el fijo y móvil de alta velocidad por ser una zona comercial y residencial mixta.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla La Alborada

Tipo.- Comercial y Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 90 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80 Mbit/s

20* 0,384 = 7,68 Mbit/s

30* 0,144 = 4,32 Mbit/s

Total = 92 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 95 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura de Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 7A:

Portadora 1: 1.911,25 MHz

Portadora 2: 1.913,75 MHz

Sector 7B:

Portadora 1: 1.916,25 MHZ

Portadora 2: 1.918,75 MHz

Sector 7C:

Portadora 1: 2.011,25 MHz

Portadora 2: 2.013,75 MHz

NODO B #8

Ubicación.- Cdla. Los Sauces

Comentario

Tráfico reducido, más llevado hacia el móvil por ser una zona norte.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. Los Sauces y Guayacanes

Tipo.- Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 70 en total

Tráfico Estimado.-

20* 2 Mbit/s = 40 Mbit/s

20* 0,384 = 7,68 Mbit/s

30* 0,144 = 4,32Mbit/s

Total = 52 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 94 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 8A:

Portadora 1: 2.015,25 MHz

Portadora 2: 2.018,75 MHz

Sector 8B:

Portadora 1: 2.021,25 MHZ

Portadora 2: 2.023,75 MHz

Sector 8C:

Portadora 1: 1.886,25 MHz

Portadora 2: 1.888,75 MHz

RNC #2

Ubicación.- Nodo B #7

Comentario

Similar al RNC #1

Gestión

Numero de Nodos B a Manejar.- 4

Nodos B operados.- NodoB #5, Nodo B #6, Nodo B #7 y Nodo B #8

Tráfico

Nodo B #5 = 77,28 Mbit/s

Nodo B #6 = 83,92 Mbit/s

Nodo B #7 = 92 Mbit/s

Nodo B #8 = 52 Mbit/s

Trafico Total de Nodos B = 305,2 Mbit/s

Trafico Total = Trafico Total de Nodos B + Trafico de Señalización = 309,2 Mbit/s

IUB's

IUB5 = 77,28+ 1 = 78,28 Mbit/s

IUB6 = 83,92 + 1 = 84,92 Mbit/s

IUB7 = 92 + 1 = 93 Mbit/s

IUB8 = 52 + 1 = 53 Mbit/s

IU

IU2 = IUB5 + IUB6 + IUB7 + IUB8 = 309,2 Mbit/s

NODO B #9

Ubicación.- Av. Las Aguas

Comentario

Tráfico medio, alta probabilidad de bloqueo

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla Mapasingue y Los Ceibos

Tipo.- Residencial y Residencial Popular

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 80 en total

Tráfico Estimado.-

30* 2 Mbit/s = 60 Mbit/s

20* 0,384 = 7,68 Mbit/s

30* 0,144 = 4,32 Mbit/s

Total =72 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 92 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1.28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 25 m

Frecuencias

Sector 9A:

Portadora 1: 1.891,25 MHz

Portadora 2: 1.893,75 MHz

Sector 9B:

Portadora 1: 1.896,25 MHZ

Portadora 2: 1.898,75 MHz

Sector 9C:

Portadora 1: 1.901,25 MHz

Portadora 2: 1.903,75 MHz

NODO B # 10

Ubicación.- Cdla. Marta de Roldos

Comentario

Tráfico Reducido, zona mayormente marginal, pocos usuarios fijos.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla Marta de Roldos y Urdesa

Tipo.- Residencial y Residencial Popular

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 80 en total.

Tráfico Estimado.-

20* 2 Mbit/s = 40 Mbit/s

20* 0,384 = 7,68 Mbit/s

40* 0,144 = 5,76 Mbit/s

Total = 53,44 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 94 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 10A:

Portadora 1: 1.906,25 MHz

Portadora 2: 1.908,75 MHz

Sector 10B:

Portadora 1: 1.911,25 MHZ

Portadora 2: 1.913,75 MHz

Sector 10C:

Portadora 1: 1.916,25 MHz

Portadora 2: 1.918,75 MHz

NODO B #11

Ubicación.- Cdla. La Herradura

Comentario

Tráfico bajo, zonas montañosas.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. La Herradura y Urbanor

Tipo.- Comercial y Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 85 en total.

Tráfico Estimado.-

20* 2 Mbit/s = 40 Mbit/s

25* 0,384 = 9,6 Mbit/s

40* 0,144 = 5,76Mbit/s

Total = 55,36 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 95 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1.28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 11A:

Portadora 1: 2.011,25 MHz

Portadora 2: 2.013,75 MHz

Sector 11B:

Portadora 1: 2.016,25 MHZ

Portadora 2: 2.018,75 MHz

Sector 11C:

Portadora 1: 2.021,25 MHz

Portadora 2: 2.023,75 MHz

NODO B #12

Ubicación.- Cdla La Garzota

Comentario

Tráfico Mediano, especialmente fijo por ser zona norte de atracciones.

