



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

**SERVICIOS MULTIMEDIA DE TERCERA  
GENERACIÓN DE TELEFONÍA MÓVIL  
CON EL ESTÁNDAR UMTS**

**JULIO CÉSAR ESCOBAR DE LEÓN**

**ASESORADO POR: ING. HERBERT ALFONSO SOLÓRZANO**

**GUATEMALA, JULIO DE 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SERVICIOS MULTIMEDIA DE TERCERA  
GENERACIÓN DE TELEFONÍA MÓVIL  
CON EL ESTÁNDAR UMTS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JULIO CÉSAR ESCOBAR DE LEÓN**  
ASESORADO POR: ING. HERBERT ALFONSO SOLÓRZANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Perez Turk
EXAMINADOR	Ing. Jorge Armín Mazariegos
EXAMINADOR	Ing. Luis Alberto Vettorazzi España
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **SERVICIOS MULTIMEDIA DE TERCERA GENERACIÓN DE TELEFONÍA MÓVIL CON EL ESTÁNDAR UMTS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha julio de 2004.

Julio César Escobar de León

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios**

Por darme la voluntad para alcanzar todas mis metas y la fortaleza para ser perseverante, a ti padre santo te dedico este logro.

### **A mis padres**

Por todo el esfuerzo, amor y dedicación que me han brindado y por los valores y principios que me inculcaron con su ejemplo, a ustedes les dedico este triunfo.

### **A mis hermanos**

Irma Natalia, Sandra Patricia, Mayté, Alma, Norma, Oscar, Mynor Alexander, Mitzy Yolanda, Oscar Renato, Karina Lisbeth, Mishel Marta Yolanda y Krisna Delyanira, por siempre estar allí rodeándome con su magia y su fortaleza, yo sólo soy tan fuerte como lo son todos ustedes.

### **A mis amigos**

Porque han hecho de mi paso por la Universidad algo memorable, cada persona que conocí me ha dejado un mensaje en el alma, y por tanto les dedico a todos ellos este triunfo, reconozco que el camino fue difícil, pero caminarlo fue mucho mas placentero junto a ustedes.

***“El éxito no es si lo logré, el éxito es si están ustedes conmigo para compartirlo”***

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor, Ing. Herbert Alfonso Solórzano, por brindarme su ayuda y consejos durante la realización de mi trabajo de graduación.

A mi revisor, Ing. Edgar Santos, por su ayuda y apoyo en la realización de mi trabajo de graduación.

A las personas que ayudaron a estudiar para mi examen general privado, porque sin ese logro, este no sería palpable.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO.....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. TELEFONÍA CELULAR .....	1
1.1 Radiotelefonía móvil pública (telefonía celular).....	1
1.1.1 Reutilización de frecuencias .....	1
1.1.2 Redimensionamiento celular.....	2
1.2 Breve historia de la telefonía celular .....	3
1.3 Las generaciones de la telefonía inalámbrica .....	4
1.3.1 Primera generación (1G) .....	4
1.3.2 Segunda generación (2G).....	4
1.3.3 Generación 2.5G .....	5
1.3.4 Tercera generación (3G).....	5
1.3.5 Cuarta generación (4G) .....	6
1.4 Tecnologías de acceso celular.....	8
1.4.1 Tecnología FDMA.....	8
1.4.2 Tecnología TDMA.....	9
1.4.3 Tecnología CDMA .....	9
2. 3G Y UMTS .....	11
2.1 Utilización de 3G .....	11
2.1.1 Dispositivo personal.....	11

2.1.2 Herramienta de negocios .....	11
2.1.3 Objeto de ocio .....	12
2.1.4 Características de seguridad 3G .....	12
2.1.4.1 WAP .....	12
2.1.5 Prestaciones 3G.....	13
2.1.6 Mayor velocidad y mejores servicios con 3G .....	14
2.2 ¿Qué significa UMTS? .....	16
2.2.1 ¿Por qué un nuevo sistema para 3G?.....	16
2.2.2 El sistema multimedia.....	17
2.2.3 El camino hacia el UMTS .....	19
2.2.4 ¿Que es UMTS?.....	21
2.2.5 UMTS como sistema de comunicación .....	22
2.3 Tecnologías y estándares de 3G .....	23
2.3.1 ARIB ( <i>Association of radio industries and businesses</i> ) Asociación de industrias y empresas de radio.....	23
2.3.2 IMT-2000 ( <i>International Mobile Telecommunication 2000</i> ) telecomunicaciones móviles internacionales 2000 .....	23
2.3.3 EDGE ( <i>Enhanced Data Rates for Global Evolution</i> ).....	24
2.3.4 UMTS ( <i>Universal Mobile Telecommunication System</i> ).....	24
2.3.5 CDMA 2000 1x EV .....	25
2.3.6 CDMA one.....	26
2.4 ¿Por qué UMTS para 3G y no otro? .....	26
2.5 Evolución de las tecnologías con UMTS.....	28
2.5.1 Acceso radioeléctrico .....	28
2.5.2 Tecnologías de la información.....	29
2.5.3 Transmisión.....	30
2.5.4 Terminales.....	30
2.5.5 Creación de servicios .....	30
2.5.6 Manejo de la movilidad.....	30

2.6 El foro UMTS.....	31
3. Arquitectura UMTS .....	35
3.1 Elementos de UMTS .....	35
3.1.1 Equipo de usuario (UE).....	38
3.1.2 Interfaz Uu .....	38
3.1.3 Red de acceso a radio UMTS (UTRAN) .....	39
3.1.4 RNC ( <i>Radio Network Controller</i> ).....	40
3.1.5 Nodo B.....	41
3.1.6 Interfaz Iu.....	41
3.1.7 Interfaz Iur.....	42
3.1.8 Red central o <i>Core Network</i> .....	42
3.1.9 MSC ( <i>Mobile Switching Center</i> ).....	43
3.1.10 SGSN ( <i>Serving GPRS Support Node</i> ).....	43
3.2 Protocolos UTRAN .....	44
3.3 Calidad de servicio en UMTS .....	47
3.4 Tipos de tráfico en UMTS.....	49
3.4.1 Conversacional. ....	49
3.4.2 <i>Streaming</i> (afuente). ....	49
3.4.3 Interactivo. ....	50
3.4.4 Background (diferible).....	50
3.5 Dimensionado de UTRAN .....	51
3.5.1 Carga de tráfico .....	52
3.5.2 Modelos de tráfico .....	53
3.5.2.1 Nivel de sesión.....	54
3.5.2.2 Nivel de ráfaga.....	55
3.5.2.3 Nivel de paquete.....	55
3.6 Parámetros de QoS.....	57
4. TECNOLOGÍA DE ACCESO AL MEDIO DE UMTS (WCDMA).....	59
4.1 Introducción a WCDMA.....	59

4.1.1 Spreading .....	60
4.1.2 Técnicas de modulación de espectro extendido.....	62
4.1.2.1 Códigos de extendido .....	62
4.1.2.2 Códigos ortogonales.....	63
4.1.2.3 Códigos de seudos ruido .....	64
4.1.2.4 Códigos de canalización.....	66
4.1.2.5 Códigos de revoltura .....	66
4.1.2.6 Códigos de sincronización.....	67
4.1.3 Extendido en UTRAN .....	68
4.1.4 Modulación de los datos .....	68
4.1.5 Modulación y consumo de energía.....	70
4.1.6 Codificación del canal en UTRAN .....	71
4.2 Descripción detallada de WCDMA.....	71
4.3 Capa física de WCDMA .....	74
4.3.1 Funciones de la capa física .....	75
4.4 Canales en WCDMA.....	75
4.5 Capa MAC ( <i>Médium Access Control</i> ) .....	76
4.5.1 Servicios de la capa MAC .....	76
4.5.2 Funciones de la capa MAC .....	77
4.6 Capa RLC ( <i>Radio Link Control</i> ) .....	78
4.6.1 Servicios de la capa RLC .....	79
4.6.2 Funciones de la capa MAC .....	79
4.7 Capa RRC ( <i>Radio Resource Control</i> ) .....	80
4.7.1 Servicios de la capa RRC.....	80
4.7.2 Funciones de la capa RRC.....	81
5. SERVICIOS DE UMTS.....	83
5.1 Prestaciones de UMTS .....	84
5.2 Servicios de voz.....	86
5.2.1 Servicios de audio y video.....	88

5.2.2 Descarga de imágenes .....	89
5.2.3 Difusión de radio y televisión .....	89
5.2.4 Juegos .....	90
5.2.5 Mensajería multimedia.....	90
5.2.6 Acceso a internet .....	91
5.2.7 Charla ( <i>chat</i> ) .....	91
5.2.8 Servicios de información.....	92
5.2.9 Teleenseñanza .....	92
5.2.10 Transacciones electrónicas .....	93
5.2.11 Banca móvil .....	94
5.2.12 Medios de pago .....	95
5.2.13 Servicios de gestión de información personal.....	96
5.2.14 Servicios orientados a empresas .....	97
5.2.15 Servicios de telemando, tele media y telecontrol .....	98
5.2.16 Control de flotas.....	98
5.3 Capacidades de los servicios en UMTS .....	99
5.3.1 Velocidades de transmisión elevadas.....	99
5.3.2 Red de conmutación de paquetes para servicios (IP) .....	99
5.3.3 Siempre conectado ( <i>always on</i> ).....	100
5.3.4 Entornos avanzados de ejecución en terminales (MExE).....	100
5.3.5 Nuevas técnicas de codificación de la voz (AMR, VoIP).....	101
5.3.6 Nuevos tipos de señalización en la red.....	101
5.3.7 Nuevas características de los servicios .....	102
5.3.7.1 Facturación por tráfico .....	102
5.3.7.2 Servicios de localización LCS ( <i>Location Services</i> ) .....	103
5.3.7.3 Arquitectura de servicios abierta ( <i>OSA Open Service Architecture</i> ) ....	103
5.3.7.4 Característica sígueme ( <i>follow me</i> o FM) .....	103
5.4 Necesidades tecnológicas.....	104
5.4.1 Voz XML ( <i>Voice XML</i> ).....	104

5.4.2 Grupo de gramática ( <i>speech grammars group</i> ).....	105
5.4.3 Grupo de diálogos de voz ( <i>voice dialogs group</i> ) .....	105
5.4.4 Grupo de síntesis del habla ( <i>speech synthesis group</i> ) .....	105
5.4.5 Grupo de pronunciación ( <i>pronuntiation lexicon group</i> ) .....	105
5.4.6 Grupo de control de llamadas ( <i>call control group</i> ) .....	106
5.4.7 Grupos de sistemas multimodo ( <i>Multimodal systems group</i> ) .....	106
5.4.8 Grupo de componentes de diálogo reutilizable ( <i>Reusable dialog components group</i> ) .....	106
5.5 Dispositivos para acceso a 3G.....	106
5.5.1 Equipos de tercera generación.....	106
5.5.2 Equipos que permiten el uso de tecnología WAP .....	111
5.5.3 Precios en el mercado.....	112
6. ACTUALIDAD DE UMTS.....	115
6.1 Estadísticas de UMTS.....	116
6.1.1 Escenario de desarrollo de 3G .....	116
6.1.2 Evolución del mercado de UMTS .....	118
6.1.2.1 Internet móvil en 3G .....	118
6.1.2.2 Prestaciones multimedia.....	120
6.1.2.3 Aplicaciones de comercio con UMTS .....	121
6.1.3 Proyecciones de demanda para UMTS.....	123
6.2 Países donde UMTS ya trabaja .....	125
6.2.1 Caso Europa .....	125
6.2.2 Caso Japón .....	127
6.2.3 Caso Latinoamérica.....	127
6.3 Puntos a favor para UMTS.....	129
6.3.1 Inversión.....	129
6.3.2 Estreno .....	129
6.3.3 Cobertura .....	130
6.3.4 Antenas .....	130

6.3.5 Velocidad .....	130
6.3.6 Precio.....	131
6.3.7 Terminales .....	131
6.3.8 Usuarios.....	132
6.4 UMTS en Guatemala.....	132
6.4.1 Bellsouth Guatemala.....	132
6.4.2 Telefónica, Comcel y PCS .....	133
6.4.3 Recomendaciones para una buena implementación .....	134
CONCLUSIONES .....	136
RECOMENDACIONES.....	139
BIBLIOGRAFÍA.....	141



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ejemplo de reutilización de frecuencias	2
2	Generaciones de telefonía	7
3	Posible evolución de estándares	17
4	Escenarios de mercado del UMTS	18
5	Distintas tecnologías y sus características	18
6	El camino hacia el sistema UMTS.	20
7	Estructura básica de UMTS	35
8	Arquitectura de conexión en UMTS	35
9	Red de UMTS	37
10	Interconexión entre elementos de UTRAN y CN	39
11	Arquitectura de protocolos UTRAN.	45
12	Protocolos involucrados en el plano de usuario	46
13	Funcionamiento del protocolo AAL2	47
14	Soporte de QoS en UMTS	48
15	Tipos de tráfico en UMTS	51
16	Niveles de tráfico	55
17	Proceso de extendido	61
18	Arquitectura de WCDMA	73
19	Arquitectura de la capa RLC	78
20	UMTS como intermediario de servicios 3G	86
21	UMTS y servicios de voz	88
22	UMTS en teleenseñanza	93
23	UMTS en banca móvil	95

24	UMTS en información personalizada	97
25	Modelos WAP de SONY	111
26	Modelos WAP de ERICCSO	111
27	UMTS e internet móvil	119
28	Preferencias multimedia de usuarios	120
29	Preferencias multimedia según empresa strategy analytics	121
30	Aplicaciones comercio móvil (M-commerce)	122
31	Fuentes de negocio actual	124
32	Nuevo modelo de negocio	124
33	Evolución de las tecnologías de telefonía móvil	133

## TABLAS

I	Posibles valores para tráfico	56
II	Resumen de los códigos usados en WCDMA	67
III	Equipos de 3G	107
IV	Valores hasta marzo del 2005 (www.amazon.com)	113
V	Reparto de usuarios 3G	117
VI	Evolución de usuarios de 3G	117
VII	Evolución de UMTS	118
VIII	Ancho de banda	119
IX	Prestaciones multimedia	120
X	Evolución del mercado de acceso a datos	122
XI	Crecimiento de usuarios en latinoamérica	128
XII	Cientes telefónica Guatemala	134

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>AMPS</b>	<i>American Mobile Phone System</i>
<b>ARIB</b>	<i>Association of Radio Industries and Businesses (Asociación de industrias y empresas de radio)</i>
<b>BSC</b>	<i>Base Station Controller</i>
<b>BTS</b>	<i>Base Station Transceiver</i>
<b>CAMEL</b>	<i>Customized Applications Mobile Enhanced Logic</i>
<b>CDMA</b>	<i>Code Division Multiple Access</i>
<b>CTM</b>	<i>Cordless Telephone Mobility</i>
<b>D-AMPS</b>	<i>Digital AMPS</i>
<b>DCS</b>	<i>Digital Communications System</i>
<b>DECT</b>	<i>Digital Enhanced Cordless Telephone</i>
<b>DQPSK</b>	<i>Differential Quadrature Phase Shift Keying</i>
<b>EDGE</b>	<i>Enhanced Data Rates for Global Evolution</i>
<b>ERMES</b>	<i>European Radio Messaging System</i>
<b>ETSI</b>	<i>European Telecommunications Standard Institute</i>
<b>FDD</b>	<i>Frequency Division Duplex</i>
<b>FDMA</b>	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
<b>GFSK</b>	<i>Gaussian Frequency Shift Keying</i>
<b>GPRS</b>	<i>General Packet Radio Service</i>
<b>GSM</b>	<i>Global System for Mobile communications</i>
<b>HLR</b>	<i>Home Location Register</i>
<b>HSCSD</b>	<i>High Speed Circuit Switched</i>
<b>IMT-2000</b>	<i>International Mobile Telecommunication 2000</i>
<b>IN</b>	<i>Intelligent Network</i>

<b>Kbps</b>	Kilobit per second (1024 bits por segundo)
<b>LAN</b>	<i>Local Area Network</i>
<b>MAN</b>	<i>Metropolitan Area Network</i>
<b>Mbps</b>	Megabit per second (1048576 bits por segundo)
<b>MSC</b>	<i>Mobile Switching Center</i>
<b>NMT</b>	<i>Nordic Mobile Telephone</i>
<b>ODP</b>	<i>Open Distributed Processes</i>
<b>PACS</b>	<i>Personal Advanced Comunication Systems</i>
<b>PCS</b>	<i>Personal Communication Services</i>
<b>PDC</b>	<i>Personal Digital Communications</i>
<b>QoS</b>	<i>Quality of Service</i>
<b>QPSK</b>	<i>Quadrature Phase Shift Keying</i>
<b>RDSI</b>	Red Digital de Servicios Integrados
<b>RI</b>	Red Inteligente (IN)
<b>SIBB</b>	<i>Service Independent Building Blocks</i>
<b>SIM</b>	<i>Subscriber Identity Module</i>
<b>SMS</b>	<i>Short Message Services</i>
<b>SOSS</b>	<i>Support of Specialiced Services</i>
<b>TACS</b>	<i>Total Access Communications System</i>
<b>TDD</b>	<i>Time Division Duplex</i>
<b>TDMA</b>	<i>Time Division Multiple Access</i>
<b>TINA</b>	<i>Telecommunications Information Network Architecture</i>
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications Systems</i>
<b>VLR</b>	<i>Visitor Location Register</i>
<b>WAN</b>	<i>Wide Area Network</i>
<b>WCDMA</b>	<i>Wideband Code division Multiple Access</i>
<b>WML</b>	<i>Wireless Markup Language (Lenguaje de marcación inalámbrico)</i>

## GLOSARIO

<b><i>Siempre Conectado (Always On)</i></b>	Característica de un sistema, de estar conectado las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
<b><i>Bluetooth</i></b>	Tecnología que permite una comunicación entre dispositivos (teléfonos móviles, PCs, PDAs, laptops, impresoras) sin que éstos estén unidos por cables. Estos dispositivos pueden estar separados por una distancia de hasta diez metros. Por ejemplo, permite realizar pagos de un teléfono móvil a una máquina expendedora.
<b>Celda</b>	Porción de área en que se divide el territorio de una célula.
<b>Célula</b>	Cada una de las áreas hexagonales en que se divide el territorio para cubrir a los usuarios del servicio de telefonía móvil.
<b>Charla (Chat)</b>	Hablar en tiempo real con otros usuarios de la red móvil presentes en el foro de reunión.

<b>Chip</b>	Se le llama a las partes pequeñas en que la operación de extendido (spreading) divide en ráfaga los datos originales.
<b>Dimensionamiento</b>	División de territorios o células de territorios, para formar el sistema celular que proveerá servicio a un grupo de usuarios de telefonía móvil.
<b>GPRS (<i>General Packet Radio Services, Servicios generales de paquetes por radio</i>)</b>	Sistema de telefonía móvil de generación 2.5 que complementa el sistema GSM, posibilitando una internet móvil de alta velocidad (115 Kb por segundo) y otras comunicaciones de datos. GPRS permite una conexión inmediata (" <i>always on</i> ").
<b>GSM (<i>Global System for Mobile Communications, Sistema Global para Comunicaciones Móviles</i>)</b>	Conocido como tecnología de segunda generación. Sistema digital inalámbrico que utiliza banda estrecha y permite hasta ocho llamadas simultáneas en la misma frecuencia de radio.
<b>Itinerancia</b>	Llamado <i>Roaming</i> , término que describe el posible acceso a un móvil desde cualquier parte, dentro de un territorio demarcado.
<b>KB</b>	Abreviatura de Kilobyte, medida equivalente a 1024 bytes.

<b>MMS (<i>Multimedia Messaging Service, Servicio multimedia de mensajería</i>)</b>	Servicio de mensajería multimedia para teléfonos móviles. Permite enviar sonidos, datos e imágenes entre terminales celulares. Es la previsible evolución de los mensajes SMS.
<b>Multiplexar</b>	Enviar varias señales en una sola transmisión, para aumentar el número de canales de voz disponibles.
<b>Operadora</b>	Empresa de telefonía móvil. Actualmente existen tres operadoras con licencia GSM en Guatemala: Telefónica, Comcel y PCS.
<b>Protocolo de encriptación</b>	Reglas para transformar la información original en una equivalente por medio de algoritmos que protejan la misma. Su objetivo es la seguridad de la información.
<b>Ranura de tiempo</b>	Es la medida que consiste en campos que contiene bits. La longitud de una ranura de tiempo es de 2560 chips.
<b>Revoltura</b>	Se llama así a la segunda parte del proceso de extendido, donde actúan los códigos de pseudo ruido.
<b>Servicios de voz</b>	Servicio por excelencia que ofrece la operadora y que permite al usuario hablar y oír.

<b>SMS (<i>Short Message Service, Servicio de Mensajes Cortos</i>)</b>	Servicio de mensajería para teléfonos celulares. Permite enviar a un teléfono móvil un mensaje de hasta 160 caracteres. Este servicio fue lanzado inicialmente en Europa.
<b>Traspaso suave (<i>Soft HandOver</i>)</b>	Traspasos de la frecuencia de forma imperceptible para el usuario de un móvil
<b>Extendido (<i>Spreading</i>)</b>	Aumento del ancho de banda más allá del ancho de banda requerido por la señal
<b>Terminal</b>	Teléfono móvil o dispositivo móvil.
<b>UMTS</b>	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> o Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles. Estándar de telefonía móvil de tercera generación.
<b>Velocidad de chip</b>	Velocidad con que se transmiten los códigos de extendido en una transmisión con WCDMA.
<b>Videoconferencia</b>	Reunión a distancia entre dos o más personas que pueden verse y escucharse entre sí a través de la red mediante aplicaciones específicas.
<b>WAP (<i>Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas</i>)</b>	Wireless Application Protocol. Especificación que incluye un conjunto de protocolos que permiten las comunicaciones de datos sobre dispositivos inalámbricos.

## RESUMEN

En el presente trabajo se da a conocer la tecnología de tercera generación de telefonía móvil celular llamada UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*). Dicha tecnología se prevé como estándar en esta tercera generación o 3G. El trabajo se centra en los servicios que se pueden prestar con esta tecnología, pero sin dejar de lado la arquitectura y modo de funcionamiento de la misma, sus orígenes y su estado actual.

En el primer capítulo se habla un poco de los orígenes de la telefonía celular, no como lo haría un documento detallado de cada acontecimiento en su desarrollo, sino más bien, como una mera introducción a la telefonía 3G, iniciando con conceptos básicos, una breve historia y las distintas tecnologías que se utilizan para acceder a la señal que trae la información que el usuario final envía y recibe.

El segundo capítulo se introduce ya en el concepto de 3G; sus características como generación y mejoras respecto a las anteriores, amarrando la definición y características de UMTS, como representante de esta generación. Sin embargo, también se definen brevemente otras tecnologías utilizadas para tercera generación, comparando ventajas y desventajas de éstas con UMTS, y termina justificando el por que UMTS resulta más ventajosa en su desarrollo y en su madurez respecto de las otras.

El tercer capítulo abarca la arquitectura del sistema UMTS como tal, y explica el por que es compatible con sistemas anteriores tales como GSM y GPRS, AMPS y otros. Muestra los distintos elementos e interfaces del sistema explicando terminologías que cualquiera que desee entender UMTS debe saber. Además define la forma en que trata el tráfico de señales, y los parámetros de calidad de servicio que UMTS utiliza para garantizar calidad mejorada respecto de otras tecnologías.

En el cuarto capítulo se aborda el tema de WCDMA, que es la tecnología de acceso al medio que utiliza UMTS. Al igual que el capítulo anterior, habla de la arquitectura (pero ahora lógica) de esta tecnología, con las tres capas principales (Física, de acceso, de recursos) y sus funciones y servicios. Explica la forma en que esta tecnología trabaja para poder tener un conocimiento más que básico de la misma. Cualquier persona que conozca de tratamiento de señales o quiera adentrarse al mundo del tratamiento de señales para transmisión de datos, debería sentirse a gusto con este capítulo.

El quinto capítulo habla de los servicios que prestaría UMTS, no como los ve la empresa que los va a crear, ni como los define la especificación del sistema, sino como el usuario los percibiría desde su punto de vista de consumidor final. A pesar de este punto de vista, también se adentra en el por que estos servicios y prestaciones de UMTS son posibles, utilizando terminología que en este punto el usuario ya debe manejar correctamente. El entendimiento de por que los servicios, así como el conocimiento de las capacidades del sistema son sólo dos razones de por que este capítulo merece mayor atención. En la última parte de este capítulo se muestran algunos dispositivos ya existentes en el mercado para acceso a esta tecnología 3G, con sus especificaciones y características, así como precios actuales.

Por último, pero no menos importante, el capítulo seis abarca la actualidad del sistema UMTS, de cómo el mismo ha surgido como necesidad reflejada en el consumo.

El crecimiento del mercado de la telefonía móvil y la necesidad de servicios que incluyan las prestaciones que ofrece UMTS se ven reflejados en estudios estadísticos del comportamiento de este mercado. Luego se ve el estado de UMTS en diversos países de Europa, Asia y América. En un apartado especial se deja Guatemala, donde se refleja cómo esta tecnología podría surgir en nuestro país, en cuánto tiempo y bajo qué condiciones.

Finalmente, se anotan algunos puntos clave del desarrollo presente y futuro de UMTS a nivel mundial.

# OBJETIVOS

## General

Dar a conocer la tecnología de tercera generación de telefonía celular llamada UMTS, con énfasis en los beneficios y ventajas de ésta sobre otros similares y anteriores.

## Específicos

1. Conocer el origen y los antecedentes de UMTS, esto es, las tecnologías que le anteceden.
2. Establecer los principios básicos de la tecnología UMTS, lo cual incluye los protocolos, formas de transmisión y tratamiento de señales que realiza.
3. Conocer la arquitectura de la red UMTS y sus diferencias con infraestructuras previas.
4. Evaluar los servicios que actualmente se ofrecen con UMTS.
5. Conocer la importancia en el futuro de este sistema de telefonía y la capacidad de implementación en nuestro país (qué tan preparadas están las empresas Guatemaltecas para soportar esta tecnología).

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del trabajo de graduación "Servicios multimedia de tercera generación de telefonía móvil con el estándar UMTS", dará una perspectiva completa del sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), así como su necesidad en el mundo de las telecomunicaciones celulares móviles de tercera generación.

Los estándares de comunicaciones móviles celulares de hoy en día (Segunda Generación, GSM, CDMA, etc.) se sostienen con una tecnología carente de una infraestructura necesaria para soportar los servicios de transmisión de datos que serán la panacea del futuro. Es por esto que se hizo necesario el diseño y desarrollo de un sistema que no solo contenga esta infraestructura y soporte las nuevas prestaciones, sino que pueda ser un estándar aplicado a todo el mundo, para facilitación de las comunicaciones. Así, los operadores 2G, al convertirse a UMTS podrían estar en posibilidad de ofrecer un variado atractivo de servicios que le permita obtener la cuota suficiente para amortizar las inversiones necesarias en infraestructura y poder obtener beneficios económicos a un mínimo plazo posible.

Un mayor ancho de banda disponible en redes UMTS permite llevar hasta los usuarios finales, un contenido multimedia donde a un contenido de audio se le puede asociar uno de gráficos con resoluciones y calidad muy superior al de las terminales WAP actuales. Esta simple ventaja ejemplifica el horizonte nuevo que UMTS trae bajo el brazo, horizonte que se limitará solamente por la imaginación del usuario y las compañías operadoras del servicio.

UMTS representa un origen, una historia, así como una infraestructura y modularización que se pretende presentar en este trabajo. Además, para comprender cómo se logra mejorar la comunicación con UMTS, una breve perspectiva de la tecnología de acceso al medio que utiliza (WCDMA) será necesaria, para poder luego describir los servicios que se prestarán así como los equipos que nos ayudan a utilizarlos. Por último, se hará un estudio breve de cómo esta tecnología se está utilizando en países donde ya se implementó y si en Guatemala utilizará de la misma forma, un cuándo y cómo que nos ayudarán a conocer el futuro de la tecnología de tercera generación en nuestro país.

# **1. TELEFONÍA CELULAR**

## **1.1 Radiotelefonía móvil pública (telefonía celular)**

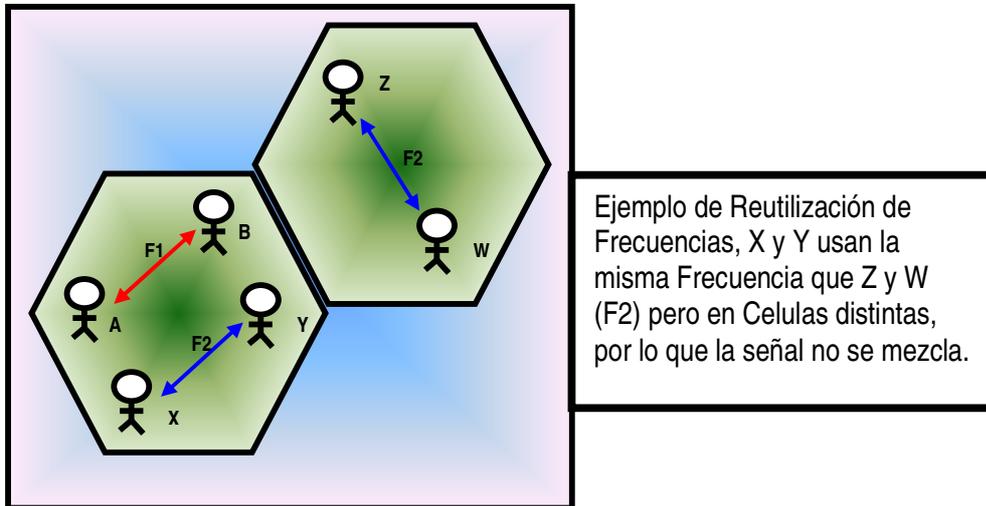
La radiotelefonía es la transmisión de voz utilizando en vez de un medio físico como un cable de cobre un medio inalámbrico como el aire, por medio de señales electromagnéticas que se propagan a una frecuencia dada. Se le denomina telefonía móvil puesto que tanto el emisor como el receptor están en movimiento mientras se realiza la conversación. Se le denomina telefonía celular puesto que se basa en dos principios básicos:

1. Reutilización de frecuencias
2. Dimensionamiento celular en áreas geográficas de forma de hexágonos, como una colmena de abeja

### **1.1.1 Reutilización de frecuencias**

Cada señal que se envía por medio de La reutilización de frecuencias se refiere a que la señal emitida a través del aire llevará una frecuencia distinta dependiendo de la célula en la que esté siendo utilizada, esto hace que puedan reutilizarse las frecuencias y con un mismo canal puedan comunicarse tantas personas como frecuencias se manejen en dichas células. Es decir, que una frecuencia no es propia de cada señal, y que mientras en una célula se utilice una frecuencia para una comunicación entre un emisor X y un receptor Y, en otra célula puede usarse la misma frecuencia entre un emisor Z y uno W, siempre que la señal no se mezcle, esto es, que la célula no sea la misma donde se comunican X –Y y Z-W.

**Figura 1: Ejemplo de reutilización de frecuencias**



Como consecuencia de una estructura celular, existe una sectorización, que implica que una misma estación con antenas directivas puede lograr triplicar el número de canales que normalmente se soportan en el sistema.

### 1.1.2 Redimensionamiento celular

Un sistema celular se forma al dividir el territorio en células, cada una atendida por una estación de radio que restringe su zona de cobertura a la misma.

- Un proveedor de servicio celular normalmente dispone de 832 radio frecuencias para utilizar en una ciudad.
- Cada teléfono celular utiliza dos frecuencias por llamada, una para hablar y una para escuchar. Por esto, existen normalmente 395 canales de voz por señal. (las 42 frecuencias restantes son utilizadas como canales de control).
- Por lo tanto, cada celda tiene alrededor de 56 canales de voz disponibles.

Además, si se toma en cuenta que la señal se puede enviar digitalmente y multiplexada, esto es, varias señales en una misma transmisión, ahora se puede triplicar el número de canales de voz disponibles. Por ejemplo el sistema TDMA que divide el acceso al canal por tiempos.

## **1.2 Breve historia de la telefonía celular**

En 1973 Martin Cooper, un trabajador de la empresa Motorola introdujo el primer radioteléfono, esto es, un teléfono que enviaba la voz a través de radiofrecuencia, sin necesidad de cables, tal y como se transmiten las ondas de radio. Y a partir de ese momento se desarrolló dicha tecnología, hasta que en 1979 se hizo comercial con sistemas que la compañía NTT creó en Japón.

En 1981, en los países del norte de Europa se introdujo un sistema celular mientras que en Estados Unidos en 1983 se empezó a operar el primer sistema celular en la ciudad de Chicago. A partir de entonces la telefonía celular se esparció como pólvora y se convirtió en una nueva opción inalámbrica para los usuarios del servicio telefónico convencional.

Dada la gran aceptación, al poco tiempo de haber comenzado el servicio se saturó de solicitudes, razón por la cual se tuvo que crear nuevas formas de acceder al canal convencional, de una forma múltiple sin perder la efectividad hasta ése entonces mostrada. De ahí que tuvo que decidirse por multiplexar de distintas formas la señal que se transmitía, además de transformar la señal de analógica a digital. Cada cambio significativo conllevó cambios en la tecnología a los cuales se les llama generaciones de telefonía celular.

## **1.3 Las generaciones de la telefonía inalámbrica**

### **1.3.1 Primera generación (1G)**

La primera generación de telefonía móvil inicia en 1979, entre sus características principales estaban:

- Tecnología analógica
- Estrictamente para voz
- Calidad pobre
- Velocidad baja
- Transferencia imprecisa entre celdas
- Basada en FDMA (*Frequency Division Multiple Access*)
- No tenía seguridad

La tecnología predominante de dicha generación fue AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) sistema avanzado de telefonía móvil.

### **1.3.2 Segunda generación (2G)**

En 1990 inicia la era de la segunda generación, ésta era ya digital, además tenía las siguientes características:

- Tecnología digital
- Protocolos de codificación más sofisticados
- Velocidades más altas para voz
- Manejo de datos a velocidades bajas
- Soporte de protocolos de encriptación de la información

A esta generación se la conoce como PCS (*Personal Communication Services*). Además, las tecnologías predominantes de esta generación son GSM (*Global System for Mobile communications*), IS-136 (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136) y CDMA (*Code Division Multiple Access*) y PDC (*Personal Digital Communications*), éste último utilizado en Japón.

### **1.3.3 Generación 2.5G**

Generación que surge con el fin primordial de crear un puente entre la tecnología 2G y la 3G, a manera de hacer más económica la actualización de una red 2G a una 3G. Entre sus características está la compatibilidad con ambas tecnologías 2 y 3G.

Entre las tecnologías predominantes de esta generación están GPRS (*General Packet Radio System*), HSCSD(*High Speed Circuit Switched*), EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*), IS-136B e IS-95Bm entre otras.

### **1.3.4 Tercera generación (3G).**

Las características que una tecnología debe poseer para ser llamada de tercera generación son las siguientes:

- Convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet.
- Altas velocidades de información
- Soporte de voz, audio, video en movimiento, videoconferencia, etc.
- Velocidades máximas de 2Mbps
- Basado en CDMA (*Code Division Multiple Access*)
- Gran ancho de banda

La primera red de tercera generación en el mundo comenzó a ser operativa en Japón a finales de 2001. Esta red fue desarrollada por la empresa Japonesa NTT DoCoMo.

Entre las ventajas que ofrece esta tecnología móvil e inalámbrica se encuentra la posibilidad de navegar por Internet a velocidades desconocidas hasta ahora, las cuales pueden alcanzar hasta 144 Kbps. Las actuales conexiones a través de los teléfonos celulares son de 14,4 Kbps, en tanto que el acceso disponible en la mayoría de las computadoras personales llega sólo a los 56 Kbps. La mayor ventaja para el usuario es que podrá transmitir datos desde cualquier parte, utilizando su teléfono celular u otro dispositivo móvil que servirá como un módem para el acceso a internet, bajar archivos de la red e inclusive videos.

### **1.3.5 Cuarta generación (4G)**

La cuarta generación de telefonía celular es un proyecto a largo plazo que será 50 veces más rápida en velocidad que la 3G. Hasta el año 2005 se planea empezar con las pruebas de esta tecnología y la comercialización se espera hasta el 2010. Apenas iniciado su servicio celular de tercera generación (3G), NTT DoCoMo Inc. ha comenzado la investigación y el desarrollo sobre la tecnología celular por transmisión de paquetes de cuarta generación (4G), y empezó a construir un sistema de red experimental.

Para transmitir datos a una velocidad tan alta, las redes de 4G requerirán más ancho de banda que los sistemas celulares actuales. Se espera que cada canal 4G ocupe alrededor de 100 MHz (megahertz) de espectro, 20 veces el de la red 3G W-CDMA (Banda Ancha de Acceso Múltiple por División de Código, por sus iniciales en inglés).

Esta generación, dada las altas velocidades que manejará, presentará nuevos problemas, tales como una mayor susceptibilidad a interferencia por señales reflejadas en objetos cercanos al usuario. Así que deberán existir nuevas y mejores formas de codificación de la señal. La 4G ofrecerá entonces servicios que hasta ahora sólo se sueñan, con transmisiones de datos de hasta 20 mbps, esto es 2000 veces la velocidad actual de los móviles y 10 veces mayor a cualquier tecnología 3G.

Como resumen se tiene la siguiente gráfica que muestra las bondades y características que una tecnología debe cumplir para poder ser llamada de una generación de telefonía celular.

**Figura 2. Generaciones de telefonía**

1G	Segunda Generación	Tercera Generación	Cuarta Generación
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Servicio de Telefonía Móvil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Servicios de voz inalámbricos</li> <li>avanzados Servicios de datos inalámbricos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Integración de Voz y Datos de Alta Calidad</li> <li>✓ Sistema Multimedia Avanzado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tele presencia</li> <li>✓ Aprendizaje a Distancia</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Celulares Análogos</li> <li>✓ Tecnología Macro celular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Celulares Digitales</li> <li>✓ Tec. Macro celular y pico celular</li> <li>✓ Base de Estación Inteligente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gran ancho de Banda</li> <li>✓ Radio canales</li> <li>✓ Datos visuales, compresión y radio transmisión.</li> <li>✓ Frecuencia más alta</li> <li>Uso de espectro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conocimiento basado en operaciones de red</li> <li>✓ Servicio unificado de red</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Década de los 80</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Finales de los 90</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2004</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2010</li> </ul>

## **1.4 Tecnologías de acceso celular.**

La tecnología de acceso celular es aquella que se utiliza para poder acceder a la señal que por medio de radiofrecuencia se envía y recibe en una comunicación celular. En la actualidad existen tres tecnologías usadas para transmitir información en las redes:

- Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA, por sus siglas en inglés)
- Acceso múltiple por división de código (CDMA, por sus siglas en inglés)
- Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA, por sus siglas en inglés)

La diferencia fundamental entre estas tecnologías es la forma en que accedan a la señal, dicha forma de acceso se puede percibir en el nombre, por frecuencia, por tiempo y por código.

Frecuencia, utilizada en la tecnología FDMA, tiempo, utilizado en la tecnología TDMA, códigos únicos, que se proveen a cada llamada en la tecnología CDMA.

La primera parte de los nombres de las tres tecnologías (Acceso múltiple), significa que más de un usuario (múltiple) puede usar (acceder) cada celda.

### **1.4.1 Tecnología FDMA**

La tecnología FDMA separa el espectro en distintos canales de voz, al separar el ancho de banda en pedazos (frecuencias) uniformes. La tecnología FDMA es mayormente utilizada para la transmisión analógica.

Esta tecnología no es recomendada para transmisiones digitales, aun cuando es capaz de llevar información digital.

#### **1.4.2 Tecnología TDMA**

La tecnología TDMA comprime las conversaciones (digitales), y las envía cada una utilizando la señal de radio por un tercio de tiempo solamente. La compresión de la señal de voz es posible debido a que la información digital puede ser reducida de tamaño por ser información binaria (unos y ceros). Debido a esta compresión, la tecnología TDMA tiene tres veces la capacidad de un sistema analógico que utilice el mismo número de canales.

#### **1.4.3 Tecnología CDMA**

La tecnología CDMA es muy diferente a la tecnología TDMA. La tecnología CDMA, después de digitalizar la información, la transmite a través de todo el ancho de banda disponible. Varias llamadas son sobrepuestas en el canal, y cada una tiene un código de secuencia único. Usando la tecnología CDMA, es posible comprimir entre 8 y 10 llamadas digitales para que estas ocupen el mismo espacio que ocuparía una llamada en el sistema analógico.

Las tecnologías TDMA y CDMA deberían poder ser transparentes entre sí (no interferirse mutuamente), sin embargo en la práctica se presentan algunos problemas menores, como diferencias en el volumen y calidad, entre ambas tecnologías.



## **2. 3G Y UMTS**

### **2.1 Utilización de 3G**

El desarrollo de 3G ha sido incentivado por posibilidades tecnológicas que no se han visto hasta ahora, además de poder alcanzar servicios fáciles de utilizar y funciones divertidas, lo que ha hecho que el teléfono móvil de 3G se ha convertido en una herramienta que cumple tres objetivos.

- 1.)** Dispositivo Personal
- 2.)** Herramienta de Negocios
- 3.)** Objeto de Ocio

#### **2.1.1 Dispositivo personal**

El poseedor de un teléfono celular de 3G podrá estar utilizando su teléfono para tomar fotos en una fiesta y enviarlas inmediatamente a sus amigos, y no muy lejos de esto, podrán ser utilizados como herramienta de video-conferencia. Las nuevas posibilidades de las telecomunicaciones infunden al teléfono móvil un nuevo significado que enriquece las comunicaciones.

#### **2.1.2 Herramienta de negocios**

Un teléfono móvil de tercera generación como herramienta de negocio, proporcionará el acceso inmediato a los formatos de información y a servicios imprescindibles que hace años era realmente inaccesibles.

Con esta herramienta, se podrá cerrar tratos a través del envío de información a empleados o al jefe de la corporación, o entre socios de un negocio solamente con presionar un botón en un pequeño dispositivo de tercera generación.

### **2.1.3 Objeto de ocio**

Como accesorio de un nuevo estilo de vida, la telefonía móvil de la 3 generación permitirá que la gente pueda expresar su individualidad mientras que intercambia información y experiencias personales con otras personas. Además, el entretenimiento que brinda la mensajería, juegos, personalización, música (mp3) y el video (mpeg, avi, etc) podrán hacer más divertida la tenencia de estos dispositivos.

### **2.1.4 Características de seguridad 3G**

Los teléfonos celulares de 3G incorporan varias tecnologías como: JAVA, WAP, *Bluetooth*, SyncML e IPv6, para poder dar a los consumidores el acceso de los servicios requeridos que brinda una tercera persona, y esto se centrará en terminales altamente integrados del dual-modo.

#### **2.1.4.1 WAP**

Un servicio WAP (*Wireless Application Protocol*) es una aplicación que ofrece prestaciones mediante telefonía móvil. El WAP Forum se creó en diciembre de 1997 y en Abril de 1998 surgió la primera versión de WAP. Una aplicación WAP es un script que desde un servidor se transmite a un dispositivo WAP, ya sea un teléfono móvil o un PDA que contenga el protocolo WAP el que ejecuta el código descargado y acciona una funcionalidad en el dispositivo.

Así que la única diferencia entre un navegador normal y un dispositivo WAP es que el primero toma páginas html y el WAP toma páginas WML (*Wireless Markup Language*, lenguaje de marcación inalámbrico). Ambos son lenguajes de marcado de texto que funcionan con base en etiquetas, pero el segundo está optimizado en cantidad de caracteres para transmitirse sin problemas a través de las redes de telefonía y para presentarse en pequeñas pantallas.

En sí, lo que hace WAP es codificar el fichero WML y transmitirlo al móvil que lo solicitó. Así, las redes WAP facilitan y posibilitan las aplicaciones tipo Web en los móviles de los usuarios de la red.

### **2.1.5 Prestaciones 3G**

Para asegurar el éxito de los servicios 3G, se ha de proporcionar a los usuarios unas comunicaciones muy eficientes, con una alta velocidad y calidad y fáciles de utilizar. Los sistemas de 3G deben ofrecer:

- Transmisión simétrica/asimétrica de alta fiabilidad.
- Hasta 384 kbit/s en espacios abiertos y 2Mbit/s con baja movilidad.
- Uso de ancho de banda dinámico, en función de la aplicación.
- Soporte tanto de conmutación de paquetes como de circuitos.
- Acceso a Internet (navegación WWW), videojuegos, comercio electrónico, y vídeo y audio en tiempo real.
- Diferentes servicios simultáneos en una sola conexión.
- Calidad de voz como en la red fija.
- Mayor capacidad y uso eficiente del espectro.
- Personalización de los servicios, según perfil de usuario.

- Servicios dependientes de la posición.
- Incorporación gradual en coexistencia con los sistemas actuales de 2G.
- Itinerancia o roaming, incluido el internacional, entre diferentes operadores.
- Economías de escala y un estándar global y abierto que cubra las necesidades de un mercado de masas.
- Cobertura mundial, con servicios terrestres y por satélite.

### **2.1.6 Mayor velocidad y mejores servicios con 3G**

La tercera generación de móviles, denominada 3G, evoluciona para integrar todos los servicios ofrecidos por las distintas tecnologías y redes actuales, como GSM, TACS, DECT, RDSI e Internet, utilizando cualquier tipo de terminal, sea un teléfono fijo, inalámbrico o celular, tanto en un ámbito profesional como doméstico, ofreciendo una mayor calidad de los servicios y soportando la personalización por el usuario y los servicios multimedia móviles en tiempo real. La velocidad de transferencia de datos que la UIT requiere en su solución IMT-2000 va desde los 144 kbit/s sobre vehículos a gran velocidad hasta los 2 Mbit/s sobre terminales en interiores de edificios (cifra al menos 60 veces superior a la que se tenía hasta hace poco utilizando un módem y la RTC), pasando por los 384 kbit/s para usuarios móviles en el extrarradio, o vehículos a baja velocidad.

Para que los usuarios utilicen los servicios 3G hará falta nuevos teléfonos y otros dispositivos capaces de proporcionar los servicios que se deseen, desde los de telefonía móvil hasta los de multimedia (voz, datos y vídeo). Además, en las redes móviles es necesario introducir nuevos sistemas de transmisión por radio, cambiar parte de las plataformas de conmutación y de transmisión, e incorporar los nodos de servicio que hagan posibles las prestaciones 3G.1

Si el paso de los sistemas de primera generación (analógicos) a los de segunda consistió, básicamente, en el cambio de terminal, el paso de la segunda a la tercera generación significará, además del cambio de terminal, el cambio de modelo de negocio. En este nuevo modelo las aplicaciones personalizadas/localizadas y multimedia serán las protagonistas, tanto para los ciudadanos residenciales como para los empresariales, viendo los operadores como se incrementa el tráfico en sus redes y se crean nuevas oportunidades de negocio.

Existen, además, razones evidentes que explican la necesidad de introducir la 3G. Por una parte se encuentra la capacidad de las redes móviles actuales que sólo permiten albergar un número determinado y limitado de usuarios, con un patrón de consumo similar al actual, y que en cuanto se sobrepasa la congestión de la red se manifiesta de manera insoportable para los usuarios. Por otra parte, se encuentra el incremento de tráfico motivado por la sustitución del tráfico fijo por el móvil, en cuanto el coste de las llamadas se reduzca y los hábitos de los usuarios se modifiquen, necesitándose entonces más espectro. Y, por último, la aparición de nuevos servicios, muchos de ellos personalizados, donde la convergencia con Internet y el aumento de aplicaciones multimedia supondrán un aumento significativo de tráfico; tanto es así que los analistas estiman que supondrá en torno a un 30% de tráfico adicional en tan sólo dos o tres años.

Los fabricantes de infraestructura y terminales móviles están haciendo un gran esfuerzo para disponer de los equipos de 3G, ya que ven en ella una gran oportunidad para el desarrollo de su negocio y supervivencia a largo plazo. Así, todos los grandes, como Alcatel, Ericsson, Lucent, Motorola, Nokia, Nortel o Siemens, enfocan su estrategia en esta línea y se esfuerzan por desarrollar los estándares y fabricar los equipos para que estén a tiempo, además de impulsar el desarrollo de aplicaciones mediante la alianza con terceros

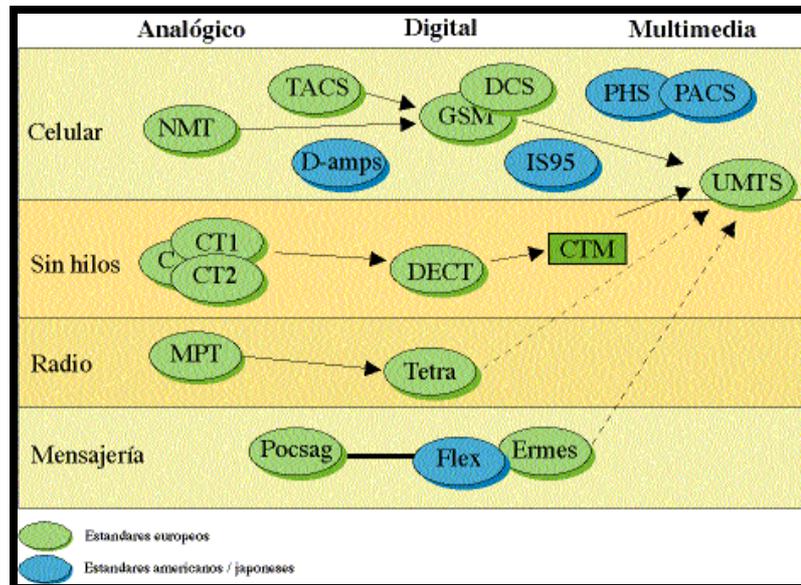
## **2.2 ¿Qué significa UMTS?**

UMTS son las siglas del inglés *Universal Mobile Telecommunications System*, esto es Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, y se refiere al nuevo estándar en tecnología que surge inmediatamente después de la tecnología GSM de segunda generación pasando por GPRS (*General Packet Radio Service*) Servicio general de paquetes por radio de segunda y media generación o 2.5G.

### **2.2.1 ¿Por qué un nuevo sistema para 3G?**

Luego de que el Sistema GSM (segunda generación) fuera finalizado, a principios de los 90, surgió la idea de diseñar y crear un nuevo sistema, con el fin de aprovechar el ímpetu que ya se traía con GSM. La idea principal, a más de saber que existían ya muchos estándares, era poder unificar todos éstos en uno sólo, éste sería el UMTS. En sí, esta unificación surge como una integración de distintos estándares que vienen a evolucionar en UMTS, dicha evolución se puede ver en la siguiente gráfica.

**Figura 3. Posible evolución de estándares hacia el UMTS, visión tradicional.**



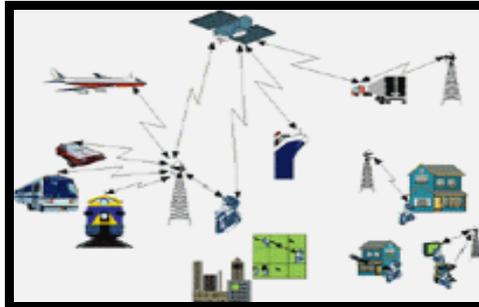
Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol812/umts/umts.htm>

Esta evolución termina en una unificación de tecnologías que aún no es aceptada debido a intereses existentes y el surgimiento de nuevos mercados. Aquí el aspecto comercial de cada operador entra en juego y en cierta forma evita que se estandarice el sistema. Por lo tanto, es imprescindible que este nuevo sistema permita la acción del mercado, sin estandarizar completamente todo.

### 2.2.2 El sistema multimedia

Un argumento a favor de UMTS sobre GSM son las aplicaciones que el segundo no puede cubrir. Por ejemplo, el UMTS funciona en escenarios diversos. Puede funcionar en aire, tierra y mar, además, puede funcionar a nivel radial o satelital, tal y como lo muestra la gráfica siguiente:

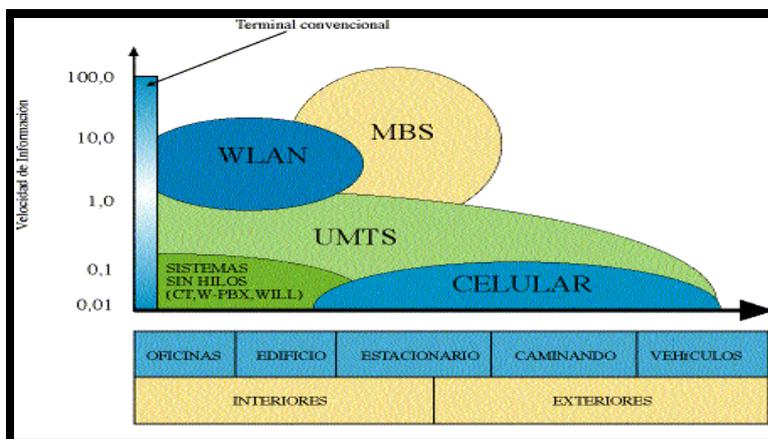
**Figura 4. Escenarios de mercado del UMTS**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol812/umts/umts.htm>

Es también necesario que un nuevo sistema soporte aplicaciones de ancho de banda mayor, esto es, aplicaciones multimedia, y UMTS cumple con estas características de sobremano. Y porqué se hace necesario un sistema que soporte servicios multimedia, sencillo, porque los usuarios de la nueva era ya no compran un ordenador si no tiene posibilidad de transportarse con él, según ha publicado el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) donde también indica que los usuarios actuales y futuros de móviles requerirán acceder a los nuevos servicios desde todas las localizaciones y con terminales cada vez más transportables.

**Figura 5. Distintas tecnologías y sus características**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol812/umts/umts.htm>

Pero esto no es todo, a corto plazo está previsto desplegar un conjunto de nuevas redes LAN, MAN y WAN, en las que el ancho de banda se convertirá en el elemento esencial para el soporte de las aplicaciones multimedia. Si no existe una forma de lograr que las aplicaciones que se diseñen puedan tener movilidad, los sistemas móviles serán, en la sociedad de la información, una reliquia que sólo servirán para enviar voz y, lo que es peor, de baja calidad.

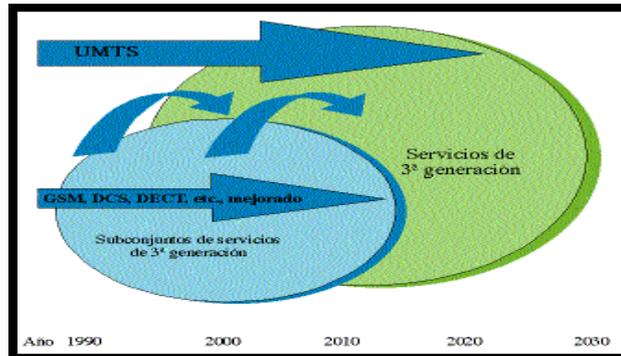
Además de las nuevas aplicaciones, hay otras causas que impulsan el desarrollo del nuevo sistema, tal como la liberalización de los mercados, esto es, que la comunicación actual es distinta a lo que será la futura, con varios operadores de red y diferentes suministradores de servicios, todos ellos utilizando distintas redes. Es por esto necesario asegurar un escenario en el que las comunicaciones entre todos los actores estén plenamente claras.

Una última causa que demuestra la necesidad del nuevo sistema es la demanda social, puesto que se espera lograr una penetración para el 2020 de un 80% de la población en cuanto a conexiones móviles. Es necesario entonces, unificar la forma de prestar los servicios para que al usuario final le sean transparentes estas prestaciones, sobre todo si se toma en cuenta que el mercado global para uno (global market for one) estima un mercado individualizado, donde el sistema pueda ser reconfigurable por el usuario.

### **2.2.3 El camino hacia el UMTS**

El siguiente gráfico muestra el camino hacia el UMTS. Según se ha visto, es necesario un sistema de mayor capacidad para el soporte de la información multimedia. Esto se logrará mediante la mejora de los sistemas actuales y la introducción de los sistemas duales.

**Figura 6. El camino hacia el sistema UMTS.**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol812/umts/umts.htm>

De forma paralela, la especificación de un nuevo sistema, el UMTS, toma de forma progresiva el control de la situación. Éste es compatible, desde el punto de vista de red, con las redes anteriores. De esta forma, la introducción del UMTS es un cambio revolucionario en la parte de radio (pero coexistiendo con el GSM) y un cambio gradual en la señalización. A corto plazo, sin embargo, el UMTS es el sistema que se encargará de proporcionar los nuevos servicios multimedia, con una extensión limitada y utilizando el GSM como elemento unificador.

Se han identificado dos caminos que permitirán evolucionar hacia el sistema UMTS (ver la figura anterior): el primero de ellos partiendo desde el sistema GSM y el segundo desde la red inteligente, complementada con el sistema DECT. Recientemente el ETSI ha decidido dividir la especificación de la parte de red del sistema UMTS en dos: la primera se llevaría a cabo en el mismo grupo de especificación del GSM y la segunda en los grupos de especificación de redes fijas. La interfaz de radio a utilizar sería común y su definición se realizaría también por el grupo GSM.

De hecho en el nuevo universo multimedia los usuarios utilizarán una gran variedad de redes de acceso: públicas, privadas, fijas y móviles; que podrán conectarse a diferentes redes de transporte. La posibilidad de utilizar en paralelo diferentes redes de acceso origina que los servicios con alta velocidad de transmisión puedan ser introducidos de forma gradual y de acuerdo con las necesidades del mercado.

#### **2.2.4 ¿Que es UMTS?**

UMTS es una tecnología líder de tercera generación (3G) que para el mes de febrero del 2002 había sido seleccionada por 60 portadores alrededor del mundo. Esta tecnología permite que los teléfonos transmitan y reciban datos con una velocidad 200 veces superior a la de los actuales GSM. Y es que UMTS es el tercer escalón en la historia de la telefonía móvil, después de la analógica y la digital. Este sistema es revolucionario ya que por primera vez se trata de un estándar universal.