Cobertura

Zonas.- Cdlas La Garzota, Sauces y La Alborada

Tipo.- Comercial y Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 90 en total.

Tráfico Estimado.-

40 * 2 Mbit/s = 80 Mbit/s

20* 0,384 = 7,68 Mbit/s

30* 0,144 = 4,32Mbit/s

Total =92 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 95 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 12A:

Portadora 1: 1.886,25 MHz

Portadora 2: 1.888,75 MHz

Sector 12B:

Portadora 1: 1.891,25 MHZ

Portadora 2: 1.893,75 MHz

Sector 12C:

Portadora 1: 1.896,25 MHz

Portadora 2: 1.898,75 MHz

RNC #3

Ubicación.- Nodo B #11

Comentario

Similar a los demás RNC, creemos que es la medida acertada

Gestión

Numero de Nodos B a Manejar.- 4

Nodos B operados.- NodoB #9, Nodo B #10, Nodo B #11 y Nodo B #12

Tráfico

Nodo B #9 = 72 Mbit/s

Nodo B #10 = 73,44 Mbit/s

Nodo B #11 = 55,36 Mbit/s

Nodo B #12 = 92 Mbit/s

Trafico Total = Trafico Total de Nodos B + Trafico de Señalización = 276,8 Mbit/s

IUB's

IUB9 = 72 + 1 = 73 Mbit/s

IUB10 = 73,44 + 1 = 74,44 Mbit/s

IUB11= 55,36 + 1 = 56,36 Mbit/s

IUB12 = 92 + 1 = 93 Mbit/s

IU

IU3 = IUB9 + IUB10 + IUB11 + IUB12 = 276,8 Mbit/s

NODO B # 13

Ubicación.- Cdla. Sauces

Comentario

Zona de gran Tráfico por abarcar al Terminal Terrestre y donde se tendrán usuarios de todo el pais llegando y saliendo y locales con requerimiento fijo.

Microcelda de gran capacidad

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas Sauces y Acuarela del Rio, Terminal Terrestre

Tipo.- Comercial y Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 115 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80 Mbit/s

35* 0,384 = 13,44Mbit/s

40 * 0,144 = 5,76Mbit/s

Total = 99,2 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 97 %

Probabilidad de Bloqueo.- 1 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1.28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 13A:

Portadora 1: 1.901,25 MHz

Portadora 2: 1.903,75 MHz

Sector 13B:

Portadora 1: 1.906,25 MHZ

Portadora 2: 1.908,75 MHz

Sector 13C:

Portadora 1: 1.911,25 MHz

Portadora 2: 1.913,75 MHz

NODO B # 14

Ubicación.- Cdla Los Ceibos

Comentario

Zona de gran demanda de usuarios por ser mayormente de alto nivel económico, gran rentabilidad del servicio. Microcelda de gran capacidad.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas Los Ceibos, Colinas de los Ceibos y Los Olivos

Tipo.- Industrial y Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 120 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80 Mbit/s

40* 0,384 = 15,36 Mbit/s

40* 0,144 = 5,76 Mbit/s

Total = 101,12Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 93 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 25 m

Frecuencias

Sector 14A:

Portadora 1: 1.916,25 MHz

Portadora 2: 1.918,75 MHz

Sector 14B:

Portadora 1: 1.886,25 MHZ

Portadora 2: 1.888,75 MHz

Sector 14C:

Portadora 1: 1.891,25 MHz

Portadora 2: 1.893,75 MHz

NODO B # 15

Ubicación.- Cdla. El Paraíso

Comentario

Manejo promedial de tráfico, probabilidad de bloqueo alta.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. El Paraíso y Miraflores

Tipo.- Residencial y Comercial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 90 en total.

Tráfico Estimado.-

30* 2 Mbit/s = 60 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52Mbit/s

30* 0,144 = 4,32Mbit/s

Total = 75,84Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 94 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 15A:

Portadora 1: 1.896,25 MHz

Portadora 2: 1.898,75 MHz

Sector 15B:

Portadora 1: 1.901,25 MHZ

Portadora 2: 1.903,75 MHz

Sector 15C:

Portadora 1: 1.906,25 MHz

Portadora 2: 1.908,75 MHz

NODO B # 16

Ubicación.- Cdla. Urdesa

Comentario

Similar al Nodo anterior.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla Urdesa, Urdesa Norte, Lomas de Urdesa y Miraflores

Tipo.- Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 120 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80 Mbit/s

40* 0,384 = 15,36 Mbit/s

40* 0,144 = 5,76 Mbit/s

Total = 101,12Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 94 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 16A:

Portadora 1: 1.911,25 MHz

Portadora 2: 1.913,75 MHz

Sector 16B:

Portadora 1: 1.916,25 MHZ

Portadora 2: 1.918,75 MHz

Sector 16C:

Portadora 1: 2.011,25 MHz

Portadora 2: 2.013,75 MHz

NODO B # 17

Ubicación.- Cdla. Kennedy Norte

Comentario

Alto tráfico, zonas de gran demanda y actividades, microcelda de gran capacidad.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. Kennedy Norte, Urdesa y Lomas de Urdesa