UMTS, también llamada acceso múltiple por división de código de banda amplia (*Wideband code división multiple access* o WCDMA) es la interfaz radial que provee las bases para los servicios de 3G en los tres modos de las especificaciones de IMT-2000. UMTS está siendo lanzada en el ámbito mundial y más de 60 operarios cuentan con su licencia por todo el mundo; lo que la convierte en la tecnología 3G mundial más recomendada, porque facilita una gran capacidad, varios servicios simultáneos y velocidades de bit realmente rápidas.

En la actualidad los teléfonos analógicos conviven con los digitales, bajo nombres y formas distintos. En Europa, por ejemplo el estándar digital es GSM mientras que en EEUU existen dos: TDMA y CDMA.

Para el año 2010 se prevé que haya 2.000 millones de usuarios con teléfonos móviles UMTS, que podrán utilizar en cualquier parte del mundo.

Fuera de Europa, UMTS es conocido como Telecomunicación Internacional Móvil 2000 (IMT 2000), lo que reemplaza a su nombre anterior de Tierra Pública Futura de Sistema de Telecomunicaciones Móviles (FPLMTS).

### **2.2.5 UMTS como sistema de comunicación**

Un sistema de comunicación eficiente y capaz de prestar los servicios requeridos para la tercera generación debe hacer un uso eficiente del espectro de frecuencias para ofrecer el soporte de un mayor número de usuarios.

Como sistema de móviles de tercera generación, UMTS proporcionará a los usuarios terminales multimodo y multibanda, con cámara incorporada, pantalla en color y gran memoria. Y, gracias a una interfaz de aire flexible, aportará navegación (*roaming*) mundial entre diferentes países y también con sistemas de segunda generación.

UMTS evoluciona para integrar todos los servicios ofrecidos por las distintas tecnologías y redes actuales (GSM, DECT, RDSI, internet, etc.) y se podrá utilizar con casi cualquier tipo de terminal (teléfono fijo, inalámbrico, celular, terminal multimedia, etc.), tanto en ambientes profesionales como domésticos, ofreciendo una mayor calidad de los servicios y soportando la personalización por parte del usuario y los servicios multimedia móviles en tiempo real. Todas estas posibilidades brindarán excelentes oportunidades de negocio, creando un nuevo modelo comercial, a la industria de tecnologías de la información y las comunicaciones.

## **2.3 Tecnologías y estándares de 3G**

Como en la definición de estándares y lineamientos para cualquier tecnología, existen en 3G ciertas normas y tecnologías asociadas, de las cuales se pueden definir:

### **2.3.1 ARIB (*Association of Radio Industries and Businesses*) Asociación de industrias y empresas de radio**

Un organismo constituido y designado por el ministerio de correos y comunicaciones del gobierno japonés que se dedica a asegurar la utilización eficaz de las transmisiones de radio en el sector de la comunicación y la difusión por radio. En cuanto a la normalización, ARIB actualmente se dedica principalmente al establecimiento de normas de procedimientos para las telecomunicaciones IMT-2000 (sistema de comunicaciones móviles de la próxima generación) y la difusión de TV digital.

### **2.3.2 IMT-2000 (*International Mobile Telecommunication 2000*) telecomunicaciones móviles internacionales 2000**

Iniciativa de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para proporcionar acceso inalámbrico a la infraestructura de telecomunicaciones global mediante satélites y sistemas terrestres, y ofrecer servicio a los usuarios telefónicos fijos y móviles mediante redes telefónicas tanto públicas como privadas. El desarrollo se está acometiendo sobre un concepto de "familia de sistemas" que se define como una combinación de sistemas que proporcionan movilidad global y que extiende las funciones del servicio IMT-2000 a los abonados y a todos los proveedores de servicios de telecomunicación.

En cuanto a tecnologías, es prudente mencionar a las tecnologías contendientes de la tercera generación, las cuales son diversas, pero las más utilizadas son:

### **2.3.3 EDGE (*Enhanced Data Rates for Global Evolution*)**

Que sigue la norma UWC-136, además de estar avalado por la ITU, ETSI, GSMA y 3GPP. Entre sus características están:

- Velocidades pico: 473 Kb/s
- Desempeño promedio: 80-130 kb/s
- Permite la transmisión de datos multimedia.
- Usa la infraestructura GSM existente.

### **2.3.4 UMTS (*Universal Mobile Telecommunication System*)**

UMTS aparece para integrar todos los servicios ofrecidos por las distintas tecnologías y redes actuales, incluyendo Internet. La velocidad de transferencia de datos va desde los 144 kbit/s sobre vehículos a gran velocidad hasta los 2 Mbit/s sobre terminales en interiores de edificios pasando por los 384 kbit/s para usuarios móviles en el extrarradio, o vehículos a baja velocidad.

Los datos UMTS usarán el formato IP, por lo que la navegación por Internet será más rápida, y podrá disponer de un mayor número de aplicaciones simultáneas. Además, hace un uso del ancho de banda dinámico, dependiendo de la aplicación.

Entre sus características están las siguientes:

- Utiliza formato IP en su información.
- Integra todos los servicios y tecnologías actuales, incluyendo Internet
- Obtiene velocidades de hasta 2 Mb/s, con ancho de banda dinámico
- Permite ofrecer calidad de servicio (QoS)
- Utiliza WCDMA para acceder al medio.
- Tiene una interfaz de radio y aérea nueva.
- Es compatible con las redes actuales.

### **2.3.5 CDMA 2000 1x EV**

El CDMA 2000 1x es la evolución para 3G de su antecesor CDMA 2000, está dividido en 2 fases: 1xEV-DO y 1xEV-DV, donde DO se refiere a sólo datos (*Data Only*) y DV se refiere a datos y voz (*Data and Voice*). Ambos pasos de evolución 1xEV, se proveen para servicios avanzados en CDMA2000 usando la portadora estándar de 1.25 MHz. Entre sus características están:

- Puede ofrecer también hasta 2 Mb/s pero se requiere de un canal adicional 1X.
- 1xEV-DV permitirá simultáneamente voz y datos, además de datos en tiempo real.
- Se usará sólo una portadora para ambos servicios.
- La red utiliza paquetes IP con su propio sistema de planificación de paquetes.
- Usa modulación adaptativa, que permite a los nodos de radio optimizar sus tasas de transmisión basadas en la retroalimentación (*feedback*) instantánea del canal recibido de los terminales.

- Permite el uso de los recursos entre múltiples usuarios a la vez sobre los mismos recursos, y provee además calidad de servicio (QoS).

### **2.3.6 CDMA one**

Se refiere al estándar ITU IS-95 y fue estandarizada en Julio de 1993. Es utilizada en Estados Unidos, Korea y Japón. Entre sus características están:

- Usa rangos de frecuencias de alrededor 800MHz y 1900MHz.
- Usa la tecnología de espectro disperso, la cual codifica y dispersa todas las conversaciones a través de una banda de espectro (1.25 MHz)
- IS-95B puede soportar velocidades de datos de hasta 115 kbps juntando hasta ocho canales.
- Factores que aumentan la capacidad
  - *Trasposos (handoffs)* suaves
  - Control de potencia
  - Reutilización de frecuencias

## **2.4 ¿Por qué UMTS para 3G y no otro?**

Los sistemas UMTS, diseñados para manejar fácilmente los servicios de multimedia necesitados de amplitudes de banda, que presentan velocidades en la transmisión de datos hasta de 100 veces las de redes móviles de hoy en día o hasta 2 Mbps, habilitan a una nueva generación de servicios que mezclan elementos de los medios de comunicación incluyendo voz, vídeo, audio digital, imágenes a color y animaciones. UMTS utiliza una combinación de tecnología de acceso múltiple por división de código (CDMA) y de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) para proveer servicios en la transmisión de datos de multimedia y servicios de voz económicos.

Estos servicios se proporcionarán en una variedad de dispositivos para usuarios, como teléfonos celulares, asistentes personales digitales (PDAs), *palm pilots* y computadores portátiles.

UMTS es miembro de la familia mundial de los sistemas de comunicaciones móviles de 3G de IMT-2000 de la ITU y está respaldada por ETSI, la Asociación GSM, ARIB y 3G Ameritas.

A principios de 1998, el Instituto de estandarización de telecomunicaciones europeas (*European Telecommunications Standardizations Institute* o ETSI) escogió al UMTS como la base para un sólo sistema celular mundial, colocándola como la sucesora de GSM. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) escogió oficialmente a UMTS como un miembro más en su familia de cinco interfaces radiales para los estándares de comunicaciones móviles 3G de IMT-2000 en el año 2000.

En el año 2001, la empresa NTT DoCoMo de Japón lanzó con éxito la tecnología para superar la falta de capacidad de la tecnología 2G, para ello utilizó una solución UMTS conocida como "FOMA" especificada por la asociación de industrias de radio y comercio (*Association of Radio Industries and Businesses* o ARIB) de Japón. Hace poco, en la isla de Man y en Mónaco se abrieron oficialmente redes UMTS pre-comerciales. Los países de Europa Occidental anunciaron el lanzamiento oficial de redes UMTS en 2003, Estados Unidos en 2004, y un número de países de Europa del Este y otros países del resto del mundo en 2005. En el ámbito mundial, UMTS sirve como la base para casi todas las licencias de IMT-2000 otorgadas hasta ahora.

B-ISDN, con su instalador de transmisión en modo asincrónico (ATM) se espera como la columna vertebral de las futuras redes digitales fijas. Se cree que en el año 2005 más del 50% de todos los terminales de comunicación serán móviles.

Es por esto que la una interoperatividad entre esta red fija y la móvil de tercera generación será necesaria, y UMTS tiene entre sus especificaciones tener compatibilidad con ISDN, incluso ofrecer los mismos servicios.

## **2.5 Evolución de las tecnologías con UMTS**

El desarrollo de un nuevo sistema para telefonía implica no sólo una nueva interfaz radioeléctrica sino también un completo marco evolutivo. Por esto las tecnologías deben evolucionar de la mano del sistema. Y estas tecnologías que deben evolucionar se muestran a continuación.

### **2.5.1 Acceso radioeléctrico**

Las técnicas de acceso al medio en UMTS deberán evolucionar con él, así, lo más probable es que las mismas se basen en técnicas de acceso híbridas (CDMA/TDMA) e incluirán receptores avanzados para una detección conjunta y cancelar interferencia mutua.

CDMA se basa en la expansión del espectro de la señal a transmitir por medio de secuencias ortogonales. De esta forma, el receptor sólo puede desmodular la señal si conoce la secuencia que se ha utilizado en su expansión, siendo los otros transmisores los que utilicen la misma banda, básicamente ruido. La expansión del espectro tiene varias ventajas en las comunicaciones móviles:

- En primer lugar, al ocupar más espectro, la señal no puede atenuarse totalmente en un canal dispersivo. Existe un receptor que permite desmodular las señales de banda estrecha cuyo espectro ha sido expandido y obtener, de esta forma, una diversidad de recepción.
- Además, este mismo receptor permite que el sistema pueda estar conectado simultáneamente a dos o más estaciones de base, realizando trasposos de forma imperceptible para el usuario (*soft handover*).
- Otra ventaja del CDMA, especialmente en el caso de que se transmita voz, es que se consigue aprovechar, de forma natural, el carácter discontinuo de la información hablada. Esto permite mejoras en la capacidad del orden de un 50-60 por 100.
- A más largo plazo se podrán hacer desarrollos de receptores basados en cancelación de interferencias o de detección conjunta. Los receptores con cancelación de interferencias van suprimiendo, progresivamente, a todos los usuarios no deseados, obteniendo una elevada relación señal-ruido en la señal deseada.

### **2.5.2 Tecnologías de la información**

Estas tecnologías permitirán soportar los nuevos servicios multimedia, los cuales serán el día a día en las futuras redes.

### **2.5.3 Transmisión**

Como se ve más adelante, se pretende tomar las viejas redes ATM para integrar el transporte en UMTS, lo cual nos dará un elemento muy importante en el desarrollo de la nueva red lógica.

### **2.5.4 Terminales**

En principio, los terminales con soporte del modo dual serán de un gran interés. Un objetivo muy interesante será lograr terminales que puedan adaptarse por medio de la propia interfaz aire, a través de cargas de nuevo software. La explosión en estándares sólo podrá ser resuelta con este tipo de terminales.

### **2.5.5 Creación de servicios**

Esto conllevará servicios de primera generación que se integren con la red inteligente. Luego de esto, los servicios deberán cumplir con requisitos de la arquitectura que logren optimizar el uso de los recursos, aquí se aplicarán conceptos de *Telecommunications Information Network Architecture* (TINA) o arquitectura de red de información de telecomunicaciones.

### **2.5.6 Manejo de la movilidad**

Quizá este sea el rubro más importante, puesto que una red móvil conlleva una mejora continua precisamente en la movilidad. UMTS toma muy en serio este rubro con un doble objetivo:

- Se busca por un lado que la movilidad sea un aspecto normal de la red.

- Se busca compatibilidad de las redes UMTS con las existentes, para que esta movilidad sea plena.

Una forma de lograr esto es utilizando la definición de red inteligente, esto es, una red capaz de identificar a otras redes y sus distintos protocolos y tecnologías para adecuarlos a los propios y lograr una comunicación estable. Para ello, es preciso analizar como pueden estructurarse las funciones de movilidad para que puedan ser realizadas por medio de unos *Service Independent Building Blocks* (SIBB), que son los elementos constitutivos de la RI. Esta tarea, si bien posible, presenta algunas dificultades e ineficiencias. Por tal motivo, se están desarrollando estructuras híbridas en las que algunas de las funciones de movilidad se desarrollarían por medio de la RI mientras que otras, las más frecuentes y básicas, se llevarían a cabo por medio de arquitecturas más descentralizadas y eficientes.

La tendencia actual en este tipo de sistemas, que presentan muchas analogías con las redes de ordenadores, es evolucionar hacia sistemas tipo *Open Distributed Processes* (ODP) con utilización de bases de datos distribuidas, pero ahora con información de las operadoras telefónicas.

## **2.6 El foro UMTS**

En la implantación de los sistemas 3G juega un papel importantísimo el Foro UMTS ([www.ums-forum.org](http://www.ums-forum.org)), un organismo independiente creado en diciembre de 1996 en el que participan casi 170 compañías de 30 países pertenecientes a las industrias suministradoras de equipos, operadores de telecomunicaciones y organismos de regulación.

El Foro está comprometido en la formación del consenso necesario para introducir y desarrollar con éxito el estándar UMTS y así poder satisfacer la demanda del mercado de unas comunicaciones móviles personales de bajo coste y alta calidad.

El Foro UMTS también actúa como catalizador con las organizaciones especializadas que tratan sobre estandarización y espectro, entre otros aspectos, y mantiene relaciones con organizaciones de carácter regional y mundial, organismos de estandarización y otras comunidades reconocidas tanto de la industria como de operadores.

Una aportación, básica, pero esclarecedora e imprescindible del Foro es la propia definición de UMTS, dejando aparte sus aspectos tecnológicos, como:

***"un sistema de comunicaciones móviles que ofrece significativos beneficios a los usuarios, incluyendo una alta calidad y servicios inalámbricos multimedia sobre una red convergente con componentes fijos, celulares y por satélite. Suministrará información directamente a los usuarios y les proporcionará acceso a nuevos y novedosos servicios y aplicaciones. Ofrecerá comunicaciones personales multimedia al mercado de masas, con independencia de la localización geográfica y del terminal empleado (movilidad del terminal, personal y de servicios)".***

Actualmente, del estándar 3G basado en la evolución de las redes GSM (G-UMTS) se ocupa 3GPP (*Third Generation Partnership Project*), [/www.3gpp.org/](http://www.3gpp.org/), creado en diciembre de 1998 y formado por grupos de estandarización de todo el mundo. En concreto, participan ETSI (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicación) en Europa, TTC y ARIB (Asociación de las Empresas del Sector de Radio) en Japón, TTA (Asociación de Tecnologías de Telecomunicaciones) en Corea, T1 en Estados Unidos y CWTS en China, junto a diversos fabricantes y operadores. La finalidad del 3GPP consiste en establecer especificaciones abiertas aceptadas en todo el mundo para garantizar, entre otras cosas, la itinerancia o navegación mundial, mediante la cooperación entre distintos organismos de normalización nacionales y regionales. En la pasada reunión de diciembre del 3GPP en Francia se aprobó el primer conjunto de especificaciones conocido como "3GPP release 99", que incluye los servicios básicos compatibles entre las redes GSM actuales y las futuras de UMTS.



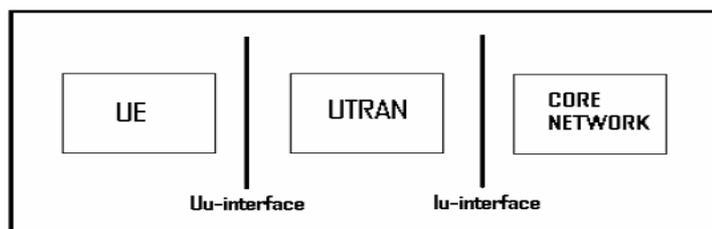
### 3. Arquitectura UMTS

#### 3.1 Elementos de UMTS

En los siguientes dos esquemas se muestra primero la estructura más básica de UMTS y el siguiente la arquitectura básica de conexión de la red UMTS. Se pueden distinguir tres elementos principales en ella, estos son:

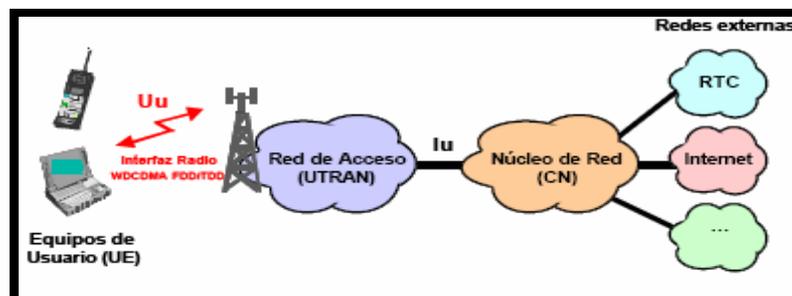
- Equipo de Usuario (UE o *User Equipment*)
- Red de Acceso Radio Terrestre (UTRAN en Inglés, *UMTS Terrestrial Radio Access Network*)
- Núcleo de Red (CN o *Core Network* o *Red Central*)

Figura 7. Estructura básica de UMTS



Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo1.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo1.pdf)

Figura 8. Arquitectura de conexión en UMTS



Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo1.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo1.pdf)

Cabe destacar aquí que la tecnología de acceso que se utiliza entre el equipo de usuario (UE) y la Red de acceso (UTRAN) es la WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access* o Acceso múltiple por división de código en banda ancha).

El núcleo de red en UMTS se plantea como la evolución del existente en las actuales redes 2G basadas en GSM/GPRS. En la primera fase de normalización, se propone la reutilización de la infraestructura disponible en dichas redes. La evolución del CN propiamente dicha se deja para fases posteriores. La red de acceso en UMTS, por el contrario, difiere desde el primer momento con respecto a las redes 2G. Con objeto de acomodar de manera flexible y eficiente los distintos tipos de aplicaciones posibles en UMTS, se recurre al empleo de técnicas de conmutación de paquetes. Así, originalmente se establece el empleo de ATM (*Asynchronous Transfer Mode* o Modo de transferencia asíncrono) como tecnología de transporte en UTRAN1.

La selección inicial de ATM se justifica por el hecho de ser una de las tecnologías más flexibles y maduras (al menos en la fecha en la que se tomó la decisión) para el despliegue de redes multiservicio con QoS (Calidad de Servicio).

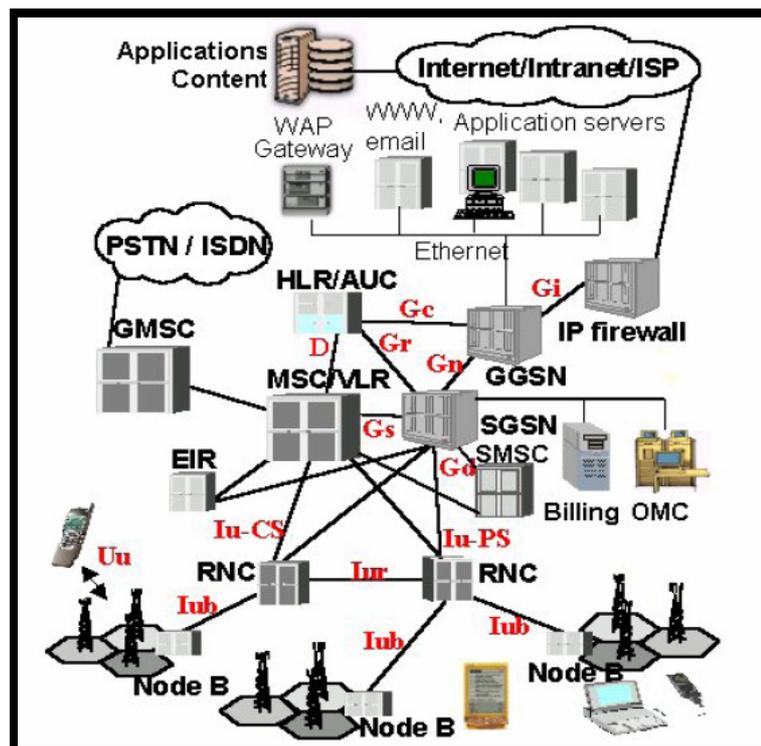
Los Esquemas anteriores son una representación general de la arquitectura de la red UMTS, sin embargo, existen otros elementos que cabe mencionar más a detalle:

- BSS
- BTS
- RNS

- Nodo B
- RNC (*Radio Network Controller o Controlador de la Red de Radio*)
- MSC

Y diferentes interfaces como lo son lu, Uu, Iub, Iur y otras, que se encargan de interconectar los elementos anteriores. A continuación se explicará cada elemento de la red y su funcionamiento dentro de la misma, además, se podrá asociar al siguiente diagrama, donde ya se ve una arquitectura más detallada de la red UMTS.

**Figura 9. Red de UMTS**



Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo1.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo1.pdf)

### **3.1.1 Equipo de usuario (UE)**

Se refiere al móvil, el dispositivo con que el usuario se conecta a una estación base donde exista cobertura. Debe contar con los protocolos para acceder a la red UMTS, poder soportar la tecnología WCDMA para poder comunicarse con cualquier red compatible aparte de la de UTRAN, tales como ISDN, PSTN o un sistema diferente como GSM para voz o datos. Dichos equipos se están diseñando actualmente para ser compatibles con redes 2G lo que aumenta su costo inicial pero se vislumbra que en el futuro no exista tal problema.

### **3.1.2 Interfaz Uu**

Como ya se dijo, esta se encarga de comunicar al equipo del usuario y la red de acceso, y está basada en WCDMA, se encuentra en el equipo del usuario y tiene las siguientes funciones:

- Información de *broadcasting* (pruebas de conexión)
- Manejo de la conexión, lo que incluye establecimiento, mantenimiento y finalización.
- Manejo de los portadores de radio, lo que incluye establecimiento, mantenimiento y finalización y la correspondiente movilidad de conexión.
- Control del cifrado
- Control del lazo externo
- Protección de la integridad de los mensajes
- Manejo de los tiempos en el modo TDD
- Medidas de evaluación del UE
- Pagineo y notificación.

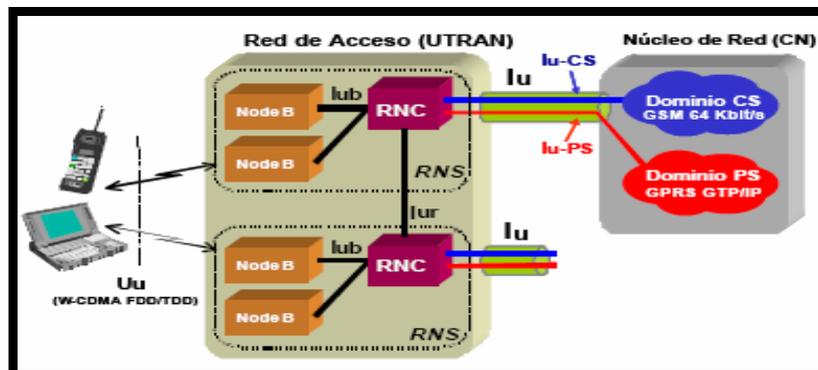
También maneja las capas locales internas al UE, que son los protocolos internos al dispositivo para manejo de la información que recibe y que envía. El Uu maneja dos modos, el modo ocioso y el dedicado. La diferencia entre ambos es el puerto destino, que en el primer modo es el Nodo B y en el segundo el SRNC.

### 3.1.3 Red de acceso a radio UMTS (UTRAN)

La red de acceso radio (UTRAN) se encarga de transportar el tráfico de usuario (voz, datos, señalización móvil red) hasta el núcleo de red (CN, *Core Network*), con el que se comunica a través del interfaz Iu.

Consta de varios elementos entre los que están los RNC (*Radio Network Controller*) y los Nodos B, que no son más que las estaciones bases en UMTS (antenas de cada célula). Ambos elementos anteriores conforman el RNS (*Radio Network SubSystem*). Entre las interfaces internas de UTRAN se encuentra la interfaz Iub que conecta el Nodo B con el RNC y la interfaz Iur que interconecta los RNC entre sí. En la siguiente figura se muestra la arquitectura de UTRAN, en la que pueden observarse los elementos que la componen y los interfaces definidos entre ellos.

**Figura 10. Interconexión entre elementos de UTRAN y CN**



Fuente: 3GPP. "General UMTS Architecture".

La red de acceso UMTS consta de uno o más subsistemas RNS (*Radio Network Subsystem*). Cada RNS cubre un conjunto de células UMTS, siendo responsable de la gestión de los recursos asociados a ellas. Un RNS está formado por un controlador RNC (*Radio Network Controller*) y un conjunto de estaciones base (Nodos-B). Dentro de la red radio se definen dos tipos de interfaces: el interfaz Iub entre cada Nodo-B y el RNC que lo controla y el interfaz Iur entre RNCs.

#### **3.1.4 RNC (*Radio Network Controller*)**

Este controla a uno o varios Nodos B. la interfaz entre dos RNCs es lógica y es la Iur, por esto no es necesaria una interfaz física entre ellos. En GSM existe el BSC (*Base Station Controller*) que es similar al RNC de UMTS. Entre las funciones del RNC están:

- Manejo de los recursos de transporte de la interfaz Iu
- Control de los recursos lógicos del nodo B.
- Manejo del tráfico en los canales comunes.
- Manejo de la información del sistema y los horarios de información del sistema
- Combinación de la macro diversidad y división de las tramas de datos transferidas sobre muchos nodos B
- Modificación del grupo activo de células, lo que es el soft hand over.
- Asignación de códigos de canalización en el enlace de bajada
- Control de potencia de lazo abierto para el enlace de subida
- Control de potencia para el enlace de bajada
- Control de admisión de los UE
- Manejo de reportes

- Manejo del tráfico en los canales compartidos

### **3.1.5 Nodo B**

Es como el base transceiver station de GSM, es decir, una antena base para recepción y transmisión de la señal en la red UMTS. Puede dar servicio a una o más células, aunque por especificación sólo puede darle servicio a una. Entre sus funciones están:

- Mapeo de los recursos lógicos del nodo B en los recursos del hardware
- Transmisión de los mensajes de información del sistema de acuerdo con el horario determinado por el RNC.
- Combinación de la macro diversidad y división de las tramas de datos internas a los B
- En el modo FDD, el control de potencia de lazo cerrado en el enlace de subida.
- Reportar las mediciones de la interferencia en el enlace de subida y la información de potencia en el de bajada

### **3.1.6 Interfaz Iu**

Esta como ya se dijo, conecta a la red central con la red de acceso. Es la interfaz más importante para la conexión en la red UMTS. Puede tener dos instancias físicas para conectar a distintos elementos de la red central que dependen del tipo de red que puede ser:

- IuCS (conmutación de circuitos) conecta a la UTRAN y la MSC
- IuPS (conmutación de paquetes) conecta a la UTRAN y la SGSN.

Además esta interfaz puede servir como enlace en BRAN (*Broadband Radio Access Network*, red de acceso de radio de banda ancha).

### **3.1.7 Interfaz Iur**

Este último interfaz, sin equivalente en las redes 2G, permite la comunicación directa entre RNCs para el soporte de traspasos suaves (*Soft-Handover*) entre estaciones base pertenecientes a distintos RNCs. La red radio también posee dos interfaces externos: el interfaz radio Uu, basado como ya se ha dicho en WCDMA, y el interfaz Iu con el núcleo de red. Este último se subdivide lógicamente en dos interfaces: Iu-CS hacia el dominio de conmutación de circuitos e Iu-PS hacia el dominio de conmutación de paquetes.

### **3.1.8 Red central o Core Network**

Dentro del núcleo de red se encuentran los recursos de conmutación y transmisión necesarios para completar el trayecto de la comunicación hacia el abonado remoto, que puede pertenecer a la red UMTS o a una red externa (RTC, Internet, etc).

Entre los elementos internos de la red central se encuentran:

- MSC (*Mobile Switching Center*) o pieza central en una red basada en conmutación de circuitos
- SGSN o pieza central en una red basada en conmutación de paquetes

### **3.1.9 MSC (*Mobile Switching Center*)**

Centro Móvil de Conmutación, es la pieza fundamental en una red de conmutación de circuitos, y funciona tanto en GSM como en UMTS, ya que uno de los principios de UMTS es poder ser compatible con cualquier tecnología 2G y 2.5G. Las funciones principales de la MSC son las siguientes:

- Coordinar todas las llamadas en su jurisdicción
- Asignar dinámicamente recursos
- Registro de ubicación
- Interoperabilidad con otros tipos de redes
- Manejo de *Hand Over* (incluyendo el *handover* entre sistemas diversos)
- Colectar datos para facturación
- Manejo de parámetros de encriptación
- Intercambio de señalización entre distintas interfaces
- Asignación de frecuencias en su área.
- Control y operación de la cancelación del eco

Además, aquí se lleva a cabo la última etapa del manejo de la movilidad (MM) y del manejo de la conectividad (CM) en el protocolo de la interfaz aérea.

### **3.1.10 SGSN (*Serving GPRS Support Node*)**

Nodo de soporte para prestar servicios GPRS. Es el centro de una red de conmutación de paquetes, y utiliza la interfaz Iu-PS para conectarse a la UTRAN. También se utiliza en GSM, sólo que aquí utiliza la interfaz Gb. Entre sus funciones está albergar información como:

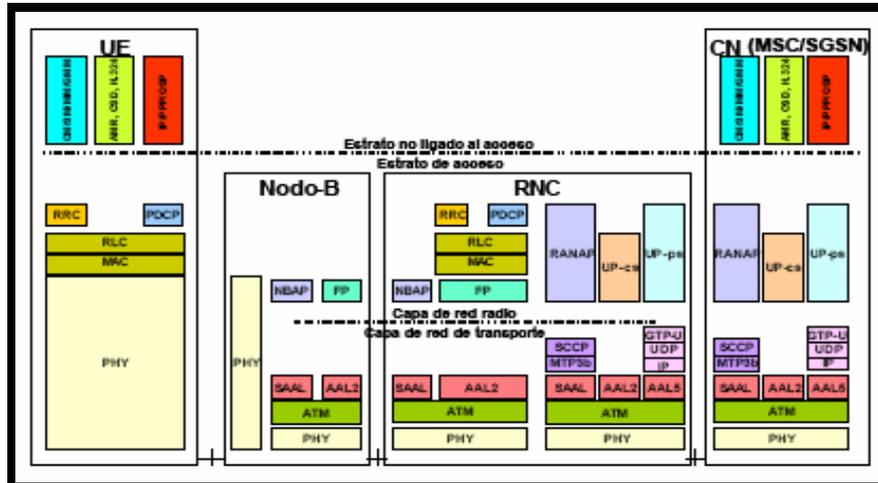
- Información de suscripción
- IMSI (*Internacional Mobile Subscriber Identity*)
- Identificaciones temporales
- Dirección PDP
- Información de Ubicación
- La célula o área donde se encuentra el móvil
- Número VLR

### **3.2 Protocolos UTRAN**

En la figura siguiente se muestran, de manera simplificada, los diversos bloques que componen la arquitectura de protocolos de UTRAN. En dicha figura se han omitido algunos detalles por motivos de claridad (por ejemplo, no se muestra el interfaz Iur).

Los protocolos de UTRAN se estructuran en dos capas: la capa de red radio (RNL, *Radio Network Layer*) y la capa de red de transporte (TNL, *Transport Network Layer*). Esta descomposición tiene como objetivo aislar las funciones que son específicas del sistema UMTS (encuadradas dentro de RNL), de aquellas otras que dependen de la tecnología de transporte utilizada (ubicadas dentro de TNL).

Figura 11. Arquitectura de protocolos UTRAN.



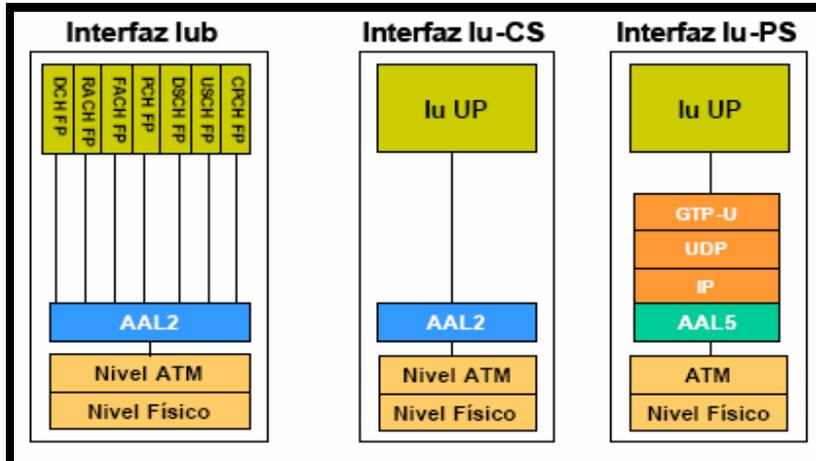
Fuente: 3GPP, "UTRAN General Overview", Especificación 3GPP 25.401

Como se ha indicado, en la *Release 99* la capa TNL se articula en torno al uso de ATM. La información que se transporta sobre ATM es básicamente de dos tipos: · Información móvil-red: Se trata de la información, señalización o tráfico de usuario, que intercambian entre sí los móviles y el nodo de entrada al núcleo de red. Este nodo será un MSC (*Mobile Switching Center*) en caso de una comunicación con el dominio CS, o un SGSN (*Serving GPRS Support Node*) en caso del dominio PS.

**Señalización UTRAN:** Se trata de información intercambiada entre nodos-Bs y RNCs (protocolo NBAP, *Node-B Application Part*), entre RNCs y Núcleo de Red (protocolo RANAP, *Radio Access Network Protocol*) y entre RNCs (*RNSAP, Radio Network Subsystem Application Part*).

En la figura siguiente se muestran con detalle los protocolos involucrados en el plano de usuario de los interfaces Iub, Iu-CS e Iu-PS. Los protocolos de adaptación ATM utilizados en cada caso son AAL2 para Iub e Iu-CS (también para Iur, aunque no se muestre en la figura) y AAL5 para Iu-PS.

**Figura 12. Protocolos involucrados en el plano de usuario**



Fuente: 3GPP, "UTRAN General Overview", Especificación 3GPP 25.401

Desde la perspectiva del plano de usuario, el interfaz Iub puede considerarse como una prolongación del interfaz radio. De hecho, si se observa con detenimiento la figura anterior se puede observar que los protocolos radio (RRC/RLC/MAC) terminan en el RNC. El transporte de las tramas radio (MAC) entre un nodo-B y su correspondiente RNC se basa en la utilización del protocolo AAL2, de modo que cada canal radio emplea una miniconexión AAL2.

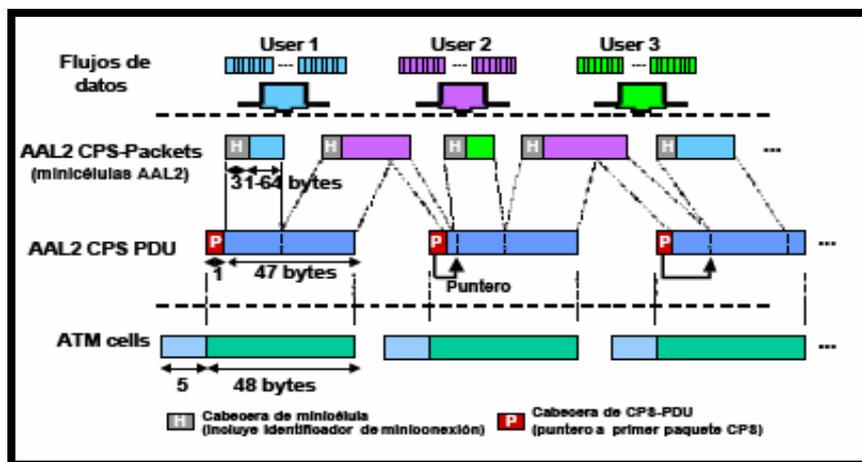
El protocolo AAL2, definido en la recomendación Q.363.2 del ITU-T, permite la multiplexión eficiente de varios flujos de datos (hasta 248 miniconexiones) sobre un mismo circuito virtual ATM.

El funcionamiento del protocolo AAL2 se ilustra en siguiente figura (Figura 13). En un primer paso, cada flujo de datos se convierte en un flujo de paquetes CPS (*Common Part Sublayer*), genéricamente denominados minicélulas AAL2, con una cabecera de tres octetos y una carga útil de 1 a 45 (ó 64) octetos (el tamaño que más convenga en cada caso). Los flujos de minicélulas resultantes son multiplexados (entrelazados) a continuación formando bloques de 47 octetos.

Añadiendo a cada bloque un octeto adicional (un puntero que facilita la recuperación ante pérdidas en recepción), se forman los segmentos de 48 octetos (CPS PDUs) con los que se rellena la carga útil de las células ATM de la conexión.

Sobre el interfaz lu, el protocolo AAL utilizado depende de si se trata de una comunicación modo circuito (lu-CS), en cuyo caso se usa AAL2, o una comunicación modo paquete (lu-PS), en cuyo caso se usa AAL5. En el caso del interfaz lu-CS, el empleo de AAL2 constituye la mejor opción para el transporte eficiente de flujos de datos modo circuito (paquetes de voz, datos modo circuito, fax). En el caso de lu-PS, la solución adoptada consiste en el empleo de un túnel IP (protocolo GTP, *GPRS Tunneling Protocol*) por sesión de datos, recurriéndose al protocolo AAL habitual para el transporte de IP, esto es, el protocolo AAL5.

**Figura 13. Funcionamiento del protocolo AAL2**



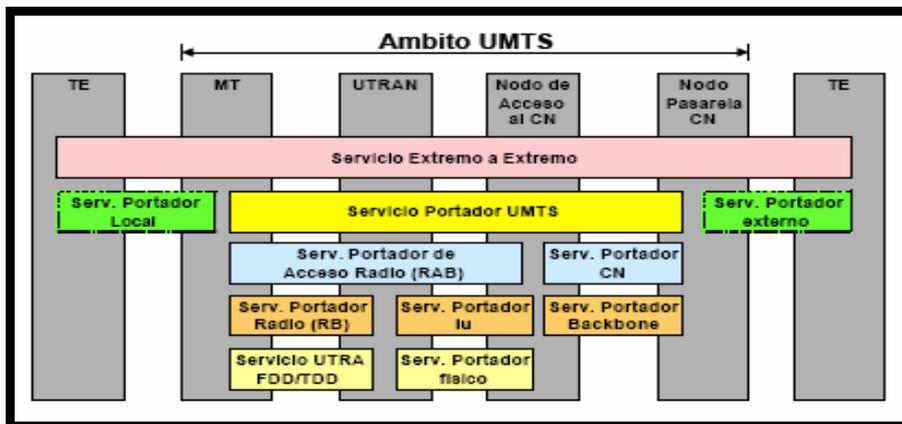
Fuente: 3GPP, "UTRAN General Overview", Especificación 3GPP 25.401

### 3.3 Calidad de servicio en UMTS

El soporte de QoS en UMTS se basa en la arquitectura jerárquica definida en la especificación TS 23.107.

La calidad de servicio extremo a extremo se sustenta en la calidad que proporcionan los servicios portadores subyacentes: el servicio portador local, el servicio portador UMTS y el servicio portador externo. Esto no limita sin necesidad los equipos terminales a usar como una PC y las potenciales redes destino con que comunicarse (como Internet). Por esto se centra exclusivamente en la normalización del servicio portador UMTS y deja fuera del ámbito de la calidad a los servicios local y externo.

**Figura 14. Soporte de QoS en UMTS**



Fuente: 3GPP. "QoS Concept and Architecture", Especificación 3GPP 23.107

En una segunda descomposición, el servicio portador UMTS se sustenta en la QoS que le proporciona el servicio portador de acceso radio (RAB) y el servicio portador del núcleo de red. El primero va desde el móvil y el nodo de acceso al núcleo (un MSC o un SGSN, según el caso), pasando a través del interfaz radio (Uu), la red de acceso radio (UTRAN), y el interfaz Iu. El concepto de RAB es determinante en la calidad de servicio, puesto que implica la utilización de recursos sobre el interfaz radio y la red de acceso, precisamente donde se presentan las mayores limitaciones de ancho de banda.

El servicio portador del núcleo de red, por su parte, abarca el trayecto comprendido entre el nodo de acceso (MSC o SGSN) hasta el nodo pasarela (GMSC o GGSN) hacia la red destino de interés (ej. RTC o Internet). La calidad del servicio (QoS) en este trayecto se apoya en la que proporciona el correspondiente *backbone* (de circuitos o de paquetes).

### **3.4 Tipos de tráfico en UMTS**

Desde el punto de vista de los requisitos de QoS, y atendiendo fundamentalmente al criterio de su tolerancia al retardo, en UMTS se han definido cuatro clases de tráfico:

#### **3.4.1 Conversacional.**

Dentro de esta clase se encuadran las comunicaciones de audio y vídeo en tiempo real entre personas. Este tipo de comunicaciones se caracteriza por exigir un retardo extremo a extremo muy reducido, con objeto de que los usuarios no pierdan la sensación de interactividad. Ejemplos de aplicaciones conversacionales son la telefonía, la videotelefonía o la videoconferencia.

#### **3.4.2 Streaming (afluente).**

En esta categoría se incluyen las aplicaciones que permiten a los usuarios la descarga de contenidos multimedia (audio y video clips) para su reproducción on-line, con una sensación que, sin serlo, se aproxima a la de tiempo real. Al ser unidireccional la transferencia, permite retrasar el instante de inicio de la reproducción posibilitando el empleo de “*buffers*” relativamente grandes en el extremo receptor para absorber las fluctuaciones de retardo.

### **3.4.3 Interactivo.**

Esta clase de tráfico engloba las aplicaciones de acceso remoto a información en la modalidad online, donde el usuario (o una máquina) envía peticiones hacia el equipo remoto esperando que éste le devuelva las respuestas en un tiempo razonablemente reducido. Ejemplos de aplicaciones bajo esta categoría son la navegación web, las consultas a bases de datos o el acceso remoto a ordenadores (telnet).

### **3.4.4 Background (diferible)**

Esta última clase da cabida a un número considerable de aplicaciones de datos en las que el usuario no exige una respuesta inmediata por parte de la red, admitiendo retardos que oscilan desde unos pocos segundos hasta incluso varios minutos. Ejemplo de tales aplicaciones son el correo electrónico o la descarga de ficheros, por citar algunas. La formalización del concepto de calidad de servicio en UMTS recurre a la clásica solución consistente en la definición del correspondiente conjunto de parámetros o atributos. Así, en la especificación TS 23.107 se define una docena de atributos de calidad de servicio, así como el rango de valores que éstos pueden tomar. Como se observa en la figura 15, no todos los atributos son aplicables a las cuatro clases de tráfico definidas.

**Figura 15. Tipos de tráfico en UMTS**

	Conversacional	Streaming	Interactivo	Background
Tasa de bit máxima	X	X	X	X
Entrega ordenada	X	X	X	X
Tamaño máximo SDU	X	X	X	X
Información de formato de SDU	X	X		
Porcentaje de SDU's erróneo	X	X	X	X
Porcentaje de error de bit residual	X	X	X	X
Entrega de SDU's erróneas	X	X	X	X
Retardo de transferencia	X	X		
Tasa de bit garantizada	X	X		
Prioridad de tráfico			X	
Prioridad de asignación/retención	X	X	X	X

Fuente: 3GPP. "QoS Concept and Architecture", Especificación 3GPP 23.107

La especificación TS 23.107 propone también una arquitectura donde se identifican el tipo de funciones requeridas para el soporte de QoS en una red UMTS. Se trata de un modelo genérico, que deja libertad absoluta en lo referente a los detalles de implementación. Puede decirse, en definitiva, que la arquitectura para el soporte de QoS definida por el 3GPP es incompleta, siendo muchos los aspectos que deja sin concretar. En los siguientes apartados se abordan algunas alternativas para la solución de dichos aspectos.

### 3.5 Dimensionado de UTRAN

El empleo de una tecnología de conmutación de paquetes, como lo es ATM, en UTRAN supone un cambio trascendental en relación con los actuales sistemas 2G, basados en el paradigma de conmutación de circuitos. Este cambio afecta a la metodología de dimensionado, puesto que los clásicos modelos de Erlang utilizados en las redes 2G no son de aplicación directa en el nuevo escenario. El dimensionado de UTRAN debe, más bien, inspirarse en los modelos desarrollados dentro del ámbito de las redes multiservicio con garantías de QoS.

Desafortunadamente, y a pesar de los logros alcanzados durante las últimas décadas, no existe aún una experiencia suficientemente consolidada en este terreno. Un tratamiento riguroso del problema requiere la consideración de múltiples factores, entre los que cabe considerar los siguientes:

- La carga de tráfico a soportar en cada interfaz, teniendo en cuenta las distintas contribuciones (tráfico de usuario, señalización, gestión, sobrecarga de cabeceras etc.)
- Los parámetros de tráfico de fuentes (tasa de pico, tasa media, factor de actividad, etc.)
- Los requisitos de QoS (tolerancia a pérdidas y retardos) asociados a cada tipo de tráfico.
- Las diferentes estrategias de multiplexión de tráfico sobre ATM y el ahorro de ancho de banda que éstas pueden proporcionar (ganancia por multiplexión estadística).
- Las políticas de gestión de tráfico (control de admisión, priorización de tráfico, control de congestión)
- La consideración detallada de todos estos factores puede conducir a modelos analíticos muy complejos.

Es por ello que en la práctica suele recurrirse a modelos simplificados o al empleo de técnicas de simulación.

### **3.5.1 Carga de tráfico**

Uno de los puntos de partida esenciales en el dimensionado de cualquier red de comunicaciones es el conocimiento acerca de la demanda de tráfico a cursar. En el caso de UMTS, su naturaleza multiservicio requiere el desglose de las previsiones de tráfico por servicio o, al menos, por clases de tráfico.

Las consideraciones de tráfico a aplicar en UTRAN deben estar en consonancia con las utilizadas en el proceso de planificación radio. El resultado principal de este proceso es la determinación del número de Nodos-B necesarios para cubrir una determinada zona geográfica según criterios de cobertura, previsiones de tráfico y grado de servicio. Puesto que, por otro lado, el cuello de botella en las redes celulares normalmente está en el interfaz radio, cabe plantearse como criterio inicial para el dimensionado de UTRAN su capacidad para cursar todo o casi todo el tráfico que el interfaz aire pueda admitir.

Además del tráfico debido a las aplicaciones utilizadas por los usuarios, es necesario tener en cuenta otros: señalización móvil-red, señalización UTRAN (NBAP, RNSAP, RANAP), y tráfico de gestión (OAM, *Operation and Maintenance*). En el caso de los interfaces Iub e Iur también debe considerarse la contribución adicional debida a traspasos suaves. Habitualmente estas contribuciones suelen considerarse mediante la aplicación de un porcentaje sobre el tráfico de usuario o una aportación fija por elemento (Nodo-B o RNC, según el caso). A la hora de efectuar los cálculos es necesario tener en cuenta también las sobrecargas debidas a las cabeceras de los distintos protocolos UTRAN.

### **3.5.2 Modelos de tráfico**

Existen diversos estudios que proponen o utilizan modelos de tráfico en redes de acceso de sistemas 3G. Sin embargo, no se han encontrado, estudios en los que se aborden de manera conjunta las cuatro clases de tráfico definidas en UMTS (conversacional, afluente, interactivo y diferible). A continuación se propone un modelo de tráfico que se estima apropiado para el dimensionado de UTRAN.

Se trata de un modelo aplicable a las cuatro clases de tráfico (aunque los parámetros concretos variarán de una a otra), y capaz de representar la tasa variable que muchas fuentes de tráfico exhiben en la realidad, posibilitando la consideración y evaluación del efecto de la multiplexión estadística en la fase de dimensionado.

Puesto que en nuestro caso estamos interesados en el estudio de la red de transporte ATM de UTRAN, los modelos de tráfico consideran no sólo el comportamiento de la aplicación en sí, sino las características relevantes de los protocolos de la capa de red radio. En el caso de aplicaciones asimétricas, se supondrá implícitamente que se modela el sentido descendente de la comunicación, por ser éste el que presentará en un caso típico más cantidad de tráfico. El modelo que proponemos incluye tres niveles, concepto que está en consonancia con varios de los estudios de caracterización de tráfico revisados. Los tres niveles considerados son los siguientes:

#### **3.5.2.1 Nivel de sesión.**

Mediante este nivel se modela el inicio y final de una sesión de usuario (por ejemplo, una llamada de voz, o una sesión de navegación Web). A este nivel los parámetros relevantes son los patrones de llegada y de duración de las sesiones.

En caso de que, como resultado de la fase de planificación radio, se disponga de información acerca del número de usuarios activos simultáneamente por cada Nodo- B, este nivel podría abstraerse y suponer, a la hora de dimensionar UTRAN, que todos los usuarios se encuentran dentro de una sesión activa.

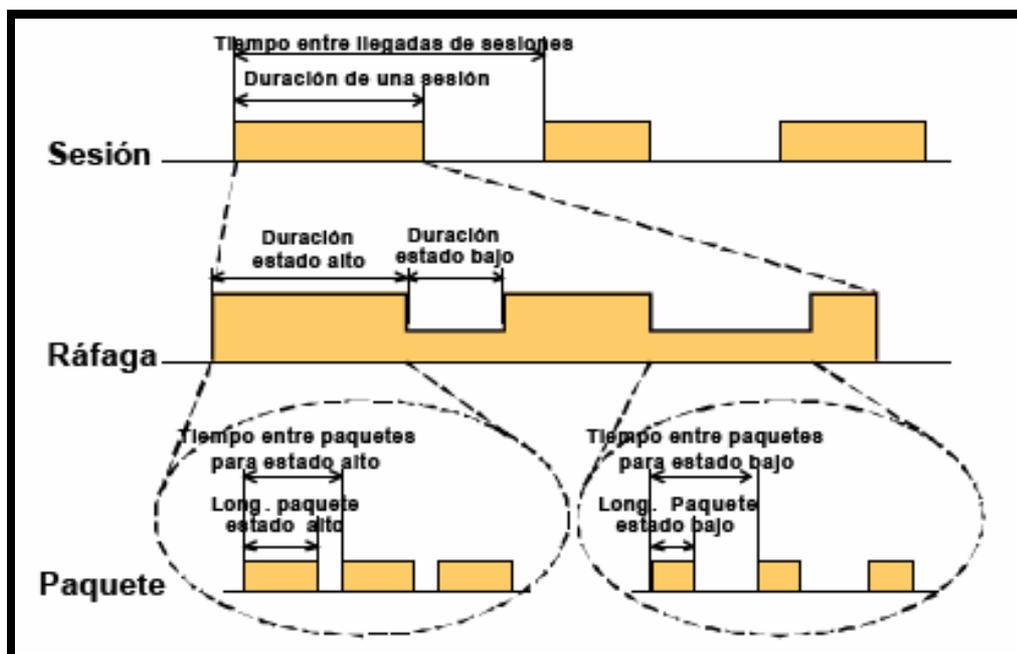
### 3.5.2.2 Nivel de ráfaga.

Cuando un usuario se encuentra activo, dentro de una sesión, su patrón de generación de tráfico se modela mediante dos estados (alto y bajo) con características diferenciadas de generación de paquetes. Los datos necesarios para la completa caracterización de este nivel son las distribuciones estadísticas de la duración de cada uno de los dos estados.

### 3.5.2.3 Nivel de paquete

A este nivel se especifica, dentro de cada uno de los dos estados del nivel anterior, el proceso estadístico de generación de paquetes. Las distribuciones del tiempo entre llegadas de paquetes y del tamaño de los paquetes son los dos aspectos significativos.

Figura 16. Niveles de tráfico



Fuente: <http://greco.dit.upm.es/~abgarcia/publications/2002CITA.pdf>

Para concretar los parámetros relevantes de cada clase de tráfico, se ha propuesto la elección de una aplicación lo suficientemente significativa de cada tipo. Así, por ejemplo, haciendo uso de la información contenida en algunas de las especificaciones del 3GPP (entre ellas TS 23.107 y TS 22.105), cabría elegir las siguientes aplicaciones representativas:

- Telefonía (códec AMR, *Adaptive Multirate*) para la clase conversacional,
- Video *streaming* para la clase afluyente, navegación Web para la interactiva, y
- Correo electrónico como ejemplo de tráfico diferible.

A título ilustrativo, en la tabla 1 se sugieren posibles valores para los parámetros de tráfico de voz y navegación Web, aplicables a los interfaces Iub e Iur (incluyendo la sobrecarga de todos los protocolos por encima de AAL2).

**Tabla I. posibles valores para tráfico**

	Voz	Web
<b>Nivel de ráfaga</b>		
Duración estado ALTO	exponencial media: 3 s.	geométrica media: 0,19 s.
Duración estado BAJO	exponencial media: 3 s.	geométrica media: 412 s.
<b>Nivel de paquete</b>		
Tiempo entre paquetes (estados ALTO y BAJO)	constante valor: 20 ms.	constante valor: 40 ms.
Tamaño de paquete en estado ALTO	constante valor: 40 octetos.	constante valor: 325 octetos.
Tamaño de paquete en estado BAJO	constante valor: 13 octetos.	constante valor: 0 octetos.

<http://greco.dit.upm.es/~abgarcia/publications/2002CITA.pdf>

Los valores de la tabla han sido calculados a partir de las indicaciones presentes en los documentos del 3GPP, y las recomendaciones de ETSI en su informe técnico TR 101 112. El nivel de sesión no se modela asumiendo que ya ha sido considerado en la fase de planificación radio.

### **3.6 Parámetros de QoS**

Cada clase de tráfico impone un conjunto de requisitos de QoS para cuya satisfacción la red de transporte debe ser cuidadosamente dimensionada en cada uno de sus tramos. De todos los parámetros de QoS que las especificaciones de UMTS definen, dos de los que más claramente influyen en el dimensionado de UTRAN son el ratio de errores y el retardo máximo de transferencia (este último para las dos clases de tiempo real: conversacional y afluente).

Los valores de partida para los dos parámetros de QoS seleccionados pueden derivarse a partir de las indicaciones para el servicio portador RAB definidas en TS 23.107. Estos parámetros deben ser traducidos o adaptados a requisitos parciales en cada uno de los interfaces de la red de acceso, a fin de obtener valores que puedan ser directamente utilizados para el dimensionado de los mismos. Así, para el retardo de transferencia, el informe técnico TR 25.853 proporciona una buena base sobre la que establecer la metodología de adaptación ya que muestra un desglose de los retardos involucrados en el servicio RAB, para los servicios de tiempo real.

El límite en el retardo de multiplexión y demultiplexión en cada enlace será el que, junto con el resto de los retardos estimados en el informe del 3GPP, provoque que el retardo total en el servicio RAB sea el máximo permisible dependiendo de la clase de tráfico.

A la hora de adaptar el retardo admisible se debe tener en cuenta la posible utilización de mecanismos de recuperación de errores por parte del protocolo RLC (Radio Link Control), entre la terminación móvil y el RNC que le da servicio. Este mecanismo no se utiliza en el caso de la clase conversacional, donde los límites de retardo son muy estrictos.

Partiendo de la tasa máxima de errores permisible en el servicio RAB (TS 23.107) se deben ir realizando las adaptaciones oportunas teniendo en cuenta los múltiples factores que entran en juego, entre los que cabe destacar los siguientes:

- En ocasiones se debe desglosar una determinada tasa de errores en dos tramos físicos adyacentes. En este caso, si se supone que las probabilidades de error son mucho menores que uno (único caso en que el funcionamiento del sistema será de alguna utilidad), la probabilidad conjunta será aproximadamente la suma de las de cada tramo.
- En caso de que un protocolo realice segmentación y/o concatenación de SDUs (*Service Data Units*) de nivel superior, un error o una pérdida de una PDU (Protocol Data Unit) del protocolo provoca en general la pérdida de un número mayor de SDUs de la capa usuaria. En la figura 8 se puede ver mediante un ejemplo este efecto, típico por ejemplo del procesado llevado a cabo por la capa AAL2 para la transmisión de SDUs sobre células ATM.
- Evidentemente, los mecanismos de detección o corrección de errores utilizados permiten relajar los requisitos de pérdidas a imponer a capas inferiores. En el caso del servicio RAB, la posible utilización de retransmisiones en RLC debe ser tenida en cuenta a este respecto.