Tipo.- Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 110 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s =80 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52Mbit/s

40* 0,144 = 5,76Mbit/s

Total = 97,28Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 97 %

Probabilidad de Bloqueo.- 1 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 17A:

Portadora 1: 2.016,25 MHz

Portadora 2: 2.018,75 MHz

Sector 17B:

Portadora 1: 2.021,25 MHZ

Portadora 2: 2.023,75 MHz

Sector 17C:

Portadora 1: 1.886,25 MHz

Portadora 2: 1.888,75 MHz

NODO B # 18

Ubicación.- Av de las Americas

Comentario

Es uno de los nodos B de mayor capacidad en la red y el Mayor en la zona Norte, incluye fundamentalmente el aeropuerto de la ciudad con entrada y salida de usuarios al exterior e interior del país, así como los servicios internos y de aerolineas en transmisión de datos.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Av de las Americas, Cdla. Kennedy Norte y Aeropuerto

Tipo.- Residencial y Comercial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 130 en total.

Tráfico Estimado.-

50* 2 Mbit/s = 100 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52Mbit/s

50* 0,144 = 7,2Mbit/s

Total = 118,72Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 99 %

Probabilidad de Bloqueo.- 1 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 18A:

Portadora 1: 1.891,25 MHz

Portadora 2: 1.893,75 MHz

Sector 18B:

Portadora 1: 1.896,25 MHZ

Portadora 2: 1.898,75 MHz

Sector 18C:

Portadora 1: 1.901,25 MHz

Portadora 2: 1.903,75 MHz

RNC #4

Ubicación.- Nodo B #17

Comentario

Este RNC será muy especial por el superalto manejo de tráfico, consideramos que deben encontarse equipos que sean adapatables y que permitan manejar dicho requerimiento de tráfico en la zona.

Gestión

Numero de Nodos B a Manejar.- 6

Nodos B operados.- NodoB #13, Nodo B #14, Nodo B #15 y Nodo B #16, NodoB #17 y Nodo B #18

Tráfico

Nodo B #13 = 99,2 Mbit/s

Nodo B #14 =101,12 Mbit/s

Nodo B #15 = 75,84 Mbit/s

Nodo B #16 = 101,12 Mbit/s

Nodo B #17 = 97,28 Mbit/s

Nodo B #18 = 118,72 Mbit/s

Trafico Total = Trafico Total de Nodos B + Trafico de Señalización = 599,28 Mbit/s

IUB's

IUB13 = 99,2 + 1 = 100,2 Mbit/s

IUB14 = 101,12 + 1 = 102,12 Mbit/s

IUB15 = 75,84 + 1 = 76,84 Mbit/s

IUB16 = 101,12 + 1 = 102,12 Mbit/s

IUB17 = 97,28 + 1 = 98,28 Mbit/s

IUB18 = 118,72 + 1 = 119,72 Mbit/s

IU

IU4 = IUB13 + IUB14 + IUB15 + IUB16 + IUB17 + IUB18 = 599,28 Mbit/s

NODO B # 19

Ubicación.- Coliseo Granasa

Comentario

Tráfico medio, probabilidad de bloqueo alta, zonas montañosas.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas Bellavista, Urdesa Central y Av Carlos Julio Arosemena

Tipo.- Comercial y Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 80 en total.

Tráfico Estimado.-

20* 2 Mbit/s = 40 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52 Mbit/s

30* 0,144 = 4,32 Mbit/s

Total = 55,84 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 94 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 25 m

Frecuencias

Sector 19A:

Portadora 1: 1.906,25 MHz

Portadora 2: 1.908,75 MHz

Sector 19B:

Portadora 1: 1.911,25 MHZ

Portadora 2: 1.913,75 MHz

Sector 19C:

Portadora 1: 1.916,25 MHz

Portadora 2: 1.918,75 MHz

NODO B # 20

Ubicación.- Cdla. Kennedy Vieja

Comentario

Tráfico bajo, principalmente el móvil de alta velocidad que transita por la zona.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla. Kennedy Vieja y Av. Plaza Dañin

Tipo.- Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 85 en total.

Tráfico Estimado.-

25* 2 Mbit/s = 50 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52 Mbit/s

30* 0,144 = 4,32 Mbit/s

Total = 55,84 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 97 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 20A:

Portadora 1: 2.011,25 MHz

Portadora 2: 2.013,75 MHz

Sector 20B:

Portadora 1: 2.016,25 MHZ

Portadora 2: 2.018,75 MHz

Sector 20C:

Portadora 1: 2.021,25 MHz

Portadora 2: 2.023,75 MHz

NODO B # 21

Ubicación.- Cdla. La Atarazana

Comentario

Similar al anterior Nodo.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdlas. La Atarazana, La FAE, Los Alamos y Naval Norte

Tipo.- Residencial

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 95 en total.

Tráfico Estimado.-

25* 2 Mbit/s =50 Mbit/s

30* 0,384 = 11,52 Mbit/s

40* 0,144 = 5,76 Mbit/s

Total = 67,28 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 97 %

Probabilidad de Bloqueo.- 3 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m

Frecuencias

Sector 21A:

Portadora 1: 1.886,25 MHz

Portadora 2: 1.888,75 MHz

Sector 21B:

Portadora 1: 1.891,25 MHZ

Portadora 2: 1.893,75 MHz

Sector 21C:

Portadora 1: 1.896,25 MHz

Portadora 2: 1.898,75 MHz

NODO B # 22

Ubicación.- Cdla. La Ferroviaria

Comentario

Entrando ya al casco central, esta zona maneja fuerte tráfico especialmente el móvil y de baja móvilidad por tratarse de zonas universitarias por excelencia.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Cdla. La Ferroviaria, U. Católica, U Estatal, Parroquias 9 de Octubre y Tarqui.

Tipo.- Residencial

Clase.- Densamente Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 120 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80Mbit/s

40* 0,384 = 15,64 Mbit/s

40* 0,144 =6,76 Mbit/s

Total = 101,12 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 97 %

Probabilidad de Bloqueo.- 2 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 20 m

Frecuencias

Sector 22A:

Portadora 1: 1.901,25 MHz

Portadora 2: 1.903,75 MHz

Sector 22B:

Portadora 1: 1.906,25 MHZ

Portadora 2: 1.908,75 MHz

Sector 22C:

Portadora 1: 1.911,25 MHz

Portadora 2: 1.913,75 MHz

RNC #5

Ubicación.- Nodo B #20

Comentario

Tráfico normal, solamente el Nodo 22 aportará con un tráfico fuerte por lo que debe cuidarse muy bien su enlace con el.

Gestión

Numero de Nodos B a Manejar.- 4

Nodos B operados.- NodoB #19, Nodo B #20, Nodo B #21 y Nodo B #22

Tráfico

Nodo B #19 = 55,84 Mbit/s

Nodo B #20 = 55,84 Mbit/s

Nodo B #21 = 77,28 Mbit/s

Nodo B #22 = 101,12 Mbit/s

Trafico Total = Trafico Total de Nodos B + Trafico de Señalización = 284,08 Mbit/s

IUB's

IUB19 = 55,84 + 1 = 56,84 Mbit/s

IUB20 = 55,84 + 1 = 56,84 Mbit/s

IUB21 = 77,28 + 1 = 78,28 Mbit/s

IUB22 = 101,12 + 1 = 102,12 Mbit/s

IU

IU5 = IUB19 + IUB20 + IUB21 + IUB22 = 284,08 Mbit/s

NODO B # 23

Ubicación.- Edificio Induato (Av. Quito y Av. Nueve de Octubre)

Comentario

En pleno casco central es en nuestra Red nuestro referente para el dimensionamiento de Nodos B, maneja un altísimo tráfico de todo tipo móvil peatonal,fijo, ya sea por la cantidad de usuarios en el área así como instituciones que requerirán del servicio, aquí la probabilad debe ser la más baja posible y el alcance el mayor, por el nivel de rentabilidad que representa. Microcelda de gran capacidad.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Parroquias Tarqui, Nueve de Octubre, Rocafuerte, Roca y Carbo

Tipo.- Comercial

Clase.- Densamente Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 160 en total.

Tráfico Estimado.-

60* 2 Mbit/s = 120 Mbit/s

50* 0,384 = 19,2 Mbit/s

50* 0,144 =7,2 Mbit/s

Total = 146,4 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 99 %

Probabilidad de Bloqueo.- 1 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m (solo antena), 95 m desde el suelo.

Frecuencias

Sector 23A:

Portadora 1: 1.916,25 MHz

Portadora 2: 1.918,75 MHz

Sector 23B:

Portadora 1: 2.011,25 MHZ

Portadora 2: 2.013,75 MHz

Sector 23C:

Portadora 1: 2.016,25 MHz

Portadora 2: 2.018,75 MHz

NODO B # 24

Ubicación.- ESPOL - Las Peñas

Comentario

Tráfico algo fuerte por la presencia del malecón 2000 y zonas turísticas.

Microcelda de mediana capacidad.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Parroquias Roca y Carbo, Cerro Santa Ana y Malecón 2000

Tipo.- Comercial y Turística

Clase.- Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 110 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80Mbit/s

30* 0,384 = 11,52 Mbit/s

40* 0,144 =5,76 Mbit/s

Total = 97,28 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 98 %

Probabilidad de Bloqueo.- 1 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m (solo antena), 35 m desde el suelo

Frecuencias

Sector 24A:

Portadora 1: 2.021,25 MHz

Portadora 2: 2.023,75 MHz

Sector 24B:

Portadora 1: 1.886,25 MHZ

Portadora 2: 1.888,75 MHz

Sector 24C:

Portadora 1: 1.891,25 MHz

Portadora 2: 1.893,75 MHz

NODO B # 25

Ubicación.- Av Olmedo

Comentario

Alto tráfico por ser una zona de muy alta actividad comercial. Microcelda de gran capacidad.