## 4. TECNOLOGÍA DE ACCESO AL MEDIO DE UMTS (WCDMA)

### 4.1 Introducción a WCDMA

WCDMA (*Wide Code Division Multiple Access* o acceso múltiple por división de código ancho) es la tecnología de acceso al medio que utiliza UMTS, esto es, la forma en que accede la información que transporta de un usuario a otro. Luego de describir la arquitectura física de UMTS, en este capítulo se hará una descripción breve de los componentes de esta tecnología para que pueda ser entendido el funcionamiento lógico de UMTS.

Pues bien, para poder entender el WCDMA es necesario comprender aspectos como técnicas de modulación digitales, códigos existentes para UMTS, procesos de esparcimiento, la canalización, el *scrambling*, etc., todos como parte del funcionamiento del modelo de capas de UMTS. Como se verá, WCDMA se basa en un protocolo formado por varias capas, cada una con distintos servicios y funciones, que interactúan entre sí para lograr la comunicación, de datos y voz, entre dos móviles en una red de tercera generación.

El proceso de Esparcimiento / modulación en el manejo de los datos en la capa 1, sigue un orden en el que primero intervienen los códigos de canalización, en seguida actúan los códigos de *scrambling* y por último la modulación de los datos.

### 4.1.1 Spreading

El término *spreading* (extendido) se refiere a aumentar el ancho de banda más allá del ancho requerido por una señal, con miras a acomodar la información.

La siguiente figura muestra el proceso de esparcimiento para la transmisión de una señal en banda base, así como el proceso inverso. Muestra también, las interferencias más comunes en un canal de comunicación de un sistema celular. CDMA utiliza códigos de extendido únicos para lograr extender el ancho de banda de los datos en banda base antes de la transmisión, la secuencia de transmisión es la siguiente:

- 1.) Se utiliza un código de extendido único para extender el ancho de banda de los datos.
- 2.) La señal se transmite en un canal con poco ruido
- 3.) La señal original es pasada por un filtro pasa banda.
- 4.) El receptor utiliza el mismo código para recuperar la señal.
- 5.) Las señales no deseadas no serán recuperadas y no pasan el filtro pasa banda.

Figura 17. Proceso de extendido

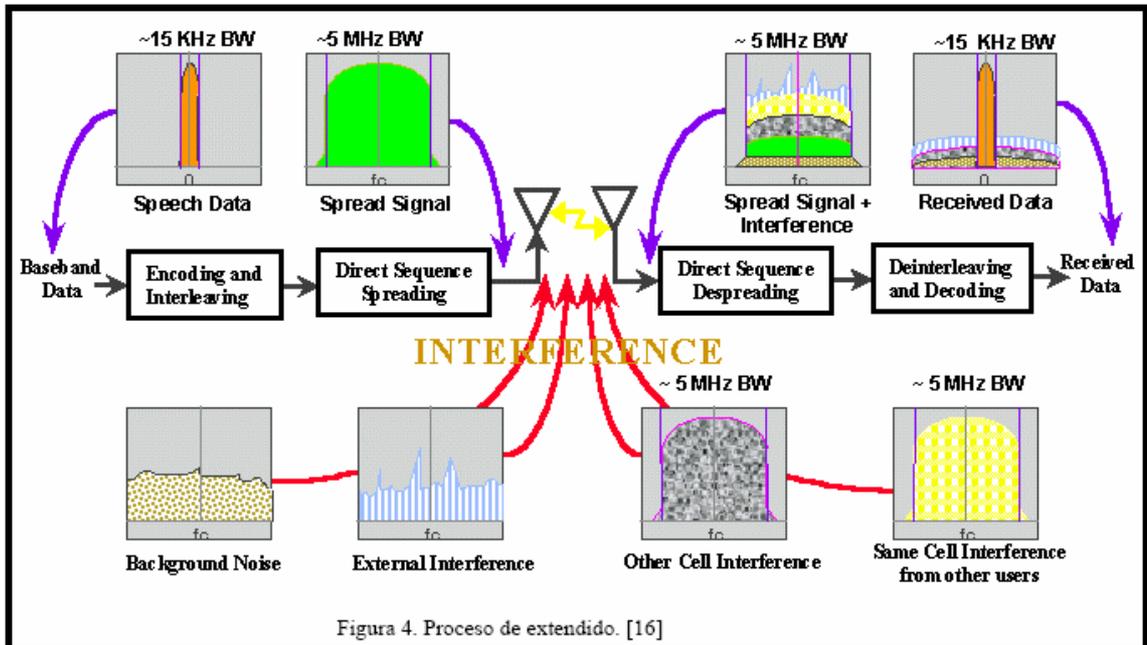


Figura 4. Proceso de extendido. [16]

Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo2.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo2.pdf)

Los códigos de extendido se diseñan para que la velocidad de los mismos sea mucho mayor que la de los datos, (unos y ceros), por lo menos el doble. Esta velocidad es llamada **velocidad de chip**.

Algunas de las ventajas de una señal de espectro extendido sobre otra en banda base son:

- Seguridad
- Resistencia a la interceptación
- Resistencia al desvanecimiento multirruta
- Soportan técnicas de acceso múltiple

Este proceso de extendido tiene dos operaciones para UTRAN:

- La Canalización
- La Revoltura

De la misma forma, en UTRAN se usan dos familias de códigos de extendido los cuales tienen diferentes propiedades:

- 1.) Los códigos ortogonales
- 2.) Los códigos de pseudos ruido

#### **4.1.2 Técnicas de modulación de espectro extendido**

La información se modula en una señal de espectro extendido de muchas formas. Esta modulación puede tener dos esquemas:

- **De fase:** Se le llama señal de espectro extendido de secuencia directa.
- **De frecuencia:** se obtiene con un cambio rápido en la frecuencia de la señal portadora.
- **Salto en el Tiempo:** El tiempo de transmisión es dividido en intervalos llamados "tramas". Cada trama se divide después en ranuras de tiempo.

##### **4.1.2.1 Códigos de extendido**

Obviamente, extender la señal de RF resulta en una opción muy cara, debido a la gran solicitud del espectro y su característica de limitación.

En UTRAN se usa la técnica de DS-SS para el extendido. El transmisor DS-SS modula la señal por un código de extendido y el receptor utiliza una réplica del mismo código. Las razones por las cuales extender la señal es buena opción son que una señal con ancho de banda amplio:

- Resiste más la interferencia y puede sobrevivir en un ambiente de mucho ruido.
- Es difícil de interceptar ya que la energía se riega por todo el ancho de banda haciéndola difícil de ubicar.
- Permite el acceso múltiple.
- Brida privacidad
- La protege contra la interferencia multiruta.

Los códigos de extendido son llamados frecuentemente secuencias de extendido. Para UTRAN existen dos códigos en su interfaz aérea:

- 1.) Los códigos ortogonales y
- 2.) Los códigos de Pseudos Ruido (PN –Pseudo noise)

Ambos códigos son usados en el enlace de subida como en el enlace de bajada.

#### **4.1.2.2 Códigos ortogonales**

Son aquellos que en un ambiente ideal no interfieren unos con otros. Para que esto sea posible, dichos códigos deben estar sincronizados en tiempo, así, pueden usarse en enlace de bajada para separar usuarios en la misma célula.

Sin embargo, en el enlace de subida sólo pueden separar servicios de un solo usuario, y no se pueden utilizar para separar distintos usuarios en la célula, pues los móviles no se encuentran sincronizados en tiempo unos con otros y por tanto sus códigos no pueden ser ortogonales. Una excepción es que el sistema utilice el modo TDD con su enlace de subida sincronizado.

Los códigos ortogonales no se pueden utilizar en el enlace de bajada entre estaciones, debido a que existe un número limitado de códigos ortogonales que deben reutilizarse en cada célula, esto puede resultar en que un UE pueda recibir el mismo código de dos estaciones base distintas al mismo tiempo cuando éste se encuentre en los límites de la misma, sólo que uno estaría dirigido al UE y el otro a otro usuario. Si se usa un solo código ortogonal, esta señal podría interferir con otra drásticamente. Sin embargo, en el enlace de subida las señales de un solo usuario están sincronizadas en tiempo, y permite que los códigos sean ortogonales y se puedan separar los canales del mismo usuario.

En el enlace de bajada, el mismo árbol de códigos ortogonales es utilizado por la estación base para todos los móviles en esa célula. Un manejo cuidadoso es necesario para que una estación base no utilice otros códigos de canalización. Puesto que los códigos de canalización se usan en el enlace de bajada para separar conexiones de distintos usuarios en la misma célula.

En el enlace de bajada de las estaciones bajas la transmisión no es ortogonal, por lo que el UE debe identificar a la estación por el código de *scrambling* y luego de la señal correcta tomar los datos usando los códigos de canalización. El enlace de bajada, entonces, no puede ser completamente ortogonal.

#### **4.1.2.3 Códigos de seudos ruido**

En la interfaz aérea de UTRAN los códigos ortogonales no pueden realizar funciones por sí solos, sino sólo se aplican a señales sincronizadas, lo cual no sucede con usuarios que no tienen sincronía en el enlace de subida. Se necesita algo más.

Esto que se necesita son los códigos de pseudo ruido, que se usan en la segunda parte del proceso de extendido, dicha segunda parte recibe el nombre de **revoltura (*scrambling* en inglés)**.

En esta parte, se utiliza la función XOR con los códigos de revoltura de pseudo ruido y se multiplica por la señal. Dichos códigos pueden ser largos (códigos con períodos de 10 milisegundos) o cortos (códigos S(2)). Dichos códigos de pseudo ruido tienen muy buena auto correlación.

La autocorrelación de la señal consigo misma retrasada en el tiempo permite que al recibirla y volver a ser multiplicada por el código de pseudo ruido que la generó, se encuentre una buena auto correlación si es la señal correcta, y así poder distinguirla.

Dicha propiedad es utilizada para la secuencia de sincronización inicial y para separar los componentes generados por las distintas rutas que sigue una señal cuando encuentra obstáculos en su camino.

Hay muchos códigos de pseudo ruido en el enlace de subida así que no habrá problemas de sincronía o de cancelación entre ellos, y un código de extendido identificará a un UE a una estación base específica.

Cada Nodo B tiene sólo un código de revoltura primario y el UE usa esta información para separar las estaciones base. Existen 512 códigos de revoltura primarios en el enlace de bajada, estos se dividirán en 64 grupos y cada uno consistirá de 8 códigos para el proceso de sincronización. En el enlace de bajada los códigos de revoltura son utilizados para reducir la interferencia entre estaciones base.

También existen los códigos de revoltura secundarios. Cada primario tiene 16 secundarios, que se utilizan en células sectorizadas, donde los códigos para separar sectores no pueden ser ortogonales entre ellos.

#### **4.1.2.4 Códigos de canalización**

Estos son tanto para enlace de subida como de bajada, conservan las propiedades de ortogonalidad entre los canales físicos de distintos usuarios. El algoritmo para crearlos produce árboles de códigos en donde cada nivel define un código de canalización con longitud SF. En UTRAN se usa el SF de 4 a 512, donde del 4 al 456 se usa para el enlace de subida y el 512 es añadido para el de bajada. Todos los códigos del mismo árbol no se pueden usar dentro de la misma célula. Cuando se usa el código correcto se obtiene la señal y si se utiliza un código incorrecto se obtiene ruido.

#### **4.1.2.5 Códigos de revoltura**

Existen 2 a la 24 códigos de revoltura (*scrambling*) en el enlace de subida y se pueden usar tanto los cortos como los largos. El código lo elige la red y avisa al usuario en el enlace de bajada para que le utilice.

Los códigos de enlace de bajada, que son 2 a la 18, se dividen en 512 juegos cada uno es un código primario y 15 secundarios. A cada celda se le asigna un código de revoltura primario. El canal de control común primario se transmite usando este código primario.

#### 4.1.2.6 Códigos de sincronización

Estos sirven para multiplicarse por los canales de sincronía. Los códigos primarios se usan para los canales primarios. Existen 16 distintos códigos de sincronía secundarios, los cuales se envían por los canales secundarios, pero sólo durante los primeros 256 chips de cada ranura de tiempo. Estos códigos son conocidos por todos los UE's.

La estación base puede cambiar los códigos transmitidos cada ranura de tiempo. Existen 64 distintas secuencias de códigos de sincronía. Una secuencia en particular le dice al UE acerca del grupo de códigos de revoltura en la célula.

**Tabla II. Resumen de los códigos usados en WCDMA**

	<b>Códigos de sincronía</b>	<b>Códigos de canalización</b>	<b>Códigos de Scrambling en el enlace de subida</b>	<b>Códigos de revoltura en el enlace de bajada</b>
<b>Tipo</b>	Códigos de Oro Códigos de sincronización primarios y secundarios	Códigos OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor) llamados también códigos Walsh	Códigos de oro (largos) y códigos S(2) (cortos) Códigos de Pseudo ruido	Códigos de oro Códigos de Pseudo ruido
<b>Longitud</b>	256 chips	4-512 chips	38400 chips / 256 chips	38400 chips
<b>Duración</b>	66.67 $\mu$ s	1.04 $\mu$ s - 133.34 $\mu$ s	10 ms / 66.67 $\mu$ s	10 ms
<b>Numero de códigos</b>	1 primarios / 16 secundarios	= SF 4 ... 256 UL, 4 ... 512 DL	16,777,216	512 primarios/ 15 secundarios por cada primario
<b>Esparcimiento</b>	No	Si	No	No
<b>Uso</b>	Permitir a las terminales sincronizarse con los canales de control principales de la célula	UL: Para separar el DPDCH y el DPCCH del mismo UE DL: Para separar las conexiones en el enlace de bajada de diferentes usuarios de la misma célula	Separación de terminales	Separación de sectores

Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo2.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo2.pdf)

### 4.1.3 Extendido en UTRAN

El extendido en UTRAN consiste de las siguientes operaciones:

- 1.) **Canalización:** transforma cada símbolo de datos en un número mayor de chips, donde el valor de (chip/símbolo) es llamado SF (*spreading factor* o factor de extendido). Este proceso incrementa el ancho de banda de la señal.
  
- 2.) **Revoltura:** utiliza códigos de revoltura para multiplicar las fases de la señal, dichos códigos tienen propiedades de auto correlación alta.

La modulación es el proceso en el que los símbolos transmitidos multiplican a una señal portadora. Los símbolos modulados se llaman chips y su velocidad de modulación es de 3.84 Mcps. El esquema de modulación usado es QPSK.

### 4.1.4 Modulación de los datos

Un esquema de modulación de datos define como los bits son combinados con la señal portadora, la cual siempre es una señal senoidal. Las técnicas de modulación ASK, FSK y PSK son técnicas digitales de modulación de datos que pueden ser utilizadas en 3G.

En ASK (*amplitude Shift Keying*) la amplitud de la señal portadora es modificada o multiplicada por la señal digital.

En FSK (*Frequency shift Keying*) la frecuencia de la señal portadora de radio es modificada por la señal digital.

En PSK (*Phase shift Keying*) es la fase de portadora de radio la que varía con la señal digital. En los sistemas de telefonía celular modernos, las diferentes variaciones de la modulación PSK (BPSK, QPSK, GMSK, M-ary PSK, etc) son las más utilizadas.

En el caso de un esquema de modulación BPSK (*Binary Phase Shift Keying*) cada bit de datos es separado en dos símbolos de datos. Las reglas de mapeo en un diagrama de constelación es que el 1 se representa como un +1 y el 0 se representa como un -1. Por tanto, existen sólo dos fases posibles en BPSK, 0 y  $\pi$  radianes.

En el caso del esquema de modulación QPSK (*Quaternary PSK*) existen cuatro fases posibles: 0,  $2\pi$ ,  $\pi$ ,  $3/2\pi$ , radianes. Dos bits son transformados en un símbolo de datos complejo. El sistema GSM usa un esquema de modulación llamado GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*).

El número de veces en el que un parámetro de la señal ya sea amplitud, frecuencia o fase varía por segundo se le conoce como velocidad de símbolo, la cual es medida en baudios y 1 baudio es igual a un cambio por segundo. En los esquemas ASK, FSK y PSK la velocidad de símbolo es la misma que la de bit, mientras que en la modulación QPSK y M-ary PSK la velocidad excede el baudio. En CDMA la velocidad de modulación se llama velocidad de chip. La última etapa en la modulación es convertir los símbolos en chips.

El sistema UTRAN utiliza la modulación QPSK en el enlace de bajada. La velocidad de chip en la modulación es de 3.84 Mcps. en el de subida, UTRAN utiliza un esquema de revoltura complejo, que en UTRAN se denomina QPSK de canal dual.

También se llama HPSK (*Hybrid Phase Shift Keying*) u CQPSK (*Orthogonal Complex QPSK*) dado que WCDMA resuelve los problemas de la transmisión discontinua en el enlace de subida y el del consumo de potencia innecesario en el Móvil o UE.

#### **4.1.5 Modulación y consumo de energía**

La conexión en el enlace de subida es lo que consume mayor batería del móvil. Así que debe utilizarse un esquema de modulación que minimice esta energía utilizada. Si se logra hacer que la diferencia entre el pico de potencia del móvil y el nivel de potencia promedio de la señal producida por el esquema de modulación sea pequeña, el consumo será menor por parte del UE (móvil). Si se usa el QPSK como esquema de modulación (que se usa en el enlace de bajada) puede resultar en una diferencia entre la potencia promedio de la señal y el pico de potencia del móvil alta.

En el esquema QPSK propuesto para UTRAN los canales físicos se multiplexan en el plano I/Q, es decir, el canal de control dedicado es transmitido por el eje Q y el primer canal de datos es transmitido en la ruta del eje I.

Otro elemento importante que determina el desgaste de energía es el esquema de control de potencia utilizado, entre los que están:

- Control de potencia de lazo abierto
- Control de potencia de lazo cerrado
- Control de potencia de lazo interno

#### 4.1.6 Codificación del canal en UTRAN

UTRAN utiliza dos esquemas de corrección de errores:

**Los códigos convolucionados:** protegen la información de errores, operan sobre las tramas de datos, poseen memoria así que los bits de salida no dependen necesariamente de los bits de entrada, que pueden encontrarse con los de salida y la memoria. Un código convolucional puede ser descrito con el formato  $(n,k,m)$  o número de bits de salida por palabra de datos,  $k$  es el número de bits de entrada y  $m$  es la longitud de la memoria.

**Los turbo códigos:** Son muy eficientes, la salida de la decodificación es usada para ajustar la entrada de datos, este proceso iterativo mejora la calidad de la salida del decodificador.

Existe también la codificación de bloque, que no es tanto una codificación sino una detección de errores. Así, tenemos 4 tipos de codificación posibles para UTRAN:

- 1.) Codificación de bloque
- 2.) Turbo Códigos
- 3.) Códigos de convolución
- 4.) Ninguna Codificación.

#### 4.2 Descripción detallada de WCDMA

Cuando se desarrolló UTRAN, dos principios importantes que rigieron este proceso fueron conservar ciertos aspectos de la tecnología independientes de la tecnología de radio de las interfaces aéreas. Estos aspectos son:

- El manejo de la movilidad (MM)
- El manejo de la conexión (CM)

Estos principios se pueden mantener con los conceptos siguientes:

**AS (*Access Stratum*):** Es una entidad funcional que incluye los protocolos de acceso de radio entre el UE y UTRAN. Dichos protocolos terminan en UTRAN.

**NAS (*Non Access Stratum*):** Incluye la red central, y los protocolos entre el UE y la misma CN. Dichos protocolos no terminan en UTRAN, sino en la Red Central, UTRAN es transparente para el NAS.

Para empezar el conocimiento de WCDMA como interfaz aérea se puede iniciar con base en el Modelo OSI (como se mencionó al inicio del capítulo). Dicho modelo consta de 7 capas. Pues bien, la interfaz de radio utilizada en el sistema UTRAN puede ser descrito por las tres primeras capas (física, enlace de datos y red). La capa más baja es la física, la capa dos tiene varias subcapas:

- MAC (*Medium Access Control*): capa de control de acceso al medio
- RLC (*Radio Link Control*): capa de control de radio enlace.
- BMC (*Broadcast Multicast Control*): capa de multidifusión
- PDCP (*Packet Data Convergence Protocol*): Capa de protocolo de convergencia de datos empaquetados.

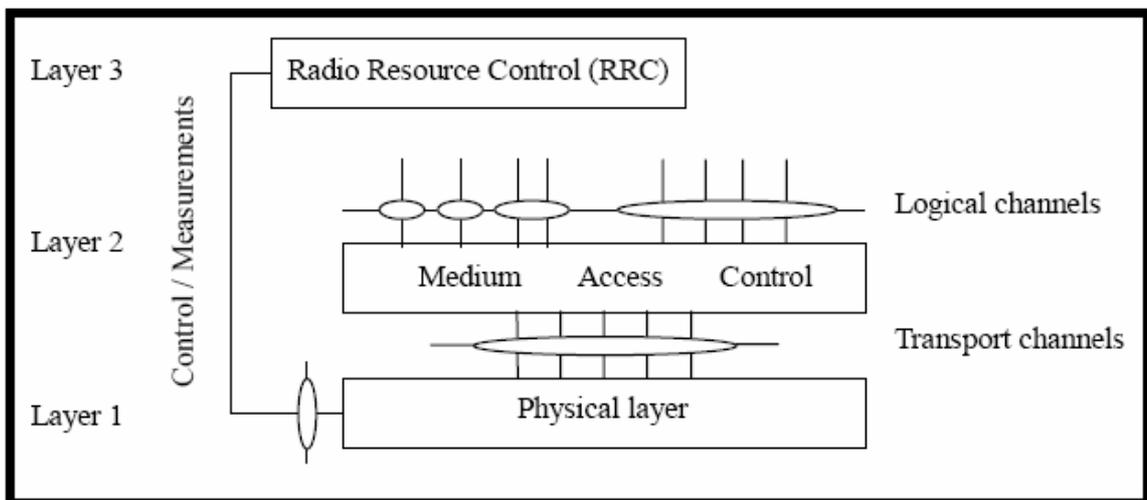
La capa 3 o de red incluye las siguientes subcapas:

- RRC (*Radio Resource Control*): capa de control de recursos de radio.
- MM (*Mobility Management*): capa de manejo de la movilidad.

- GMM (*GPRS Mobility Management*): capa de manejo de la movilidad GPRS.
- CC (*Call Control*): Capa de control de llamadas.
- SS (*Supplementary Services*): Capa de servicios suplementarios.
- SMS (*Short Messages Services*): capa de servicios de mensajes cortos.
- SM (*Session Management*): capa de manejo de la sesión.
- GSMS (*GPRS Short Message Service Support*): capa de servicio de soporte para mensajes cortos de GPRS.

En GSM las capas inferiores son diferentes que en UMTS, puesto que la tecnología usada para radio acceso es TDMA y en UMTS es CDMA. Es por esto que también el protocolo debe ser distinto. En la figura siguiente se muestra la arquitectura de WCDMA.

**Figura 18. Arquitectura de WCDMA**



Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo3.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo3.pdf)

En las siguientes secciones se explicará brevemente las capas más importantes en el protocolo de WCDMA.

### 4.3 Capa física de WCDMA

Es la capa más baja en el modelo de protocolo de WCDMA como interfaz aérea. Ésta tiene que atender diferentes aspectos dependiendo si se trata de equipo de usuario o en el nodo B.

Esta capa además tiene interfaces lógicas con las subcapas MAC y RRC. La interfaz con la primera es PHY y se usa para transferir datos, es decir es un canal de transporte. La interfaz con la segunda es CPHY (Control PHY) y se usa para control y mediciones de la información transferida. La información obtenida por esta segunda no se envía a ningún lado y sirve sólo para administración de la capa 1.

La velocidad de transmisión de un chip en la interfaz aérea del estándar de UTRAN es de 3.84 Mcps. Una trama con duración de 10 ms es dividida en 15 ranuras de tiempo, las cuales hacen 2560 chips/ranura de tiempo. Esto implica que cada una puede transferir 2560 bits. Sin embargo, la velocidad de transmisión depende del SF usado en el canal. En el modo FDD los SF son desde 4 hasta 256 para el enlace de subida y de 4 a 512 para el de bajada, mientras que en el modo TDD son desde 1 hasta 16 en ambas direcciones. Esto nos da transferencias desde 7500 bits/s hasta 960 Kbps para FDD y desde 240 Kbps hasta 3.84 Mbps para TDD.

Por último, toda la información anterior es para un canal sencillo, mientras que cada usuario puede disponer de varios canales simultáneamente.

### 4.3.1 Funciones de la capa física

Las funciones a realizarse en la capa física son las siguientes:

- Codificación y decodificación para corrección de errores de los canales de transporte.
- Mediciones e indicaciones de radio a las capas superiores.
- Distribución y combinación y la ejecución del sofá *handover*
- Detección de errores en los canales de transporte
- Equiparación de velocidades o tasas de transferencia para evitar pérdida de datos.
- Modulación, extensión y desmodulación, desextensión de los canales físicos.
- Sincronización en frecuencia y tiempo.
- Control de potencia de lazo cerrado.
- Procesamiento de RF
- Avance en tiempo en el enlace de subida en el modo TDD.

### 4.4 Canales en WCDMA

Existen distintos canales en WCDMA, entre los cuales están:

**Canales de transporte:** Son servicios ofrecidos por la capa 1 a las superiores, define el cómo y con qué características los datos se transmiten.

**Canales físicos:** contienen la portadora, los códigos de revuelta, los de canalización, el tiempo de inicio y la parada de transmisión en el enlace de subida.

**Canales compartidos:** pueden ser físicos o lógicos y se utilizan para transportar información compartida.

**Canales comunes::** Son canales de transporte cuyo direccionamiento puede o no ser para un UE. Existen 7 tipos en UTRAN y se diferencian por el tipo de enlace (bajada o subida), además de el alcance que tengan (toda la célula o un área mayor).

**Canales dedicados:** Son canales de transporte que se direccional al UE. Sólo existe uno llamado DCH (*Dedicated Channel*).

#### **4.5 Capa MAC (*Médium Access Control*)**

Esta capa puede tener distintas funciones, dependiendo del modo de uso del acceso (FDD o TDD o ambos). Cabe destacar que para llevar a cabo una función debe de ayudarse por los servicios ofrecidos por las capas inferiores.

Esta capa contiene entonces, distintas entidades funcionales. El protocolo que utiliza la capa MAC no es simétrico, es decir, que del lado del UE tiene distintas entidades que del lado de UTRAN. Esto es porque la funcionalidad es distinta, pues del lado de UTRAN se conecta al UE con la red central, mientras que del lado de UE sólo lo conecta con la red UTRAN.

##### **4.5.1 Servicios de la capa MAC**

Los servicios que la capa mac provee le son útiles a las capas superiores, y los principales son:

- Transferencia de datos

- Reubicación de recursos de radio y de parámetros MAC, servicio que le sirve a la capa RRC para reubicar recursos.
- Reporte de mediciones, que también provee a la capa RRC.

#### **4.5.2 Funciones de la capa MAC**

Las funciones de la capa MAC se listan a continuación:

- Mapeo de canales lógicos y de canales de transporte
- Selección de formato de transporte adecuado para los canales de transporte según la velocidad de la fuente.
- Manejo de la prioridad en el flujo de datos de un UE.
- Manejo de prioridad entre UE, creando un horario dinámico.
- Identificación de los UE en los canales comunes.
- Multiplexado / Demultiplexado de los paquetes de datos de capas superiores o desde los bloques de transporte entregados por la capa física en los canales de transporte comunes, además de los dedicados.
- Mediciones de tráfico de volumen.
- Cambio en el tipo de canales de transporte.
- Cifrado para el modo transparente RLC.

Además, el monitoreo del volumen de tráfico es una de las más importantes, el cual se realiza en conjunto entre la capa MAC y la RRC, pues la primera realiza las mediciones pertinentes y la segunda le pide a la primera le tenga al tanto de cambios importantes o drásticos. Esto permitirá mantener un volumen normal que no disminuya los recursos de radio.

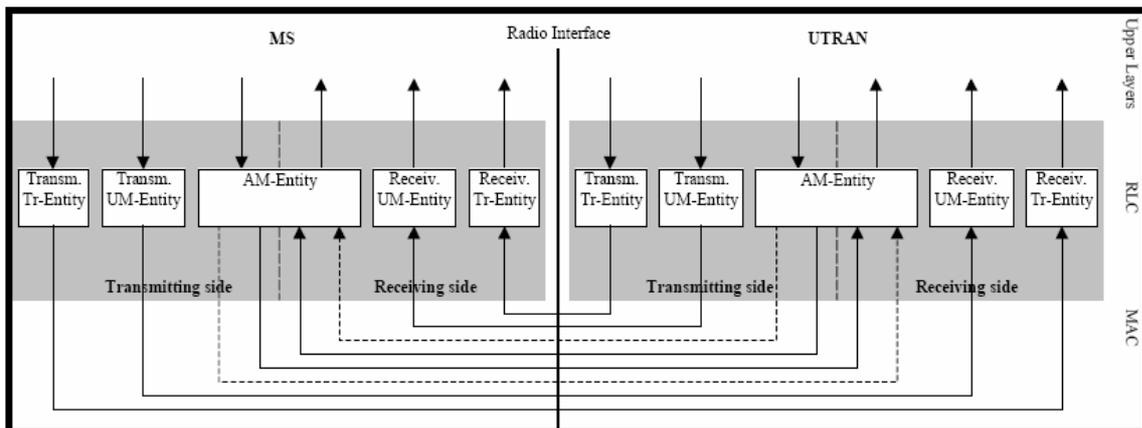
Otra importante función entre ambas capas es la conmutación de canales de transporte comunes y dedicados, según petición de la capa RRC la capa MAC actúa.