ENTRADAS

Cobertura

Zonas.- Parroquias Olmedo, Bolívar, Rocafuerte, Bahías y Malecón 2000

Tipo.- Comercial y Turistica

Clase.- Densamente Urbana

Tráfico

Tasa de transmisión máxima.- 2 Mbit/s

Numero de usuarios estimados.- 130 en total.

Tráfico Estimado.-

40* 2 Mbit/s = 80 Mbit/s

50* 0,384 = 19,2 Mbit/s

40* 0,144 =5,76 Mbit/s

Total = 104.96 Mbit/s

Calidad de Servicio

Grado de Servicio.- 98 %

Probabilidad de Bloqueo.- 1 %

PROCESO

Tipo de celda.- Microcelda

Configuración.- Tres sectores

Radio por sector.- 0,5 Km

Área de la celda.- 1,95 km2

Número de Portadoras por Sector.- 2

Duplexación.- TDD 1,28 Mcps

Potencia de transmisión.- 5 W por portadora

Altura Antena.- 15 m (solo antena), 50 m desde el suelo

Frecuencias

Sector 25A:

Portadora 1: 1.896,25 MHz

Portadora 2: 1.898,75 MHz

Sector 25B:

Portadora 1: 1.901,25 MHZ

Portadora 2: 1.903,75 MHz

Sector 25C:

Portadora 1: 1.906,25 MHz

Portadora 2: 1.908,75 MHz

RNC #6

Ubicación.- Nodo B #23

Comentario

El RNC de mayor manejo de información en la Red básicamente por que esta en el Centro de la Ciudad y sus Nodos asociados son de gran capacidad, el equipo debe ajustarse a dichos requerimientos.

Gestión

Numero de Nodos B a Manejar.- 3

Nodos B operados.- Nodo B #23, Nodo B #24 y Nodo B #25

Tráfico

Nodo B #23 = 146,4 Mbit/s

Nodo B #24 = 97,28 Mbit/s

Nodo B #25 = 104,96 Mbit/s

Trafico Total = Trafico Total de Nodos B + Trafico de Señalización = 351,64 Mbit/s

IUB's

IUB23 = 146,4 + 1 = 147,4 Mbit/s

IUB24 = 97,28 + 1 = 98,28 Mbit/s

IUB25 = 104,96 + 1 = 105,96 Mbit/s

IU

IU6 = IUB23 + IUB24 + IUB25 = 351,64 Mbit/s

IUR's

Comentario

El dimensionamiento de IUR's se lo determinó por medio de un análisis de posibles tráficos que se darían dentro de la plataforma, considerando el tráfico

máximo entre los RNS y la demanda interna. La siguiente tabla XI, viene relacionada con la tabla X y nos muestra dichos valores:

RNS	1	2	3	4	5	6
1	-	100 Mbps	100 Mbps	200 Mbps	150 Mbps	200 Mbps
2	-	-	100 Mbps	250 Mbps	200 Mbps	250 Mbps
3	-	-	-	220 Mbps	200 Mbps	220 Mbps
4	-	-	-	-	220 Mbps	300 Mbps
5	-	-	-	-	-	250 Mbps
6	-	-	-	-	-	-

TABLA XI. Valores de los IUR's para la UTRAN de Guayaquil

U - MSC

Tráfico Conmutado Máximo = IU1 + IU2 + IU3 + IU4 + IU5 + IU6 =

Tráfico Conmutado Máximo = 245,36 + 309,2 + 276,8 + 599,28 + 284,08 + 351,64 =

Tráfico Conmutado Máximo = 2066,36 Mbit/s

CAPITULO VI

EQUIPOS Y COMPONENTES PARA LA RED DE GUAYAQUIL

6.1. TIPO DE ANTENA

Entre las mejores soluciones que se puedan ajustar a nuestro diseño del sistema UTRAN inmerso en el UMTS, dentro de la cuidad de Guayaquil, en lo que tiene que ver con las antenas, creemos conveniente que se lo debe implementar ajustado a las siguientes características, tanto técnicas, funcionalidad y de factibilidad. Dichas características serán:

PARAMETROS	VALOR
Frecuencia	1900 - 2170 MHz
Ancho del Haz Horizontal	65°
Ancho del Haz Vertical	6.8°
Ganancia	18dBi
Limite máximo de supresión de lóbulos laterales	< 16 dB
Manejo de potencia	200 Vatios
Conector	7/16" DIN
Dimensiones aproximadas (LxAxP)	1315 mm x 142 mm x 43 mm
Velocidad del viento de sostenimiento	45 m/s (160 Km/h)
Peso	De 4 Kg a 6 Kg
Rango de temperatura	- 40°C to + 70°C

TABLA XII. Especificaciones técnicas de las antenas de los Nodos B para Guayaquil.

Se debe acotar que estas antenas deben ser ajustables para sitios macro de baja densidad, asi como micro de alta densidad, especialmente para el casco urbano de la ciudad, el manejo de la supresión de lóbulos laterales es muy importante para evitar la dispersión de la señal y un consumo de potencia innecesaria. Además la ganancia proporcionada debe ser ajustada para una polarización vertical, que seria la mas conveniente para la ciudad. Un modelo podría ser ve en la FIG 6.1.

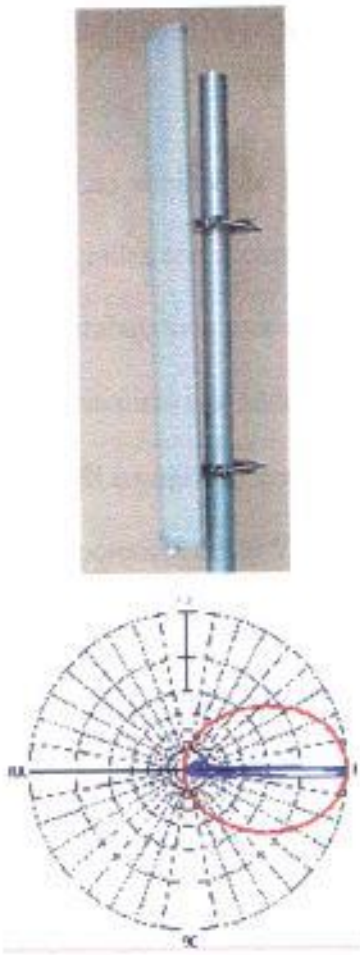


FIGURA 6.1. Fotografia y patrón de radiación de una posible antena para la UTRAN de Guayaquil

6.2 DESCRIPCION DEL NODO B

El Nodo B sera nuestro elemento de mayoe despliegue tanto en numero como en despliegue dentro de nuestra red UTRAN, para ello debemos presentar las caracteristicas que debe poseer para nuestro diseño, asi como las especificaciones tecnicas aproximadas que mejor se ajusten al terreno.

6.2.1. CARACTERISTICAS

- Las cabinas de los equipos deberan manejar 3 sectores, ya que nuestras celdas son sectorizadas y no del tipo omnidireccional, eso es debido a que trabajamos ena areas urbanas de alta densidad, como el casco central y sectores aledaños al aeropuerto.
- El equipo debera soportar en cada sector un total de 2 portadoras, con una potencia de 20 Vatios por portadora y que tenga diversidad de transmisión. En total seran 3 sectores 6 portadoras.
- Las perdidas por cables y conexiones deberan ser reducidas.
- El desvanecimiento de la señal sera bajo por la diversidad de transmision, optimizando la señal de radio en el Downlink.
- El Control de potencia será adaptable en el equipo, dependiendo de las cirscuntancias, dando la apariencia de un equipo inteligente.
- Control del handover suave entre los secores del Nodo B.

- Establecimiento y finalización tanto de la interfase de radio del usuario, como de la señal de control con el RNC.
- Capacidad de almacenamiento de datos para estadisticas y evaluacion de los equipos.
- Opción para expansión de acuerdo a los requerimientos de capacidad.

6.2.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

Las especificaciones en el área técnica de nuestros equipos que haran de Nodo B deben ser ajustables para ambientes externos, llamese peatones o vehiculos y para ambientes internos como hogares, oficinas o industrias, es asi que a continuación mostramos los parámetros más importantes para dimensionar un Nodo B en ambas zonas.

PARAMETROS	Configuración Interna	Configuración Externa
Dimensión de la cabina (L x A x P)	1880 x 600 x 600 mm	1880 x 750 x 700 mm
Dimensiones máximas de instalación	1886 x 600 x 600 mm	1886 x 750 x 930 mm
Peso máximo	373 kg	479 kg
Fuente de poder externo	-48VDC o +24VDC y 240VAC	-48VDC o +24VDC y 240VAC
Consumo de potencia promedio	3S/2C, 20W por portadora por sector 1.1 kw 1.5 kw	3S/2C, 40W por portadora por sector 5.0 kw 5.4 kw
Consumo máximo de potencia	6.7 kw	7.2 kw
Especificaciones ambientales	-5°C hasta +45°C	-45°C hasta +45°C

TABLA XIII. Especificaciones Técnicas de los Nodos B para Guayaquil

Una vista de cómo luciría los Nodos B de nuestra Red ya sea para aplicaciones Macro, Micro o Pico, dependiendo del caso, se muestra en la FIG 6.2.

FIGURA 6.2. Fotografía de posibles soluciones para Nodos B en Guayaquil

6.3. DESCRIPCION DEL RNC

Los RNC's deben cumplir las siguientes condiciones:

- Conexión de enlace con los Nodos B y MSC.
- Manejo de la señal de control desde el Node-B, MSC
- Control de conexión de llamada con las estaciones móviles.
- Control de diversidad hand-over.
- Recolección y estadísticas de trafico de datos.
- Manejo de recursos de la red de radio.

- Concentración de Nodos B.