#### 4.6 Capa RLC (*Radio Link Control*)

La capa RLC transmite los paquetes de datos sobre la interfaz aérea, conteniendo éstos información de control o datos del usuario. Así que se encarga que el tamaño de los paquetes sea el adecuado.

Tiene tres modos de servicios; el modo transparente (se llama así porque se realiza poco procesamiento a los datos en la capa RLC), el modo inadvertido UM (requiere una instancia para cada dirección y para cada portadora igual que el modo transparente) y el modo advertido o AM.

**Figura 19. Arquitectura de la capa RLC**



Fuente: [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo3.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo3.pdf)

### **4.6.1 Servicios de la capa RLC**

Los servicios que la capa RLC presta a las capas superiores son los siguientes:

- Servicio transparente de transferencia de datos
  - Segmentación y ensamblado
  - Transferencia de datos del usuario
- Servicio inadvertido de transferencia de datos
  - Segmentación y ensamblado
  - Concatenación
  - Transferencia de datos del usuario
  - Cifrado
  - Verificación en el número de secuencia
- Servicio advertido de transferencia de datos.
  - Segmentación y ensamblado
  - Concatenación
  - Transferencia de datos del usuario
  - Corrección de Errores
  - Detección duplicada
  - Control de flujo
  - Cifrado

### **4.6.2 Funciones de la capa MAC**

- Segmentación y ensamblado de los PDUs de capas superiores en o desde unidades RLC más pequeños.
- Concatenación
- Transferencia de los datos del usuario

- Corrección de errores
- Control de flujo
- Verificación del número de secuencia
- Detección y recuperación de errores de protocolo
- Cifrado (En los modos UM y AM)
- Función de suspender / continuar.

#### **4.7 Capa RRC (*Radio Resource Control*)**

Esta capa controla la configuración de las capas inferiores en un protocolo de pila, y tiene interfaces de control para cada una de las capas inferiores, estas son la Física, la RLC y sus subcapas.

##### **4.7.1 Servicios de la capa RRC**

Los servicios que provee esta capa son los siguientes:

- Control General: es transmisión de información.
- Notificación: transmisión de voceo a una cierta área geográfica y a un UE o grupo de UE específicos
- Control Dedicado: Incluye el establecimiento y liberación de una conexión y la transferencia de mensajes usando esta conexión, que puede ser punto a punto o grupales.

Por último, la capa RRC provee a la conexión UE-UTRAN conexiones de señalización hacia las capas superiores para soportar el flujo de información con dichas capas.

#### 4.7.2 Funciones de la capa RRC

Las especificaciones de WCDMA establecen las funciones de la capa de RRC siguientes:

- Selección inicial de célula y reelección de célula.
- Transmisión de información
- Recepción del voceo y de los mensajes de notificación
- Establecimiento, mantenimiento y liberación de las conexiones RRC.
- Establecimiento, reconfiguración y liberación de las portadoras de radio.
- Asignación, reconfiguración y liberación de los recursos de una conexión.
- Procesos de *Hand overs*.
- Control de mediciones
- Control de potencia de lazo abierto
- Modo de control de seguridad
- Control del QoS requerido
- Resolución de la conexión en el modo TDD
- Tiempo



## 5. SERVICIOS DE UMTS

UMTS significa Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal, y esa universalidad que le da nombre, es también la clave principal de los servicios que pretende implementar, los cuales abarcarán todos los campos de las actividades de cualquier usuario del sistema. Se apoya en dos premisas básicas:

- Posibilidad de que cualquier Entidad u Organización pueda desarrollar Aplicaciones y Servicios.
- El usuario deberá tener la misma percepción de los servicios recibidos con independencia del terminal que utilice y del lugar donde se encuentre.

Para el usuario, el sistema UMTS proporcionará terminales multimodo y multibanda, con cámara incorporada, pantalla en color y gran memoria, o terminales con una interfaz de aire flexible que permitirá la navegación mundial entre diferentes localidades y también con sistemas de segunda generación. La descarga de software en los terminales puede ofrecer aún mayor flexibilidad.

En definitiva, los servicios que UMTS podrá prestar serán todos los que la imaginación provea, incluyendo en ella de multimedia, localización, reconocimiento de voz, ubicación de información en cualquier parte del mundo, comunicación sin límites, etc. Así, acá presentamos sólo algunos de los servicios que se llegarán a obtener con este sistema.

Ahora bien, UMTS promete abarcar todas las áreas de la vida personal, de negocios y de ocio de los usuarios, con servicios diversos, donde se pueden clasificar para empezar los siguientes:

### **Servicios persona a persona**

- Voz
- Videotelefonía
- Videoconferencia
- Respuesta a voz y reconocimiento de voz
- Reuniones Virtuales

### **Servicios de información pública**

- Navegar en Internet
- Compras interactivas
- Medios Impresos equivalentes en línea
- Servicios de localización basados en broadcast

### **Servicios especiales**

- Telemedicina
- Servicios de monitoreo de seguridad

### **Servicios de educación**

- Laboratorios de ciencias en línea
- Entrenamiento
- Cursos en línea

### **Servicios de entretenimiento**

- Audio bajo demanda
- Juegos bajo demanda
- Videoclips

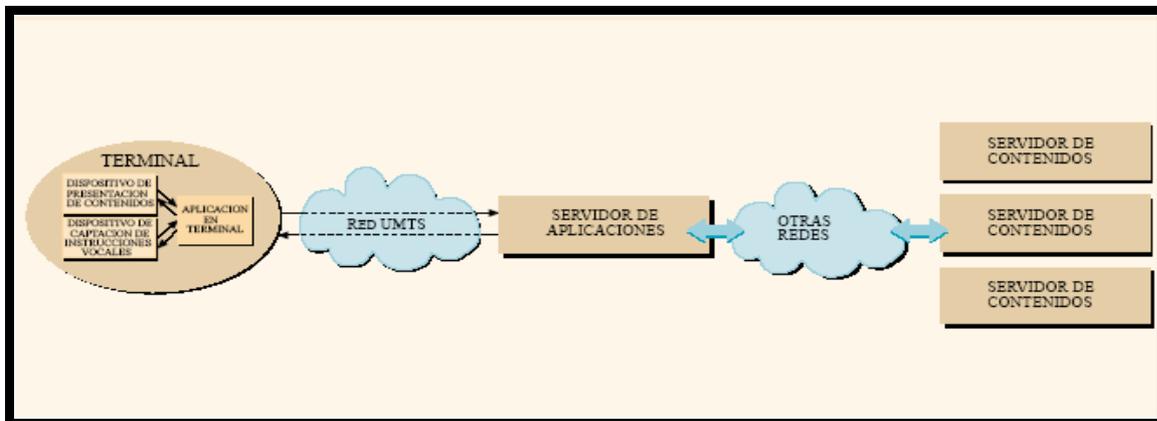
## **5.1 Prestaciones de UMTS**

Para asegurar el éxito de los servicios que ofrecerá UMTS, se ha de proporcionar a los usuarios unas comunicaciones muy eficientes, incluyendo alta velocidad y calidad insuperable, además de facilidad de uso. En general, las prestaciones principales de UMTS deberían ser:

- Transmisión simétrica/asimétrica de alta fiabilidad.
- Hasta 384 kbit/s en espacios abiertos y 2Mbit/s con baja movilidad.
- Uso de ancho de banda dinámico, en función de la aplicación.
- Soporte tanto de conmutación de paquetes como de circuitos.
- Acceso a Internet (navegación WWW), videojuegos, comercio electrónico, y vídeo y audio en tiempo real.
- Diferentes servicios simultáneos en una sola conexión.
- Calidad de voz como en la red fija.
- Mayor capacidad y uso eficiente del espectro.
- Personalización de los servicios, según perfil de usuario.
- Servicios dependientes de la posición.
- Incorporación gradual en coexistencia con los sistemas actuales de 2G.
- Itinerancia o roaming, incluido el internacional, entre diferentes operadores.
- Economías de escala y un estándar global y abierto que cubra las necesidades de un mercado de masas.
- Cobertura mundial, con servicios terrestres y por satélite.
- Cobro por tráfico y no por conexión. Siempre en línea.

Más adelante veremos cómo cada servicio que se ofrezca incluye ya se implícitamente o explícitamente las prestaciones y características anteriores, ya sea porque es imprescindible para que exista dicho servicio o porque con la ayuda de esta característica se logra un servicio innovador.

**Figura 20. UMTS como intermediario de servicios 3G**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/21/10.PDF>

## 5.2 Servicios de voz

No hay duda de que, actualmente, el ingreso principal de los operadores de telefonía móvil proviene del servicio de transporte de voz, e inclusive un gran porcentaje de los beneficios que son directamente voz están relacionados con ella. De hecho, existen multitud de servicios que proporcionan automáticamente locuciones y diálogos interactivos con los clientes; estos diálogos se construyen mediante introducción de teclas o bien mediante comandos hablados haciendo uso de las técnicas de reconocimiento de voz. Tal vez el mejor ejemplo de este tipo de servicios que se apoyan en la técnicas de voz es el buzón de voz.

En un escenario como 2G donde, desde el punto de vista comercial, la voz es la gran protagonista, resulta paradójico el hecho de que, con carácter general, existen muy pocos servicios que utilicen de forma extensiva las tecnologías del habla, ya sean de reconocimiento de voz o de conversión texto a voz; incluso algunos servicios en los que la interfaz vocal parece la más indicada, como los servicios de información, se ofrecen mediante envío y/o recepción de mensajes cortos o bien, últimamente, mediante interfaces WAP.

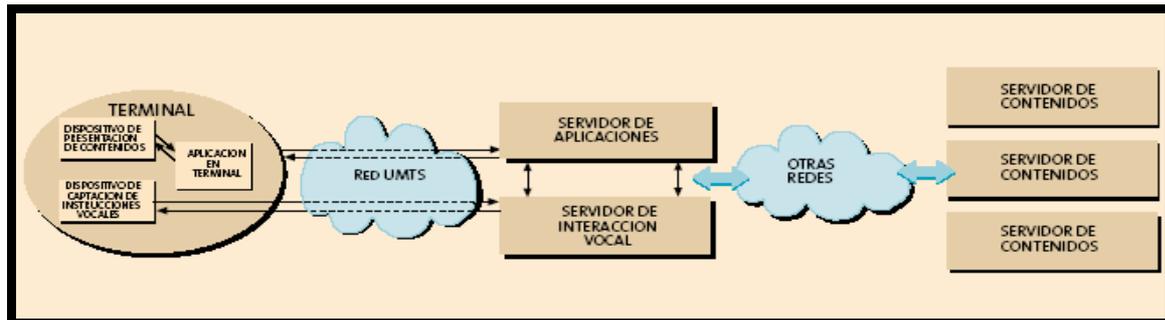
Sin embargo, desde finales del año 1999, se han venido produciendo algunos hechos que están haciendo que los operadores móviles 2G vuelvan a pensar que los servicios de voz pueden resultar atractivos para sus clientes: de un lado, empiezan a surgir reconocedores de voz comerciales que son capaces de reconocer no ya palabras aisladas, sino incluso frases completas (reconocedores de voz de habla natural ), lo que, unido a la calidad alcanzada en la síntesis de voz, ha dado paso a la aparición de los primeros sistemas conversacionales. Estos sistemas permiten el desarrollo de servicios interactivos de voz, en los cuales los usuarios del teléfono móvil pueden dialogar de forma libre con las máquinas, abandonando los sistemas tipo pregunta-respuesta que podían ser desarrollados con la tecnología existente hasta la fecha.

En cambio en un escenario de madurez tecnológica y simplificación de desarrollo, debido a la estandarización como 3G, los operadores 2G se encuentran con la necesidad de convertirse en operadores UMTS, y de ofrecer a sus clientes 3G un abanico atractivo de servicios que, en un mercado ya completamente liberalizado, les permita obtener la cuota suficiente para amortizar las inversiones que deben llevarse a cabo en infraestructuras de red y, en un plazo lo más corto posible, conseguir beneficios económicos.

Se dan, pues, en un mismo momento, la posibilidad de crear servicios con una interfaz de uso natural para las personas, dado que pueden utilizar sus métodos de comunicación preferidos (ver, oír y hablar) y de unas redes que permiten el transporte de contenidos cada vez más ricos.

En cuanto a las aplicaciones de la voz en servicios de tercera generación, presentaremos algunos donde se incluye esta característica.

**Figura 21. UMTS y servicios de voz**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/21/10.PDF>

### 5.2.1 Servicios de audio y video

En este apartado se incluyen los servicios de

- Videoconferencia
- Videotelefonía
- Video bajo demanda
- Servicios afluentes (streaming) de audio y vídeo

En este tipo de servicios la interfaz vocal se manifiesta como una candidata alternativa, y más natural, a las interfaces que utilizan metáforas gráficas para el acceso a la información, aunque sigue siendo una opción adecuada en cualquier caso. Para poder brindar un servicio de selección de contenido se puede utilizar una presentación gráfica de las opciones a seleccionar y enriquecer la misma con la posibilidad de seleccionar el contenido mediante la voz.

### **5.2.2 Descarga de imágenes**

Dicho servicio incluye el poder adecuar la imagen a bajar a la pantalla del UE, además de colocar resolución, incluir leyenda, etc. En esta parte también la voz tomaría un papel importante si se decidiera utilizar una selección por voz.

### **5.2.3 Difusión de radio y televisión**

Este servicio se describe como una aplicación capaz de recibir la señal de radio y televisión tal y como la recibe un aparato de TV o FM normal, pero esta a través de internet u otra señal que se mezcle en el medio de acceso de la red UMTS.

Además, la inclusión de locutores virtuales, asociando la generación de voz y de imágenes a la vez y con una producción digital con movimientos faciales sería una buena forma de animación 3G y 3D para entretenimiento virtual. Los contenidos serían entonces solamente algo de la vida actual, lo demás sería la innovación del servicio UMTS.

A mi forma de pensar, esta prestación se aplicaría de una forma mejor si se viese de forma inversa, con transmisiones de TV y FM normal a través de dispositivos celulares, desde cualquier parte del planeta, sin necesidad de montar un set completo de televisión o una antena de radio para transmitir, porque el dispositivo enviaría la señal y la red UMTS se haría cargo de hacerla llegar a cualquier rincón del mundo. Así un simple teléfono nos brindaría la telepresencia virtual en cualquier parte.

#### **5.2.4 Juegos**

Los juegos serían el pan de cada día de los adolescentes poseedores de un móvil con acceso a la red de UMTS. El diseño de cada juego reservará un papel particular para las tecnologías vocales. Hay juegos en los que la interfaz más natural es la vocal, como, por ejemplo, juegos de conocimiento basados en preguntas y respuestas.

En todos los demás casos el papel de la voz será el de interfaz para el acceso a los mismos, para buscar compañeros de juegos, para buscar juegos con unas características específicas, etc. Además, existirá un amplio abanico de juegos basados en video virtual, transmisión de imágenes a altas velocidades, que hasta ahora no se había podido implementar debido a la lentitud de las redes actuales. Poder jugar en red con tu móvil y con compañeros en movimiento será la panacea de la tercera generación para jóvenes e incluso adultos que les gustan los juegos de primera persona.

#### **5.2.5 Mensajería multimedia**

Actualmente las redes 2G y 2.5G ofrecen mensajería simple, incluso mensajería con voz, pero mensajería multimedia implica voz, video e imágenes, lo cual sólo será posible obtener con equipo adecuado y un sistema que provea ancho de banda suficiente. En el caso de UMTS, el tener un buzón de voz puede evolucionar hasta tener un buzón de correo tipo hosting en un sitio web.

Hay que recordar que ahora podemos tener una dirección IP en nuestro móvil, lo que posibilitará ser un usuario de red y tener enlaces dedicados a sitios en internet y bajar video y audio vía mensajes.

En este campo se pueden encontrar una gran variedad de aplicaciones para las tecnologías vocales. Una primera aplicación es la presentación hablada, con síntesis de voz, de mensajes textuales enviados por otros clientes, con la posibilidad de personalizar la presentación que se haga de cada remitente, asociándole un tono de voz o un locutor virtual específico. Otra aplicación es la captación de los mensajes que se deseen enviar, bien mediante grabación de voz o bien mediante transcripción a texto escrito de los contenidos. El tercer ejemplo es, una vez más, la navegación vocal por el árbol de selección de la aplicación.

#### **5.2.6 Acceso a internet**

Este servicio deriva de nuestra identificación como un nodo más de la red, y de la versatilidad de la red UMTS para conectar distintas plataformas, tal y como se hace actualmente pero ahora con un mayor ancho de banda, una línea dedicada y movilidad total.

Aquí entra también el hecho de que se puede utilizar la tecnología de voz para acceder a los contenidos. Cada vez más contenidos se harán accesibles mediante interfaces vocales, codificándolos con el lenguaje VoiceXML o usando evoluciones del mismo, asimismo, a los contenidos existentes se podrá acceder mediante transformación de los formatos, aprovechando las capacidades de síntesis de voz a partir de contenidos textuales.

#### **5.2.7 Charla (*chat*)**

El chat actualmente necesita un ancho de banda mayor que una llamada telefónica, además de un canal dedicado y posiblemente varios canales de conexión a la vez, lo cual antes de UMTS no era posible.

El tener varios canales a la vez hará posible el tener video conferencias y reuniones virtuales desde el celular, diversificando su utilización como herramienta de negocios.

### **5.2.8 Servicios de información**

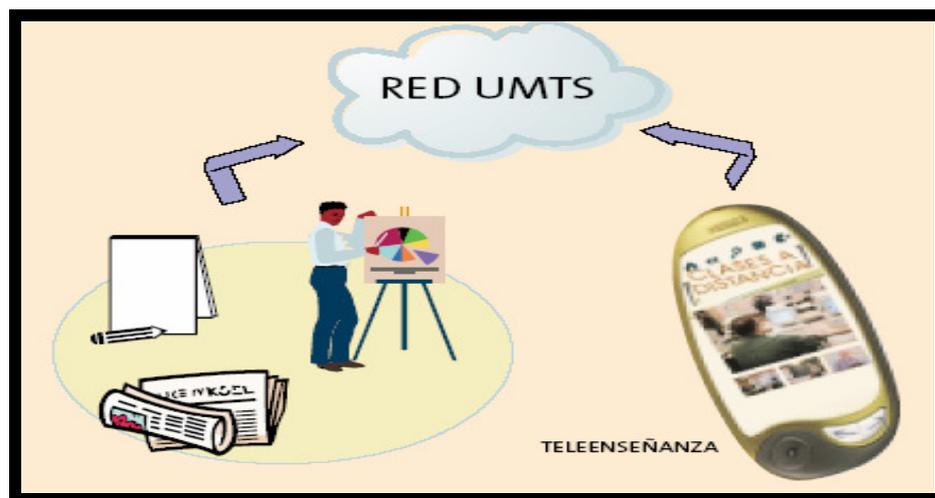
En cuanto a servicios de información, la utilización de un móvil UMTS para poder acceder a contenidos en línea, tipo periódico, noticias actuales, informes públicos, artículos de interés del día, y la personalización de la información según el usuario, son sólo algunos de los ejemplos que se pueden dar. En Guatemala el acceso a información mundial que afecte la economía, política y finanzas del país es imprescindible como herramientas de negocios. Además, con una globalización inminente desde hace un par de años, es necesario acoplarse a las tecnologías de información que nos permitan categorizar al país de una mejor forma frente a las naciones más industrializadas, y en el área de telecomunicaciones, UMTS es una muy buena opción para lograr este acoplamiento.

### **5.2.9 Tele enseñanza**

La teleenseñanza es un servicio de interacción entre educador y educando, o bien un curso interactivo que se puede llevar desde un dispositivo conectado al medio de la UTRAN. Además, se podrá mejorar la interactividad de los servicios de teleenseñanza con la incorporación de las tecnologías del habla. Se contará con la posibilidad de crear profesores virtuales a los que proporcionar los contenidos que deban explicar, y que interactúen con el alumno por medio del habla.

En Guatemala esta área está poco explorada y nada explotada, pero dado que la educación es un arma imprescindible para el desarrollo del país, es de proponer sistemas que utilizando la red de tercera generación provean enseñanza a distancia en lugares donde no sea posible la enseñanza presencial (ya sea por dificultad de acceso o por costos elevados de sostenimiento) tales como áreas rurales. O bien viéndolo desde otra perspectiva, facilitar la enseñanza en el hogar para personas discapacitadas, el hecho es que existen muchas razones por las cuales la tele enseñanza es una buena opción.

**Figura 22. UMTS en teleenseñanza**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/21/10.PDF>

### **5.2.10 Transacciones electrónicas**

Las transacciones electrónicas son el pan de cada día para algunos comerciantes, y tener un e-commerce ya no es algo de última, sin embargo, el manejo del negocio propio a través de un móvil UMTS sí es algo que se puede lograr innovando.

La posibilidad de identificación (firma electrónica) y protocolos seguros basados en PKI, permitirán la realización de transacciones a través del móvil. Incluso se abre el camino para incluir en algunos dispositivos (expendedores de entradas, bebidas, tabaco, acceso a garajes, etc.) un teléfono móvil, siempre conectado para realizar el control de estos equipos. El despegue de tecnologías de comunicaciones inalámbricas como *bluetooth* ó WLAN pueden incrementar el uso de la tecnología móvil en estos dispositivos.

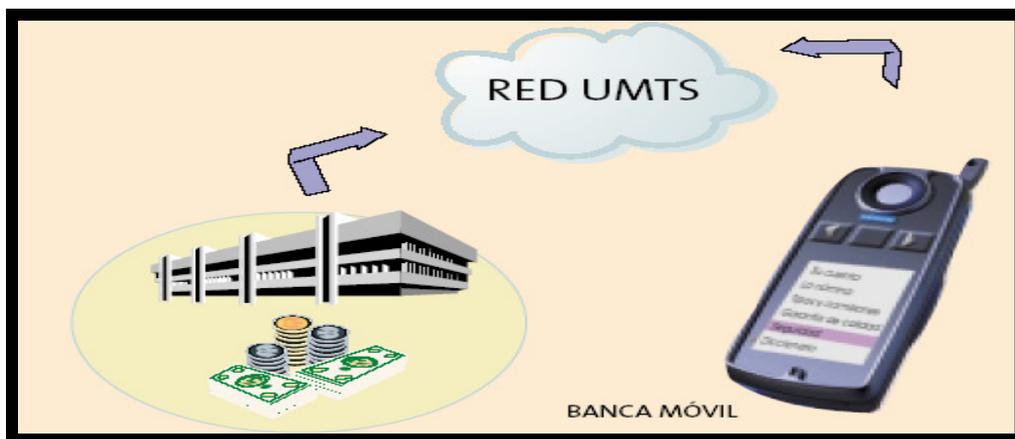
En nuestro país dicho servicio existe en Internet, sin embargo aún no se utiliza de lleno, debido al poco conocimiento de los medios de seguridad del mismo lo cual conlleva a la desconfianza de un público que no está acostumbrado al uso de la tecnología y menos al uso del dinero electrónico para transacciones en línea. Con una red que provea Internet desde el móvil (como UMTS) y una buena explotación del sistema de transacciones electrónicas se podría conseguir una inyección de capital al mercado del e-commerce en Guatemala.

### **5.2.11 Banca móvil**

Las interfaces vocales para acceso a funciones bancarias son comunes hoy día. Con la inclusión de técnicas de reconocimiento de lenguaje natural en estas interfaces, se mejorará la usabilidad del servicio, al limitarse la cantidad de menús que se necesita atravesar para alcanzar la función deseada, y todo esto a través de un dispositivo móvil.

Nuevamente, en Guatemala este sistema existe en su forma tipo 2G, pero con las prestaciones de UMTS (específicamente el ancho de banda, personalización de servicios, autenticación con voz y cobertura mundial entre otros), unidas a las aplicaciones de Internet, podría lograrse un manejo de cuentas desde cualquier parte del mundo sólo con el uso de un dispositivo móvil, permitiendo en un futuro quizá la eliminación de tarjetas de crédito o débito y haciendo transferencias desde un móvil a otro.

**Figura 23. UMTS en banca móvil**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/21/10.PDF>

### 5.2.12 Medios de pago

Un servicio que actualmente ya existe es el medio de pago tipo banca electrónica o similares. Sin embargo, se le puede incluir técnicas de reconocimiento de voz para selección o autenticación, haciendo doble la autenticación, dado que el móvil posee un IP, se sabrá quien está haciendo la transacción. Así, se pueden tener 3 medios de autenticación:

- IP del móvil dado por tarjeta USIM
- Ingreso de usuario y contraseña

- Reconocimiento de Voz del usuario

Esto incrementaría la seguridad tradicional para este tipo de servicios que son tan susceptibles de ataques por hackers o ladrones virtuales. Además, este servicio serviría a los anteriores de pago electrónico y banca en línea, siempre como un agregado posible al utilizar una red UMTS.

### **5.2.13 Servicios de gestión de información personal**

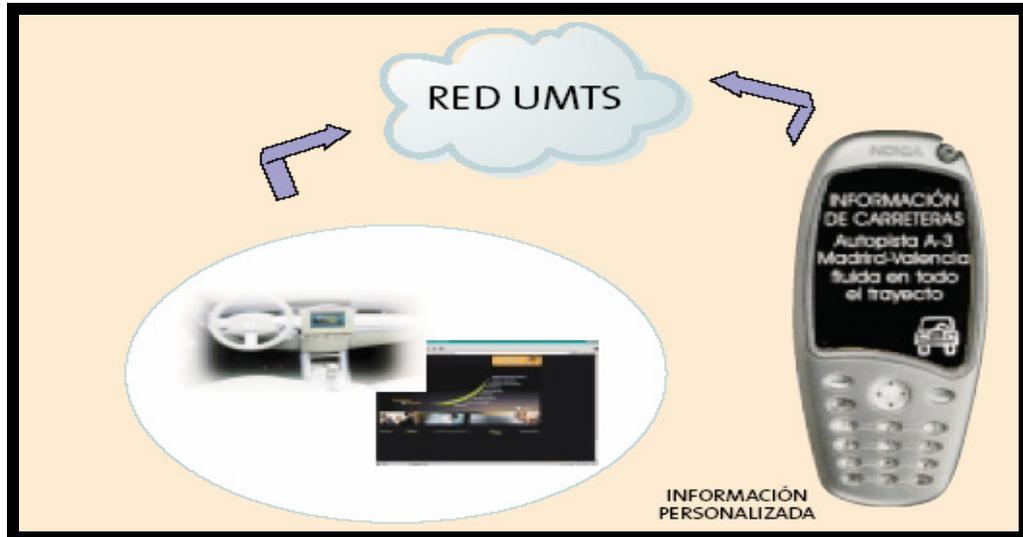
Cualquier servicio de gestión personal

- Agenda
- Videotelefonía
- Videoconferencia
- Respuesta a voz y reconocimiento de voz
- Reuniones Virtuales
- Tareas de Domótica

Podrá lograrse con el nuevo sistema a través de técnicas de reconocimiento de voz o similares. Siempre el acceso al contenido por voz es una buena forma de hacerlo.

En Guatemala el reconocimiento de voz no ha sido muy explorado, pero por supuesto que tiene un gran potencial en cualquier área, y en un sistema de información puede hacer al sistema casi inteligente. Además, al combinarlo con un sistema que provea las prestaciones para su utilización en un celular (como una red UMTS) se avanzaría a pasos de gigante en las áreas de telecomunicaciones, informática, técnicas de voz, seguridad digital y otras a la vez.

**Figura 24. UMTS en información personalizada**



Fuente: <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/21/10.PDF>

#### **5.2.14 Servicios orientados a empresas**

En los servicios de empresas se podrá contar con una imagen corporativa, representada por una voz o por una voz acompañada de imagen particular, supondrá una ventaja en el desarrollo de servicios. Hay que recordar que los servicios se podrán adecuar a las circunstancias, y la empresa puede aprovechar al máximo cada uno de ellos, tales como videoconferencias o videoreuniones, informes en línea al móvil o estadísticas tipo datawarehouse con acceso al medio.

Hay que recordar que en buena parte el crecimiento de las empresas depende de la forma en que se presenten al público consumidor de bienes y servicios, esto es, la mercadotecnia. Con los servicios disponibles en una red de tercera generación se podrá incluir multimedia en cualquier propaganda para un celular, abarcando mayormente el mercado, haciendo que la empresa esté presente en cada celular, como actualmente lo hacen con mensajes de texto.