6.3.1. CARACTERISTICAS

- El RNC que vamos a utilizar debera soportar una tasa de 310 Mbps.
- Conectando RNC's en cascada se podra soportar hasta una tasa de 620 Mbps.
- El RNC que soporte transferencia en modo paquete de 64 Kbps hasta 384 Kbps, llegando hasta un maximo de 2 Mbps.
- El RNC debera manejar hasta 5 Nodos B, de acuerdo a nuestro diseño.

6.3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS

PARAMETROS	VALOR
Dimensión de la cabina (L x A x P)	200 x 600 x 600 mm
Peso típico	290 Kg
Requerimientos de potencia	40.5V DC to -57.0V DC
Consumo de potencia máximo	2.5 a -48V DC
Fuente de poder externo	-48VDC o +24VDC y 240VAC
Temperatura de operación	-5°C hasta +45°C

Tabla XIV. Especificaciones Técnicas del RNC

6.4. DESCRIPCION U-MSC

El U-MSC o conocido como MSC para sistemas UMTS de SIEMENS, este es una integración de los nodos de 3ra generación SGSN y MSC/VLR que proveerá servicios de conmutación tanto de paquetes como de circuitos. Este proveerá acceso al RNC. Las redes centrales deberan estar basadas en plataformas ISDN , ATM e IP utilizadas por UMTS.

6.5. TERMINALES DE TERCERA GENERACION

Los dispositivos que utilizaremos para tener acceso a los servicios 3G dentro de un sistema UTRAN van a ser absolutamente diferentes de los teléfonos que utilizamos hoy. Estos teléfonos móviles tendrá pantallas más grandes para visualizar por ejemplo: gráficos, los clips video o la cara de la persona a quien estamos hablando.

Además se usaran smartphones y comunicadores más pequeños que combinen funciones de PDA-style con servicios de la voz. Los usuarios puede poseer diversas terminales para diversas aplicaciones y la tecnología móvil se integrará dentro de otros dispositivos, tales como coches, las aplicaciones domésticas " elegantes " y sistemas de seguridad.

6.5.1 TIPOS DE TERMINALES

Los terminales o equipos del usuario, dentro nuestra Red UTRAN para la ciudad de Guayaquil, debe tener las características de dispositivos de tercera generación, es decir que presente funcionalidades no solo para los comunes servicios de voz, sino para ser participe de una multiplataforma, es decir que a través de estos dispositivos los usuarios puedan accesar a todo tipo de servicios en telecomunicaciones.

Creemos que los terminales más factibles para la ciudad podrán ser de los siguientes tipos:

- ***Terminales Multifunción*** .- Serán terminales que como una opción natural, luego de la implementación de un posible sistema GSM en la ciudad , deberán ajustarse al sistema UMTS, debido a que manejan el mismo WAP, a través de ellos se podrán conectar accesorios como camara digitales para envio de imágenes o teclados para envio de texto.
- ***Multimedia móvil*** .- El terminal móvil multimedia será la mejor solución para un ambiente de negocios ya que tendrá características de nodos empresariales, posibilitará acceso de datos a traves de una intranet inalámbrica. Tendrá una capacidad de memoria mayor para

descargas de archivos y navegación, así como códigos de protección encriptados para seguridad.

- ***Módem 3G.***- Será una visión futurista dentro de la Red, cualquier usuario móvil, llámese peaton, motociclista o incluso ciclistas podrán hacer transmisiones a tiempo real de imágenes o transferir información mientras pasean.
- ***Terminal audiocéntrico.***- serán terminales de última generación, mediante el cual la voz será convertidad a texto, mientras que el texto en voz, será ideal para personas que no puedan disponer de sus manos.
- ***Módulos.***- Los módulos se diseñan especialmente para las aplicaciones de la máquina a máquina tales como máquinas de venta, contadores de estacionamiento, sistema de alarma y de vigilancia, comunicaciones del vehiculo para el envio y localización, etc.

6.5.2 PROTOTIPOS DE TERMINALES

Mostraremos fotografias de posibles terminales para nuestra Red, ver FIG 6.3, FIG 6.4 y FIG 6.5, es necesario mencionar que debido al reciente impulso del sistema UMTS a nivel mundial, aún las diferentes compañias internacionales de telecomunicaciones, especialmente las europeas, se encuentran buscando los terminales más adecuados que se ajusten a las nesecidades del usuario y a la factibilidad del costo.

Debemos acotar que el costo de dichos terminales en la actualidad es muy alto, pero se espera que en los próximos 5 años se reduzcan considerablemente con la apertura cada vez mayor de los mercados mundiales. Siendo que, en un futuro cercano la ciudad podrá asimilar una mayor cantidad de clientes y costos más favorables a medida que se despliegue la Red.

FIGURA 6.3. Terminales Multifunción

FIGURA 6.4. Móvil Multimedia

FIGURA 6.5. Terminal Audiocéntrico

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Nuestras conclusiones serán:

- En vista del crecimiento de las radiocomunicaciones en las últimas décadas y de la introducción de nuevas tecnologías, ha llegado el momento de desarrollar una perspectiva mas clara de lo que serán los servicios y sistemas de radio del sistema de Tercera Generación. Esta visión deberá explotar dos enfoques complementarios uno centrado en la red, y el otro en el usuario.
- El interfuncionamiento entre redes de acceso que utilizan versiones mejoradas de las tecnologías que actualmente se utilizan para la difusión, las comunicaciones celulares y las comunicaciones a corta distancia se va a constituir en una primera solución satisfactoria para los servicios de Tercera Generación.
- Con el espectro radio que es un recurso natural único y compartido por una amplia variedad de servicios. A diferencia de otros muchos recursos naturales, puede ser usado repetidamente, cuyo espectro puede acomodarse a un numero limitado de usuarios simultáneos. Esta restricción requerirá una cuidadosa planificación y gestión para maximizar su valor para todos los servicios. Para lo cual deberá optimizarse el espectro de radio para las aplicaciones universales futuras. Por los tanto, debe prestarse una considerable atención al

espectro para los sistemas móviles 3G con el fin de suministrar servicios universales.

- La introducción del sistema IMT2000 cubrirá la demanda de los usuarios porque se caracteriza por las elevadas velocidades y tiene potencial para la integración de voz, datos y vídeo.
- El despliegue de una Red de Tercera Generación en Guayaquil, deberá ser *acompañada de una revolución de las Telecomunicaciones en la ciudad con la* implementación de una multiplataforma de servicios para la integración inalámbrica de ellos.
- El estándar UMTS europeo, constituye la solución más viable para Guayaquil, por la tendencia de los operadores celulares actuales hacia su predecesor GSM, lo que facilitaría su desarrollo en un futuro.
- Los equipos y terminales podrán ajustarse a las conveniencias del sistema y siempre deberán obedecer a las condiciones del mercado dentro de la ciudad.

Nuestras recomendaciones serán:

- Para rentabilizar al máximo las inversiones en los sistemas móviles actualmente en servicio o que se introducirán antes que IMT–2000 (sistemas pre IMT–2000), por ejemplo, PCS, es conveniente determinar cómo pueden evolucionar hacia IMT-2000. Esto facilitaría también la introducción del

propio IMT-2000 y permitiría reutilizar en mayor medida la infraestructura de la red, los conceptos de sistema y/o las tecnologías.

- El uso de duplexación TDD a 3..... MCPS es más conveniente que el de FDD debido a que aprovecha en mejor forma el espectro de frecuencias conduciendo mayor tráfico en un menor ancho de banda.

BIBLIOGRAFIA

1 ALCATEL, Revista de Telecomunicaciones, Alcatel, Paris, Primer Semestre del 2001

2 ALCATEL, Revista Latinoamericana de Telecomunicaciones, Alcatel, Madrid, Primer Semestre de 1999

3 COMPUWORLD, El desarrollo de las Telecomunicaciones en el Ecuador, Guayaquil, 2000

4 CORNEJO, ESPINOZA Y PERGUACHI, Alternativas Tecnológicas para la Red de Acceso, Proyecto de tópicos especiales, ESPOL, Guayaquil, 1998

5 FREEMAN, Ingeniería de Sistemas de Telecomunicaciones, Limusa, México, 1997

6 MOLINEROS, Apuntes del Tópico de Telecomunicaciones Modernas, Guayaquil, 2000

7 PASTUIZACA, Telefonía Inalámbrica, Proyecto de tópicos especiales, ESPOL, Guayaquil, 1998

8 RAMOS, Apuntes de Comunicaciones Inalámbricas, Guayaquil, 1999

9 RCT, Revista Colombiana de Telecomunicaciones, Bogota, Primer Semestre de 1998

INTERNET

1 Empresas de Telecomunicaciones del Ecuador

- http://www.tvcable.com.ec
- http://www.pacifictel.net
- http://www.bellsouth.com.ec

- http://www.porta.net

2 Estándares 3 G

- http://ftp.tiaonline.org/uwc136/
- http://www.imt-2000.com
- http://www.the3gportal.com
- http://www.umts-forum.org
- http://www.umtsforum.net
- http://www.umts-dp.com
- http://www.3g-generation.com

3 Gobierno

- http://www.conatel.gov.ec
- http://www.supertel.gov.ec

4 Organizaciones de Telecomunicaciones Mundiales

- http://www.etsi.org
- http://www.fcc.org
- http://www.fcc.gov
- http://www.cdg.org
- http://www.uwcc.org
- http://www.3gpp.org
- http://www.itu.int/imt

5 Soluciones de Tecnología 3 G

- http://www.alcatel.com
- http://www.lucent.com
- http://www.ericsson.com
- http://www.mobilecomms-technology.com
- http://www.ic.siemens.com/mobile/umtscap/
- http://www.nortelnetworks.com /solutions/
- http://www.racal-antennas.com
- http://www.european-antennas.co.uk
- http://www.nokia.com/networks/mobile/