La diferencia fundamental sería que ahora las empresas estarían en cada celular con audio y video cual comercial, adentrándose en la vida de los compradores potenciales. Y si a esto le agregamos la factibilidad de la cobertura mundial, ahora la propaganda se podrá hacer fuera de nuestras fronteras. Esto será así no sólo para nuestro país sino para cualquier parte del mundo.

#### **5.2.15 Servicios de telemando, tele media y telecontrol**

Aquí entrarían las acciones a distancia que se puedan programar en un móvil de tercera generación. Entre ellas entran las órdenes para aparatos domésticos (domótica), o el control de un automóvil (autoencendido, autoapagado a distancia, etc). Se mejorará la interfaz a estos servicios al hacerla vocal y permitir que el operador pueda acceder a información valiosa mientras está haciendo otras tareas. Nuevamente en Guatemala esto ni siquiera se vislumbra como posibilidad, pero como la imaginación no tiene límite y las empresas buscan nuevas formas de hacer redituables sus servicios y productos, no tardará en ofrecerse dicho servicio en nuestro país.

#### **5.2.16 Control de flotas**

El control de vehículos en ruta puede hacerse a distancia, incluyendo mapas en línea, datos del vehículo (velocidad actual, estado del tanque de combustible, dirección hacia donde se dirige actualmente, etc), y todo puede hacerse por medio de la voz. Este último ejemplo será de utilidad en nuestro país y cualquier otro que tenga empresas con flotas de automóviles para transporte de mercadería, entrega de paquetes o de sus propios productos facilitando las transacciones al utilizar voz y mejorando las comunicaciones y el desempeño del sistema utilizando servicios de tercera generación.

### **5.3 Capacidades de los servicios en UMTS**

La nueva generación de redes UMTS va a aportar nuevas capacidades genéricas, que van a poder ser aprovechadas para enriquecer los servicios ya existentes y para comercializar otros que hasta el momento eran impensables. A grandes rasgos, estas nuevas capacidades son:

#### **5.3.1 Velocidades de transmisión elevadas**

Para usuarios en movimiento a bordo de vehículos: hasta 144 kbit/s. Para usuarios en exteriores caminando o en vehículos a baja velocidad: hasta 384 kbit/s. Para usuarios en interiores o exteriores con baja movilidad (menor a 10 km/h) o en las inmediaciones de pico células TDD (entorno de oficina): hasta 2 Mbit/s.

#### **5.3.2 Red de conmutación de paquetes para servicios (IP)**

Las futuras redes incorporarán un *backbone* interno basado en conmutación de paquetes, que sustituirá para la mayoría de los servicios la red actual basada en conmutación de circuitos. La utilización de este nuevo medio de transporte de la información llevará consigo:

- Mayor eficiencia en el uso de la red.
- Menores costes de red.
- Posibilidad de mayores velocidades de transmisión.
- Posibilidad de nuevas capacidades en los servicios.

La migración de los servicios actuales hacia el uso de esta red de conmutación de paquetes se prevé que no sea inmediata, sino que las sucesivas versiones de las nuevas redes proporcionarán cada vez más capacidades adicionales, comenzando con un *backbone* basado en IP sobre ATM, hasta llegar a un medio de transmisión de voz mediante VoIP en el último *release* del sistema.

### **5.3.3 Siempre conectado (*always on*)**

UMTS como nueva tecnología permitirá a los usuarios móviles estar siempre en línea con el sistema, como una línea dedicada al mismo, sin bajarse nunca. Para ello, cada terminal de la red deberá contar con una dirección IP asignada, por lo que el número de direcciones necesarias en la red podrá llegar a cientos de millones. Por ello, se hace imprescindible profundizar en las capacidades que ofrecerá la tecnología IP versión 6 (IPv6) frente a la actual IPv4, ya que la primera permitirá, entre otros avances, disponer de una codificación de las direcciones que hará posible un rango de direcciones IP muy superior a las necesidades que hoy en día se pueden imaginar para éste y otros usos.

### **5.3.4 Entornos Avanzados de ejecución en Terminales (MExE)**

Se mantiene una tendencia de dotar de más inteligencia a las terminales, para ayudar a desarrollar los servicios, así, este desarrollo irá de la mano. Entre otras cosas se estima:

- Aumento en capacidad de almacenamiento
- Cómputo más rápido

Con esto se podrá ofrecer nuevas aplicaciones, además de mejores transacciones y tecnología de firma electrónica y clave pública (PKI) entre otras.

Para ello, la iniciativa de estandarización MExE (*Mobile station Execution Environment*) es la línea existente para promover su avance.

### **5.3.5 Nuevas técnicas de codificación de la voz (AMR, VoIP)**

El nuevo sistema contará con nuevas técnicas de codificación de voz, con una calidad hasta ahora no conocida (la actual es el codec AMR). El transporte en estas redes se prevé como VoIP. Sin embargo se espera que se utilicen distintas codificaciones dependiendo de donde está la información

- codificación EFR –*Enhanced Full Rate* de GSM- ó AMR en el acceso
- VoIP en el transporte
- De nuevo EFR ó AMR para su entrega al destino

Donde el cambio de codificación depende del punto en el cual se encuentre la señal.

### **5.3.6 Nuevos tipos de señalización en la red**

Las nuevas redes van a traer consigo la aparición de nuevos estándares de red. Algunos de ellos vienen animados por las nuevas capacidades, como es el caso de **SIP**, definido por IETF (RFC 2543) para el control de sesión y el envío y recepción de contenidos multimedia; mientras que otros no vienen determinados por aquéllas, pero aparecen en el mismo marco temporal.

Este último es el caso de **CAMEL**, que va a permitir, entre otras funciones, las comunicaciones de Inteligencia de Red entre los elementos de red de distintos operadores, facilitando así servicios como el de itinerancia (*roaming*).

### **5.3.7 Nuevas características de los servicios**

Todas las capacidades teóricas enumeradas se traducen en un conjunto de posibilidades básicas, sobre las que enriquecer los servicios actuales y construir los nuevos servicios de 3G: *La importancia creciente de los contenidos, unido a la convergencia de servicios de voz y datos* Las nuevas redes van a acercar a los usuarios móviles a los contenidos accesibles hoy en día a través de Internet. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el acceso a estos contenidos no se realizará sólo a través de un único medio, sino que los mismos contenidos deberán estar disponibles para múltiples modos de acceso: desde el acceso vocal VoiceXML (el más intuitivo y cómodo para el usuario de telefonía) hasta los servicios de datos (HTML, WML, SMS, etc.).

#### **5.3.7.1 Facturación por tráfico**

Si se recuerdan ahora se estará siempre en línea, por lo tanto, ya no importa tanto el cobro por la conexión o la obtención de la misma con cada acceso a la red, sino más bien, importa los contenidos a los cuales se acceda, su valor. Esto cambiará el paradigma de facturación por tiempo de conexión a facturación por cantidad y calidad de información accedida.

### **5.3.7.2 Servicios de localización LCS (*Location Services*)**

Es una característica que provee la habilidad de localizar un terminal en UMTS. Esta información de localización es usada para proveer servicios al usuario final. Por ejemplo, informar al usuario de los restaurantes cercanos sobre un mapa del área, o de servicios de emergencia.

La localización recae sobre tres funciones claves: La medida de las señales de radio, realizadas por la Unidad de medidas de localización (LMU); el cálculo de la posición y de coordinación global, realizadas por el Centro de Localización y servicio móvil (SMLC); y el diálogo entre la red y los clientes LCS externos, realizados por el *Gateway MLC* (GMLC)

### **5.3.7.3 Arquitectura de servicios abierta (*OSA Open Service Architecture*)**

Permite el desarrollo de servicios entre operadores y terceras partes: permitiendo a los desarrolladores de aplicaciones de servicios hacer uso de la funcionalidad de la red, a través de interfaces abiertas, estándar, seguras y extensibles. Las aplicaciones ven las funcionalidades de la red como un conjunto de servicios ofrecidos en la API OSA.

### **5.3.7.4 Característica sígueme (*Follow Me* o FM)**

Esta característica permite a un subscriptor inicial A tener control de la información *Follow me* o Sígueme de un subscriptor B; como consecuencia, las llamadas destinadas al subscriptor B son redirigidas al subscriptor inicial A. Este subscriptor, que recibe la llamada, tiene también la posibilidad de borrar una información previa de *Follow Me* que se encuentre en la unidad móvil destino.

## **5.4 Necesidades tecnológicas**

En cuanto a tecnologías de voz y datos, existen aún muchas necesidades en cuanto a servicios se refiere, que pueden lograr el desarrollo adecuado a las prestaciones del nuevo sistema. Dado que el sistema UMTS brinda prestaciones antes no vistas, existirán necesidades también antes no evidentes. Ahora se presentarán algunas de las distintas tecnologías y grupos que han surgido para poder aprovechar las nuevas prestaciones de UMTS.

### **5.4.1 Voz XML (*Voice XML*)**

VoiceXML es un lenguaje de descripción de diálogos únicamente vocales, en los cuales se define lo que el autómata que está interpretando la página debe decir y cuándo debe esperar una entrada de datos del usuario (por reconocimiento de voz o por detección de tonos multifrecuencia). Unas páginas VoiceXML conducen a otras (navegación) y de esta manera se crean las aplicaciones vocales.

Quedan deliberadamente fuera de la definición del VoiceXML aspectos tales como la definición de gramáticas (conjunto de palabras o expresiones que se recogen del cliente), la marcación para la manipulación de parámetros en la síntesis de voz (subir o bajar la velocidad de lectura, el tono, el volumen, etc.), la definición de métodos para la identificación y tratamiento de palabras inusuales (acrónimos o abreviaturas) o con una pronunciación especial durante la síntesis de voz (palabras en idiomas distintos al del conversor texto a voz), el control de la llamada, la representación del lenguaje natural para el reconocimiento o la definición de librerías de diálogos reusables.

#### **5.4.2 Grupo de gramática (*speech grammars group*)**

Es el encargado de definir la sintaxis de las gramáticas que se usarán en el reconocimiento de voz, trabajo que está bastante avanzado y del cual se cuenta con un borrador de la especificación.

#### **5.4.3 Grupo de diálogos de voz (*voice dialogs group*)**

Este grupo tiene como tarea la realización de extensiones y modificaciones al actual VoiceXML, para mejorar el lenguaje de definición de la interacción vocal con los servicios.

#### **5.4.4 Grupo de síntesis del habla (*speech synthesis group*)**

La misión de este grupo es definir un lenguaje de marcas, basado en XML, para la voz sintética, mediante el cual se puedan manipular, de forma sencilla e intuitiva, los parámetros básicos del sintetizador de voz, como pueden ser la entonación, el volumen, la velocidad, el tono de la voz sintetizada, etc.

#### **5.4.5 Grupo de pronunciación (*pronuntiation lexicon group*)**

Este grupo está encargado de definir un formato para la representación de palabras o expresiones (abreviaturas, expresiones extranjeras) cuya pronunciación no se pueda derivar de las reglas de pronunciación con las que se construye la voz sintética.

#### **5.4.6 Grupo de control de llamadas (*call control group*)**

Este grupo especifica los requisitos de acceso telefónico para, posteriormente, definir el formato de representación del manejo de recursos de telefonía en plataformas VoiceXML, utilizando recursos periféricos de la red y sin entrar en el núcleo de la misma. Aquí es donde UMTS probablemente tendrá más impacto pues los modelos de llamada serán diferentes.

#### **5.4.7 Grupos de sistemas multimodo (*Multimodal systems group*)**

Se encarga de definir los requisitos y procedimientos para la ampliación de las interfaces vocales definidas con VoiceXML a nuevos medios de interacción.

#### **5.4.8 Grupo de componentes de diálogo reutilizable (*Reusable dialog components group*)**

Este grupo especifica los requisitos para la definición e invocación de diálogos reusables, esto es, que sirvan como librerías del idioma hablado. Estos podrán ser invocados por los creadores de servicios.

### **5.5 Dispositivos para acceso a 3G**

#### **5.5.1 Equipos de tercera generación**

A continuación se presenta una lista de características técnicas de algunos modelos ofrecidos en el mercado. Los equipos pertenecen a la llamada tercera generación (3G), la razón: obsolescencia de equipos anteriores, y la ya explicada etapa de antesala al lanzamiento de los equipos pertenecientes a la cuarta generación (4G).

**Tabla III. Equipos de 3G**

Modelo	Nombre	Especificaciones Técnicas
	Ericsson R380	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ MODEM de Infrarrojos</li> <li>✓ Sistema Operativo EPOC</li> <li>✓ Navegador WAP</li> <li>✓ Pantalla gráfica sensible al tacto</li> <li>✓ Tamaño de móvil normal</li> <li>✓ Agenda de voz</li> <li>✓ Marcación por voz</li> </ul>
	Nokia 7110	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Puerto Infrarrojo</li> <li>✓ Navegador WAP 6 líneas</li> <li>✓ Texto Predictivo</li> <li>✓ Alarmas</li> </ul>
	Motorola TimePort P7389	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Triband 900 / 1800 / 1900</li> <li>✓ Puerto Infrarrojo</li> <li>✓ Navegador WAP</li> <li>✓ Marcado por voz</li> <li>✓ Radio Stereo</li> <li>✓ Sincronización con PC</li> </ul>
	Sony Ericsson P800	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Triband 900 / 1800 / 1900</li> <li>✓ Puerto Infrarrojo</li> <li>✓ Navegador WAP</li> <li>✓ Marcado por voz</li> <li>✓ Radio Stereo</li> </ul>
	Alcatel OneTouch 700	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ GPRS / WAP / Bluetooth</li> <li>✓ Diccionario</li> <li>✓ Agenda 1000 entradas</li> <li>✓ Organizador sincronizado con PC</li> <li>✓ Pantalla hasta 9 líneas</li> <li>✓ Texto predictivo para SMS</li> <li>✓ Activación por voz</li> <li>✓ Iconos Animados</li> </ul>

	<p>Audiovox PCX-1100</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Peso 113 gramos</li> <li>✓ Teclas especiales para despliegue de menú</li> <li>✓ Alarma vibradora</li> <li>✓ Diseño Ergonómico pequeño</li> <li>✓ Agenda programable</li> </ul>
	<p>Ericsson R320</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Módem de Infrarrojos</li> <li>✓ Módem de Cable RS 232</li> <li>✓ Navegador WAP 5 líneas</li> <li>✓ Agenda de voz</li> <li>✓ Marcación por voz</li> </ul>
	<p>Nokia 6210</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Puerto Infrarrojo</li> <li>✓ Navegación WAP</li> <li>✓ Dual</li> <li>✓ Marcación por voz</li> <li>✓ Imágenes por SMS</li> </ul>
	<p>Sanyo PM 8200</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara VGA con flash</li> <li>✓ Marcación por voz</li> <li>✓ Resolución 640x480</li> <li>✓ 65000 colores</li> <li>✓ Capacidad de GPS</li> <li>✓ Descarga de Internet</li> <li>✓ 3.64 onzas de peso</li> <li>✓ Aplicaciones de java</li> </ul>
	<p>Sanyo MM 740</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Para Ver y Oír contenido multimedia</li> <li>✓ Juegos en 3D</li> <li>✓ Grabación de video y audio</li> <li>✓ Diseño deportivo</li> <li>✓ Peso de 3,5 onzas</li> <li>✓ Mensajes de video</li> <li>✓ Tecnología GPS</li> <li>✓ Acceso a Internet</li> </ul>

	Nokia 6230	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara digital para fotos y video</li> <li>✓ Pantalla TFT de 65000 colores</li> <li>✓ Tecnología bluetooth</li> <li>✓ Soporte de protocolos de correo electrónico</li> <li>✓ Soporta GPRS y redes semejantes (UMTS)</li> </ul>
	Nokia 6600	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara VGA</li> <li>✓ Multimedia incorporado</li> <li>✓ Soporte de e-mail vía diversos protocolos</li> <li>✓ Joystic</li> <li>✓ Puerto infrarrojo</li> <li>✓ Activado por voz</li> <li>✓ <i>Browser</i> xhtml</li> <li>✓ Transmisión de datos vía GPRS y semejantes</li> </ul>
	Nokia 6620	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara VGA</li> <li>✓ Multimedia incorporado</li> <li>✓ Soporte de e-mail vía diversos protocolos</li> <li>✓ Joystic</li> <li>✓ Puerto infrarrojo</li> <li>✓ Activado por voz</li> <li>✓ <i>Browser</i> xhtml</li> <li>✓ Transmisión de datos vía EGPRS y semejantes</li> </ul>
	Nokia 6800	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara VGA fotos y video</li> <li>✓ Multimedia</li> <li>✓ Soporte IMAP, SMS, MMS, POP</li> <li>✓ Velocidad de transmisión GPRS</li> <li>✓ Aplicaciones Java</li> <li>✓ Puerto Infrarrojo</li> </ul>
	Sony Ericsson T637	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara VGA como accesorio</li> <li>✓ Multimedia incorporado</li> <li>✓ Puerto infrarrojo</li> <li>✓ <i>Bluetooth</i> activado</li> <li>✓ Acceso a Correo electrónico</li> </ul>

	<p>Samsung E315</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara como accesorio</li> <li>✓ Grabadora de voz</li> <li>✓ Maneja tecnología Java</li> <li>✓ Transmisión de datos con soporte de tecnología GPRS y similares (UMTS)</li> </ul>
	<p>Samsung E715</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara Digital como accesorio</li> <li>✓ Puerto Infrarrojo para traspaso de datos a la PC</li> <li>✓ Internet móvil y mensajes de texto</li> <li>✓ Transmisión de datos con soporte de tecnología GSM, GPRS y similares (UMTS)</li> <li>✓ Web Browser</li> </ul>
	<p>Motorola A630</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cámara digital incorporada</li> <li>✓ Conexión a Internet</li> <li>✓ Bluetooth activo</li> <li>✓ Multimedia, e-mail y mensajería instantánea</li> <li>✓ Capacidad de añadir teclado para navegar más eficientemente en Internet</li> </ul>
	<p>Motorola RAZR V3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tecnología Bluetooth</li> <li>✓ Cámara digital integrada</li> <li>✓ Diseño ultra compacto</li> <li>✓ Mensajería en Internet con POP3, IMAP4, SMTP</li> <li>✓ Acceso a Internet</li> </ul>

Fuente: <http://www.amazon.com>

### 5.5.2 Equipos que permiten el uso de tecnología WAP

A continuación, se presentan algunos modelos que permitirán en el futuro el aprovechamiento de todos los servicios ofrecidos por la tecnología WAP. La tecnología WAP además de ser un protocolo que permite la transmisión eficiente de datos basados en la Web, es una plataforma de aplicaciones sobre conexiones inalámbricas; WAP permite la integración perfecta entre el mercado de telefonía móvil y la red de redes Internet.

**Figura 25. Modelos WAP de SONY**



Fuente: <http://www2.udec.cl/~johperez/psi/tic/cuerpo.html>

**Figura 26. Modelos WAP de ERICSSON**



Fuente: <http://www2.udec.cl/~johperez/psi/tic/cuerpo.html>

### **5.5.3 Precios en el mercado**

Los precios que se presentan a continuación, son los correspondientes a equipos ofrecidos en el mercado internacional, específicamente, se presentan los valores correspondientes al costo de adquisición del dispositivo, sin tomar en cuenta el pago por el servicio, el cual en el mercado nacional (Guatemala) depende de la operadora, como ejemplo, PCS cobra por activación Q75.00, para un plan tarjetero, con tarjetas de Q50.00, Q75.00 y Q100.00, mientras que si se opta por un plan tarifario la activación es distinta. Por otro lado, las compañías operadoras BellSouth, Comcel y Telefónica tienen distintas tarifas, ya sea de prepago, línea, etc. Aunque con la reciente fusión de BellSouth y Telefónica en nuestro país, hay todavía más facilidades en adquisición del servicio en esa vía.

Una última aclaración para quien desee adquirir un teléfono de tercera generación es que debe de adquirir el modelo según la compañía operadora que le prestará el servicio, así, un nokia 6230 lo puede activar y servir una empresa pero no otra, esto depende de las regulaciones por frecuencia y bandas que utilice el teléfono, pero sobre todo, de los convenios entre corporaciones como motorola y telefónica, el primero para proveer el dispositivo y el segundo para prestar el servicio de llamadas. De estos acuerdos bipartitos depende que una empresa preste un servicio para una marca y un modelo específico, al final todo se reduce a mercadotecnia y alianzas estratégicas en busca de maximizar la rentabilidad de los negocios de las telecomunicaciones.

Tabla IV. Valores a marzo del 2005 (www.amazon.com)

Modelo	Nombre	Precio
	Sanyo PM 8200	✓ \$269.99
	Sanyo MM 740	✓ \$349.99
	Nokia 6230	✓ \$99.99
	Nokia 6600	✓ \$224.99
	Nokia 6620	✓ \$264.99
	Nokia 6800	✓ \$49.99
	Sony Ericsson T637	✓ \$49.99
	Samsung E315	✓ \$74.99
	Samsung E715	✓ \$149.99
	Motorola A630	✓ \$124.99

	Motorola RAZR V3	✓ \$389.99
---	------------------	------------

Fuente: <http://www.amazon.com>

## 6. ACTUALIDAD DE UMTS

Actualmente UMTS se encuentra en una posición privilegiada con los siguientes datos de resumen:

- **UMTS** es la elección tecnológica de 3G líder en la actualidad, y provee el potencial de cobertura mundial, además de permitir economías de escala, roaming global y una tecnología prioritaria para desarrolladores de software y aplicaciones.
- **UMTS** ha sido adoptada por 98% de los operadores con licencia 3G hasta mayo del 2004, y es la evolución natural desde GSM.
- **UMTS** es usada actualmente por más de tres millones de abonados y está creciendo más que GSM en el mismo punto de su historia.
- En el mundo se han lanzado 41 redes **UMTS**. (Fuente: EMC, mayo de 2004).
- **UMTS** brindará comunicaciones móviles costo-efectivas de alta capacidad, y ofrecerá velocidades de *throughput* promedio de hasta 384 Kbps, con velocidades de datos máximas de 2 Mbps.
- **UMTS** es una de las tecnologías de mayor eficiencia espectral y brinda un incremento de capacidad para servicios de voz y datos.
- Futuras evoluciones de **UMTS** tales como *High Speed Downlink Packet Access* (HSPDA) llevarán la eficiencia espectral de datos de UMTS a más del doble e incrementarán las velocidades de datos máximas a más de 14 Mbps.

Lo anterior le da una posición remarcable en el mercado de telefonía, datos y voz.

## **6.1 Estadísticas de UMTS**

El área de las comunicaciones móviles, junto con Internet, es la de crecimiento más rápido dentro del sector de las telecomunicaciones. En todo el mundo, a finales de 1999, había 450 millones de usuarios de telefonía móvil celular y la previsión es alcanzar los mil millones en el año 2004, una cifra similar a la de usuarios de Internet, de los cuales se espera que, al menos, unos 400 millones compartirán el uso de ambas redes, utilizando el teléfono móvil como el medio preferido de acceso a la red. Esta tendencia es lógica si se tiene en cuenta que el número de móviles con capacidad multimedia y de navegación será muy superior al de ordenadores personales, superando incluso a las líneas de telefonía fija que existen en la actualidad. La explicación a este crecimiento del mercado se encuentra en el rápido avance de la tecnología, a las oportunidades comerciales que se asocian con la movilidad personal, y a la bajada del precio de los terminales y de las tarifas de conexión y por tráfico.

### **6.1.1 Escenario de desarrollo de 3G**

El camino preciso que seguirán los servicios móviles 3G en su evolución no está claro en este momento. A título ilustrativo las previsiones de OVUM (firma consultora Europea) son:

- Impacto a corto plazo relativamente limitado. No se producirá un crecimiento exponencial de los servicios 3G al principio debido a que los servicios más importantes a corto plazo pueden soportarse en gran parte sobre 2G (GPRS).
- Crecimiento exponencial de los servicios 3G a partir del 2007.

- En el 2010 las redes 3G soportarán un 63% de los usuarios móviles en el mundo y proporcionarán un 66% de los ingresos totales.
- La fragmentación de estándares 3G (W CDMA/UMTS vrs CDMA 2000) se traducirá en mayores riesgos para los operadores, mayores costes de los terminales y menores ventajas de escala.
- El crecimiento rápido de los servicios 3G depende de la disponibilidad de una plataforma abierta de creación de servicios con capacidades multimedia.
- El reparto de usuarios 3G por región en los años 2004 y 2011 será, de acuerdo también con las previsiones de OVUM el siguiente:

**Tabla V. Reparto de usuarios 3G**

Región	2004	2011
Norteamérica	16%	20%
Asia-Pacífico	27%	18%
Europa Oeste	57%	25%
Medio Oeste y Africa	0%	7%
Europa Central y del Este	0%	5%
Asia Central	0%	12%
Centro y Sur América	0%	13%

Y la evolución del número de usuarios de los servicios 3G y de los ingresos asociados será, de acuerdo una vez más con las previsiones de OVUM:

**Tabla VI. Evolución de usuarios de 3G**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
<b>Total Mundial</b>							
Usuarios Móviles Totales	469	641	818	1002	1188	1369	2061
Porcentaje Usuarios 3G	0	0	0	0	1	3	53
Ingresos Totales (\$b)	386	462	534	601	684	766	1108
Porcentajes ingresos 3G	0	0	0	1	3	8	66
<b>Total Europa Oeste</b>							
Usuarios Móviles Totales	148	201	251	299	338	369	439
Porcentaje Usuarios 3G	0	0	0	0	2	6	70

Por último, la evolución de UMTS se puede apreciar, según cifras de OVUM, en la siguiente tabla resumen:

**Tabla VII. Evolución de UMTS**

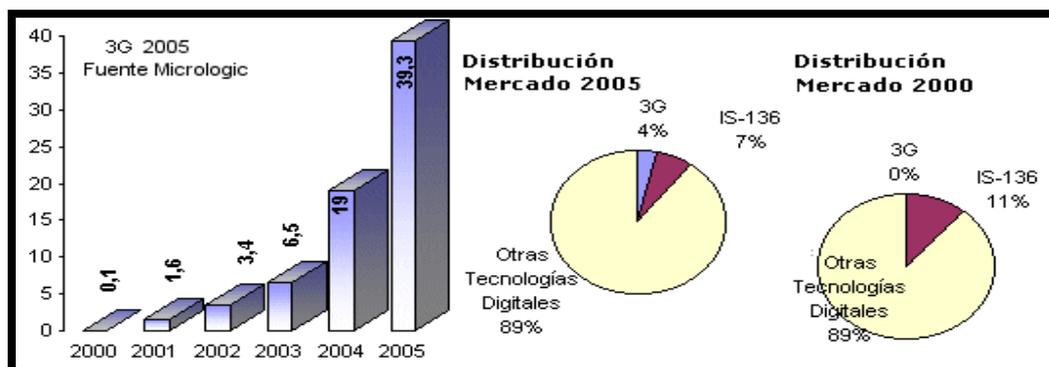
Evolución de UMTS							
AÑO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
Ingresos Totales (\$b)	117	137	157	173	187	200	237
Porcentaje ingresos 3G	0	0	0	2	6	16	79
Total Centroamérica y Sudamérica							
Usuarios móviles totales	37	58	85	116	149	185	321
Porcentaje Usuarios 3G	0	0	0	0	0	0	41
Ingresos Totales (\$b)	31	42	53	65	79	94	152
Porcentaje ingresos 3G	0	0	0	0	0	0	57
Norteamérica							
Usuarios móviles totales	95	123	150	176	208	241	344
Porcentaje Usuarios 3G	0	0	0	0	1	3	71
Ingresos Totales (\$b)	75	87	98	109	127	143	192
Porcentaje ingresos 3G	0	0	0	1	3	9	79

## 6.1.2 Evolución del mercado de UMTS

### 6.1.2.1 Internet móvil en 3G

Como se aprecia, el mercado para UMTS se vislumbra fuerte según los datos tomados de noticias.com y del umts forum. Se aprecia fácilmente la penetración que tendrá 3G en el mercado de la tecnología digital.

**Figura 27. UMTS e internet móvil**



Fuente: UMTS Forum

En el siguiente gráfico se muestra la equiparación entre el mercado de Internet convencional y el móvil, según el UMTS Forum, donde las cifras están dadas en millones de usuarios. Se vislumbra para el 2010 una cantidad de aproximadamente dos usuarios de Internet convencional por 1 de móvil. Cabe mencionar que según estudios similares estas cifras son aún muy conservadoras, y que se aprecia una tasa de crecimiento mayor en la tasa de usuarios móviles a la de fijos.

**Tabla VIII. Ancho de banda**

la Internet móvil: Ancho de banda , acceso a datos y multimedia						
	2000	2002	2004	2006	2008	2010
<b>Usuarios Internet (millones)</b>	600	975	1200	1300	1425	1625
<b>Usuarios Internet móvil (mill)</b>	100	190	250	425	600	800

Fuente: UMTS Forum

También del foro UMTS se puede recoger las cifras de las prestaciones multimedia de UMTS comparadas con otras tecnologías fijas (como ISDN) y móviles como GPRS. Datos que demuestran la velocidad de transmisión de la nueva red en comparación con similares y antecesoras.

### 6.1.2.2 Prestaciones multimedia

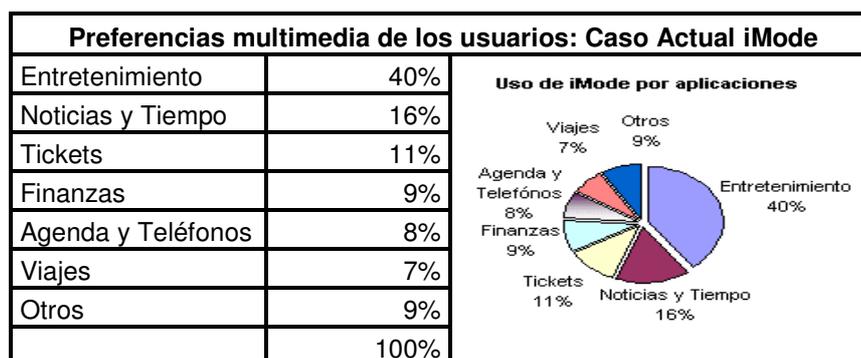
**Tabla IX. prestaciones multimedia**

Prestaciones multimedia de la red UMTS					
Servicios	2G	RTB	ISDN – RDSI	2G+ (GPRS)	UMTS - 3G
Email (10 kbyte)	8 seg	3 seg	1 seg	0,7 seg	0,04 seg
Web page (9 kbyte)	9 seg	3 seg	1 seg	0,9 s	0,04 seg
fichero texto (40 kbyte)	33 seg	11 seg	5 seg	3 seg	0,2 seg
Documento 2 MB	28 min	9 min	4 min	2 min	7 seg
Video Clip 4 MB	48 min	18 min	8 min	4 min	14 seg.
Vídeo calidad película	1100 horas	350 horas	104 horas	52 horas	5 horas

Fuente: UMTS Forum

Además, en cuanto al mercado multimedia, las preferencias se centran en el entretenimiento, lo cual da aún una mejor perspectiva a prestaciones multimedia como las que UMTS dará (se puede ver en capítulo 5 de servicios de UMTS siguiente).

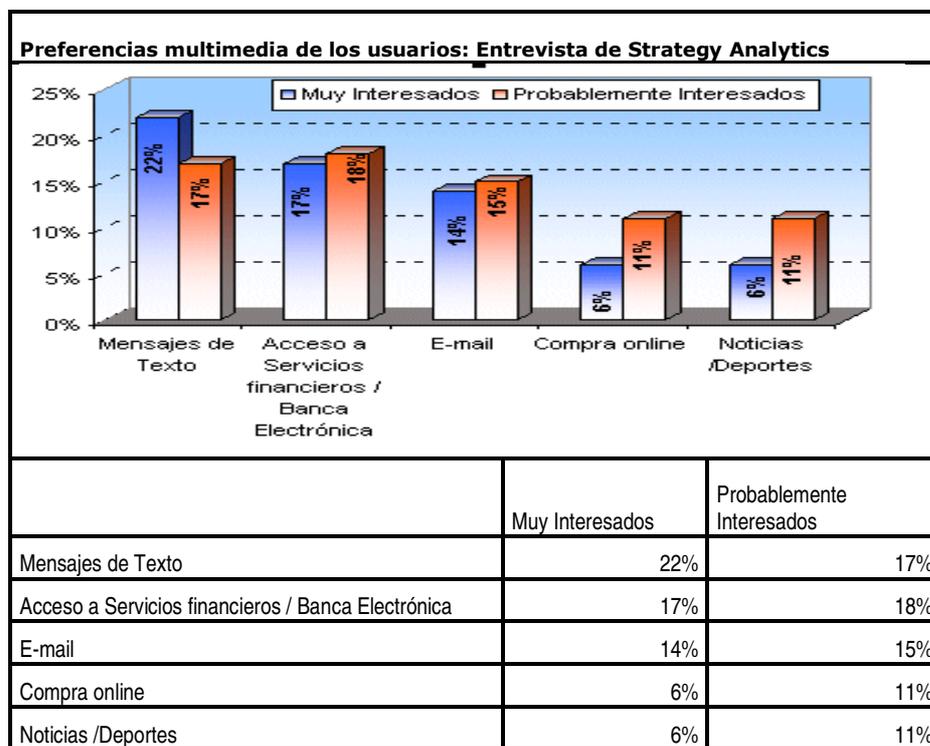
**Figura 28. Preferencias multimedia de usuarios**



Fuente: UMTS Forum

En la misma modalidad de estudio de mercado y preferencias en cuanto a servicios multimedia de usuarios potenciales del sistema, la firma consultora *Estrategy Analytics* presenta su versión del estudio anterior, pero ahora más a detalle y se ve la preferencia por el área entretenimiento y negocios.

**Figura 29. Preferencias multimedia según empresa strategy analytics.**

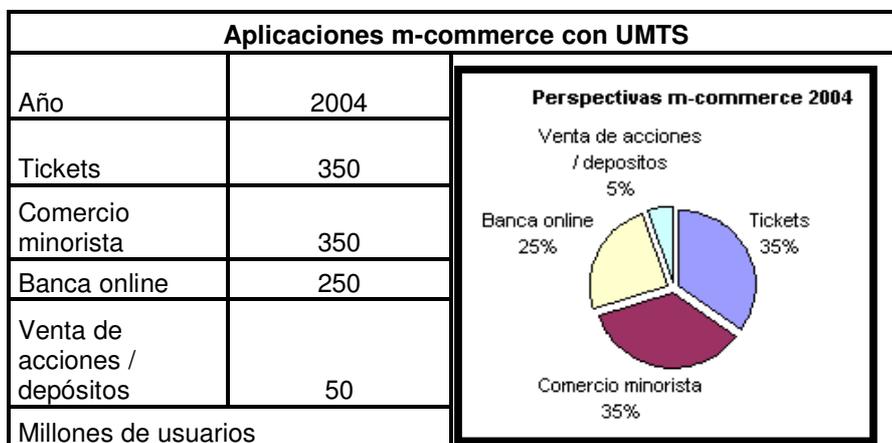


Fuente: Strategy Analytics

### 6.1.2.3 Aplicaciones de comercio con UMTS

También podemos encontrar que el comercio electrónico tiene un potencial explotable en el área de aplicaciones que provee UMTS. La banca online y el mercado minorista y de entretenimiento absorben el 95% del mercado analizado. Esto le da a UMTS una ventaja para iniciar la prestación de servicios. Las utilidades asociadas a estos mercados serían la mejor inversión para su desarrollo.

**Figura 30. Aplicaciones de comercio móvil (M-commerce)**



Fuente: UMTS Forum

Por último, la evolución del mercado de acceso a datos nos muestra una de las muchas aristas en las cuales UMTS puede ver reflejado un retorno de inversión a mediano plazo, con crecimientos lineales de suscripciones a algunos servicios que se muestran a continuación.

#### 6.1.2.4 Mercado de acceso a datos

**Tabla X. Evolución del mercado de acceso a datos**

Evolución del mercado de acceso a Datos					
	2001	2003	2005	2007	2010
<b>Suscripciones (M)</b>					
Servicios personalizados de información y entretenimiento	0	20,7	58,5	168,2	311,1
Acceso Móvil a Intranets / Extranets	0,1	7,2	25,8	92,4	258,2
Servicios Mensajes Multimedia	0	6,9	27,3	79,4	128,5
<b>Ingresos (\$B)</b>					
Servicios personalizados de información y entretenimiento	0	5,8	17	48,1	85,8
Acceso Móvil a Intranets / Extranets	0	3,1	8,5	23,6	60,7
Servicios Mensajes Multimedia	0	1,6	5,1	11,8	17,8
Total Ingresos	0	10,5	30,6	83,5	164,3

En resumen, la justificación de la puesta en funcionamiento de una red tan costosa como UMTS puede estar en los beneficios según el mercado potencial en todos los parámetros cuantificables (monetariamente o no) de los servicios que se prestarán.

Recuerde también que según las cifras de OVUM, UMTS crecerá de forma conveniente para el mismo mercado que nos muestra el UMTS Forum. Todos los datos anteriores se tomaron del sitio:

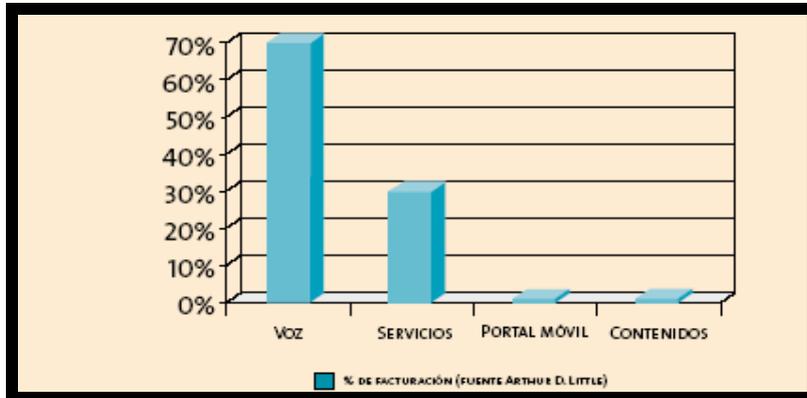
<http://www.laempresa.net/termometro/telecomunicaciones/2001/umts/telecomunicaciones-informes-mercado-umts.htm>

Mientras que la interpretación para esclarecer la conveniencia del sistema según nuestro estudio fueron realizadas por parte del autor.

### **6.1.3 Proyecciones de demanda para UMTS**

La telefonía móvil está contribuyendo a cambiar los hábitos y costumbres de la sociedad actual, añadiendo a la capacidad de comunicación a distancia la característica de movilidad. De esta forma, el teléfono móvil se está convirtiendo en la herramienta que proporciona a cada persona la posibilidad de comunicarse con su entorno. Pero, hasta el momento, las redes móviles se han centrado principalmente en ofrecer la posibilidad de comunicación vocal entre sus usuarios; y los servicios existentes tratan de sacar el máximo partido a este tipo de comunicaciones.

**Figura 31. Fuentes de negocio actual**



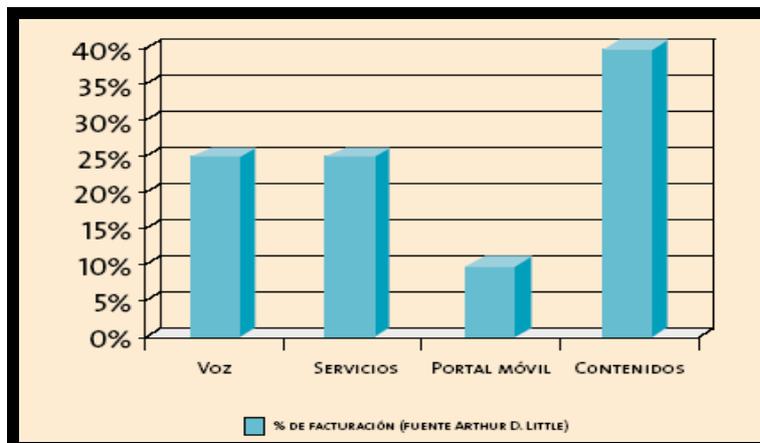
Fuente: [www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/20/1XX.PDF](http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/20/1XX.PDF)

Las nuevas redes de tercera generación (UMTS) vienen a tratar de responder a una necesidad cada vez más evidente de la sociedad del siglo XXI: el acceso a la información. Esto es, una fusión de los dos sectores más activos de las telecomunicaciones:

- El mundo de la información Internet/Intranet
- La telefonía móvil

Lo cual conllevará necesariamente a un cambio en el modelo actual de negocio.

**Figura 32. Nuevo modelo de negocio**



Fuente: [www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/20/1XX.PDF](http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/20/1XX.PDF)

A esta demanda de los usuarios normales se añadirá una competencia cada vez más fuerte y un interés creciente de sectores que observan estos cambios como una nueva oportunidad: Sector Financiero, Sector comunicación y las Empresas de Distribución.

Para los participantes en este negocio y, en especial, para las operadoras de telecomunicaciones, es esencial no perder de vista las capacidades adicionales de las nuevas redes y a partir de ellas:

1. El impacto de las nuevas redes en los servicios actuales.
2. Las oportunidades que ofrecen las redes UMTS para la explotación de nuevos servicios.

## **6.2 Países donde UMTS ya trabaja**

Porque mientras en algunos países, las licencias se han adjudicado por medio de concurso, en el que el Estado fija el precio a pagar por cada adjudicatario, en otros la forma elegida ha sido la de subasta, en la que los diferentes operadores puján por obtener una licencia. De esta forma, la subasta ha proporcionado cuantiosos ingresos, mientras que el concurso no.

### **6.2.1 Caso europa**

#### **Alemania: *group 3G***

Tras la obtención, en agosto de 2000, de una licencia UMTS en Alemania, el consorcio *Group 3G* (57,2% de Telefónica Móviles y 42,8% de la operadora finlandesa Sonera) ha logrado constituirse en 2001 como el primer operador móvil entre los nuevos adjudicatarios en iniciar su actividad comercial.

Tras alcanzar acuerdos de de itinerancia nacional y de interconexión, desde el pasado 22 de noviembre de 2001, *Group 3G*, bajo la marca comercial Quam, ha puesto a disposición de los usuarios alemanes una amplia oferta de servicios de voz y datos GSM y GPRS, minimizando la estructura de costes de la empresa. En paralelo, Quam iniciaba las actividades de preparación de las condiciones para el desarrollo de su estrategia UMTS.

### **Italia: IPSE 2000**

En Italia, el Grupo Telefónica Móviles participa en el consorcio Ipse 2000 con un 45,6%, junto a socios locales de prestigio (Fiat, *Banca di Roma*, Acea, entre otros) y a la finlandesa Sonera.

Ipse 2000, con sede en Roma, tiene previsto el lanzamiento comercial de los servicios UMTS en el momento en que la tecnología se encuentre disponible. En la actualidad, negocia el uso compartido de parte de la infraestructura con otros operadores para completar su cobertura UMTS a escala nacional.

### **España**

Telefónica Móviles España tiene como objetivo llegar al inicio de las operaciones de la telefonía móvil de tercera generación (UMTS) con la mejor oferta tecnológica posible. Para ello ya realizó en febrero de 2004 las primeras pruebas con sistemas experimentales de UMTS.

### **Holanda:**

En 2001 para otorgar cinco licencias de telefonía de tercera generación, Holanda optó por el sistema de la subasta, animado por el éxito de la operación en Reino Unido.

El ministro de economía, estimó en 20.000 millones de florines los ingresos que se generarían con la adjudicación, pero tras dos semanas de pujas, la recaudación no alcanzó ni un tercio de la cantidad esperada por el ministro, 5.918 millones de florines (443.850 millones de pesetas).

### **Finlandia**

Las cuatro licencias de telefonía UMTS de este país nórdico, se concedieron gratis. De esta forma el Estado será el titular de la red de UMTS, una red que abarcará toda la geografía finesa y de la que los cuatro operadores adjudicatarios colgarán sus servicios.

#### **6.2.2 Caso Japón**

Como siempre y para no perder la costumbre, Japón se encuentra a la vanguardia en tecnología, y es actualmente el principal proveedor como estado de tercera generación. Fue el primer país en utilizar UMTS, y pionero de la investigación de una cuarta generación. Actualmente se encuentra en investigaciones y aún terminando de implementar la tercer generación.

#### **6.2.3 Caso Latinoamérica**

En Latinoamérica en general, se prevé un futuro brillante para 3G, pero aún más futuro que en Europa. La siguiente tabla demuestra una proyección del grupo OVUM para el 2001, donde se aprecia que el reparto de usuarios de 3G actualmente es de 0% pero se prevé que esta situación cambie entrando Latinoamérica al mercado de 3G en gran medida en el 2011.

**Tabla XI. Crecimiento de usuarios en latinoamérica**

Región	2004	2011
Norteamérica	16%	20%
Asia-Pacífico	27%	18%
Europa Oeste	57%	25%
Medio Oeste y Africa	0%	7%
Europa Central y del Este	0%	5%
Asia Central	0%	12%
Centro y Sur América	0%	13%

Sin embargo hay países de Latinoamérica donde la tercera generación de telefonía móvil ya está empezando a hacer ruido.

### **Venezuela**

Aunque no existen planes concretos a corto plazo en relación directa a Tercera Generación, se están dando las condiciones para la creación de las reglas del juego cuando esta tecnología llegue a Venezuela.

Se espera que la subasta para la adjudicación de las bandas para 3G pueda darse en el 2005. Para ello es necesario que la operadora CONTATEL primero defina claramente hacia donde se inclinará Venezuela en cuanto a normas para IMT-2000, según informaciones dadas recientemente por el Ing. Jesse Chacón, Director de Operaciones de CONTATEL parece que la balanza se inclinaría por la norma europea UMTS/IMT-2000.

Por lo pronto, las operadoras nacionales Telcel, Movilnet ofrecen servicios de correo electrónico a través de portales con funciones limitadas.

## **6.3 Puntos a favor para UMTS**

### **6.3.1 Inversión**

Actualmente en muchos países europeos y algunos latinoamericanos se ha empezado a construir la infraestructura que soportará al sistema UMTS. Como ejemplo en España entre las distintas operadoras que existen invertirán aproximadamente 10.000 millones de euros para completar el despliegue UMTS. La inversión actual es casi de 4000 millones. Esta inversión inicial compartida promete un sistema compartido. Así, esta inversión que ya han realizado muchos países marca la pauta para que UMTS sea la panacea de 3G.

### **6.3.2 Estreno**

UMTS ya existe en Austria, Suecia, Dinamarca, Reino Unido e Italia. T-Mobile, filial de telefonía móvil de *Deutsche Telekom*, comercializó servicios UMTS para datos en el 2004, la francesa Orange se estrenó ya en Francia y Reino Unido y Vodafone ya ha puesto en marcha estos servicios en Alemania.

En España, Telefónica Móviles y Vodafone ya han lanzado servicios UMTS con carácter comercial. Se trata de tarjetas para ordenadores portátiles que permiten la transmisión de datos y la navegación por Internet a alta velocidad, equiparable a la de la banda ancha fija, pero que aún no funcionan como un teléfono móvil convencional.

### **6.3.3 Cobertura**

Inicialmente estaba previsto que UMTS llegase al 50% de la población 24 meses después de comenzar su comercialización en países como España, Alemania o Francia, hasta alcanzar el 90% en cinco años y el 98% en diez.

Tras la revisión de compromisos, se prevé que para finales de 2004 el 45% de la población española tenga cobertura, llegando hasta el 70% en el plazo de dos años, “uno de los mayores niveles de cobertura en toda Europa.

Esta cobertura esperada en poco tiempo deriva de la posibilidad de coexistencia con redes GSM de segunda generación, y esta misma compatibilidad de infraestructuras, así como accesibilidad mutua provee la certeza de un cambio nada radical para los actuales usuarios, quienes poco a poco irán entrando en la tecnología 3G sin siquiera notarlo.

### **6.3.4 Antenas**

En muchos países donde la inversión está iniciada, ya se han instalado entre 500 y 2000 antenas nuevas, que se prevé se multipliquen por 10 en unos 10 años para conseguir una cobertura total. Este caso es igual para la mayoría de países de Europa y Asia, por lo que el nacimiento de UMTS como estándar ya ha empezado.

### **6.3.5 Velocidad**

UMTS promete ofrecer velocidades inicialmente de hasta 384 kbps, seis veces más rápido que GPRS, condicionados por el tráfico que haya en Internet o de la capacidad del servidor al que se acceda.

El ancho de banda se asigna de forma dinámica (será distinto para una llamada de voz que para la descarga de un vídeo, por ejemplo), con lo que se optimiza su uso.

### **6.3.6 Precio**

Al inicio posiblemente sea mayor que el de las llamadas de voz, sin embargo, el abaratamiento necesariamente debe provenir del consumo masivo así como de las economías de escala digitales, esto es, al producir por mayor el producto final (transporte de datos, dispositivos 3G, arrendamiento de servicios) se abaratará el costo unitario. Esto es lo mismo que ocurrió con GSM al salir al mercado, al inicio su costo era mayor que la primera generación pero luego de que el usuario viera las prestaciones, servicios y calidad de los mismos el consumo aumentó, abaratando los costos finales para el usuario.

En cuanto a las tarjetas duales 3G/GPRS para los portátiles, ya a la venta, la '*Mobile Connect*' de Vodafone cuesta 400 euros y el 'pack Oficin@ MoviStar UMTS' 500 euros (con 150 megabytes para probar el servicio durante tres meses). Se factura por el volumen de datos, a razón de 1 euro por megabyte, lo mismo que cobran por el GPRS.

### **6.3.7 Terminales**

Los nuevos terminales UMTS (cuyo precio oscilará entre los 100 y 200 euros) se presentan como uno de los grandes obstáculos a superar, pues son grandes, la batería se agota luego y son pesados, pero con el tiempo se prevé eliminar estos inconvenientes.

### **6.3.8 Usuarios**

Actualmente hay en el mundo unos 1.000 millones de usuarios de telefonía móvil. Cerca de cinco millones se estrenarán en el UMTS en el año 2004, según pronosticó Siemens en la cumbre de telefonía móvil celebrada recientemente en Cannes (Francia), y alcanzarán los 40 millones en 2005 y los 100 al año siguiente. Se espera que para 2010 todos los móviles sean compatibles con la red UMTS en Europa.

## **6.4 UMTS en Guatemala**

Recabar información acerca de una tecnología primer mundista en un país tercermundista como el nuestro resulta bastante predecible, pues realmente se sabe no se encontrará mucho en cuanto a investigación, y poco o nada en cuanto a implementación.

Sin embargo, para poder conocer de las posibilidades futuras de esta tecnología en nuestro país se debe acudir directamente a los operadores locales de telefonía móvil. Y de las 4 operadoras de nuestro país el estado actual de 3G y de UMTS es el siguiente.

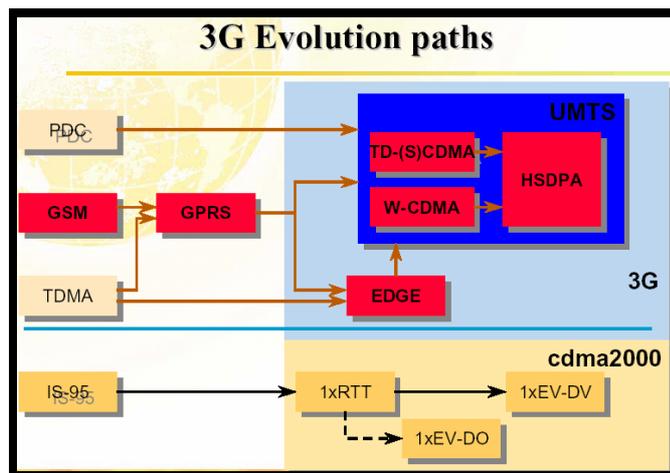
### **6.4.1 Bellsouth Guatemala**

Con respecto a Bellsouth Guatemala, que se basa sobre la plataforma CDMA, tanto is-95 y CDMA-2000, cabe mencionar que está utilizando tercera generación de CDMA, pues actualmente cuenta con la implementación de CDMA-1x y CDMA-EVDO (*Evolution Data Optimizer*), ambas aplicaciones para datos. Se dice que ya está en 3G, pues ya está con las aplicaciones antes mencionadas.

Así que se puede decir que BellSouth se encuentra en pruebas de Tercera generación del lado de CDMA 2000, y no del lado de UMTS. La razón de esto, según la empresa, se debe a que vienen de trabajar con is-95, y este sistema evolucionó hacia CDMA 2000, cuya infraestructura básica difiere de la de UMTS, sobre todo en cuanto a tecnología de acceso al medio.

Entonces, se trata de una cuestión de tecnologías de orígenes. La gráfica siguiente nos dará una idea de lo que estoy hablando.

**Figura 33. Evolución de las tecnologías de telefonía móvil**



Fuente: [http://enr.smu.edu/EETS/8315/EE8315\\_Lecture2\\_IMT2000\\_2005.pdf](http://enr.smu.edu/EETS/8315/EE8315_Lecture2_IMT2000_2005.pdf)

#### 6.4.2 Telefónica, Comcel y PCS

La operadora Telefónica, en cambio, recientemente acaba de migrar de is-95 cdma a GSM. Cabe destacar de la misma que ha tenido un crecimiento en nuestro país bastante loable, como se puede apreciar a continuación, según un informe mensual de sus actividades a nivel mundial.

**Tabla XII. Clientes telefónica Guatemala**

Telefónica Guatemala (dic. 2004)	
Cientes Celulares (miles)	751
Crecimiento Anual	378.50%
%Participación	100%

Fuente:

<http://www.telefonica.es/accionistaseinversores/esp/html/informaciongrupo/tmoviles.shtml>

Actualmente en nuestro país, todas las operadoras (comcel, pcs, telefónica) que están operando sobre la plataforma de GSM, están en 2.5G. La gráfica anterior muestra esta evolución desde GSM hacia UMTS pasando por GPRS, que es la 2.5G.

Se dice que se encuentran en 2.5G dado que algunas metroceldas pueden manejar canales de datos y de voz, y hay que recordar que una de las mejoras de 2.5G respecto de 2G es la capacidad de transportar datos. Ellos le llaman GPRS a los canales de datos, pero en realidad GPRS es la 2.5G, así que se puede decir que aún no han migrado completamente a 2.5G pero ya han empezado.

El siguiente paso a dar en GSM sería migrar a 3G (UMTS o W-CDMA).

#### **6.4.3 Recomendaciones para una buena implementación**

El criterio que podrían tomar las operadoras locales para poder implementar o migrar sus redes a 3G debería ser más objetivo que subjetivo, y se pueden basar en los siguientes puntos:

- **Costos de equipos.** Tomando como referencia que ya se cuenta con el equipo GSM de 2G o 2.5G, así, sabría qué tanta inversión se puede llegar a necesitar.
- **Disponibilidad de dichos equipos en nuestro país.** Tanto disponibilidad a la hora de comprarlo, como de disponibilidad de soporte técnico por parte de algún personal capacitado para instalar y darle mantenimiento a dicho equipo.
- **Proyecciones de demanda:** Tener una proyección de cuanto puede crecer la demanda de datos por aplicaciones *wireless*, y comparar la inversión inicial con respecto al retorno del capital que se pueda obtener con todos los clientes. Esto ayudará a decidirse por hacerlo a corto plazo o mejor esperar el largo plazo.

Se debe tomar en cuenta que 3G incluye plataforma UMTS y plataforma CDMA 2000. De tener aplicaciones de datos utilizando siempre la misma infraestructura que se utiliza para propagar la telefonía celular, sólo es de adaptarles nuevos equipos a los ya existentes ó posiblemente cambiar la versión de software que utilizan dichos equipos. O sea poder tener servicios de Internet de alta velocidad (arriba de 128 Kbps hasta unos 2Mbps), servicios de navegación en páginas de Internet por medio del Terminal móvil, servicios de descargas de aplicaciones para el Terminal (ring tones, juegos), envío de mensajes con animación ( mms ), etc.

## CONCLUSIONES

1. La tercera generación de telefonía móvil celular o 3G ya se ha puesto en marcha en muchos países industrializados de Europa, así como en Japón, Corea, China y Estados Unidos, mientras que países menos industrializados ya han empezado con servicios aislados. Dicha generación promete una revolución multimedia y accesibilidad a servicios de voz y datos como internet. Lo único que aún está por definirse es la tecnología estándar que dominará esta generación, y así evitar problemas de compatibilidad. En la lucha se encuentran tecnologías como UMTS, ARIB, CDMA2000 y EDGE, y aunque no se lograra esta unificación de tecnologías, se espera que las que queden operando sean accesibles entre ellas.
2. El sistema UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) es actualmente la tecnología predominante de tercera generación en Europa, Japón, y algunos países latinoamericanos que ya empiezan a interesarse por 3G. Para los países que aún trabajan con GSM en 2G el cambio a UMTS será lento pero seguro, dado que es el camino lógico y puesto que la compatibilidad entre ambos sistemas está garantizada por la especificación del sistema.
3. En cuanto a servicios, UMTS como estándar de la tercera generación de telefonía móvil, promete no defraudar a los usuarios de su red, y ofrecerá prestaciones tales como servicios de datos y de voz, velocidades nunca antes experimentadas en móviles, servicio siempre en línea, cobertura mundial, IP asignado por móvil, personalización y otros más que lograrán satisfacer las necesidades de información que los usuarios actuales requieren.

4. La arquitectura del sistema UMTS está diseñada para ser compatible con las actuales redes 2G (GSM) y 2.5G (GPRS). Con tres elementos principales en la red (Equipo de usuario, red de acceso radio terrestre y núcleo de red) incluye interfaces entre ellas que las hacen independientes en funcionalidad, así como nodos de soporte específicos para 2.5G (SGSN). La calidad de servicio está garantizada con la descomposición del servicio según el portador y el tratamiento del tráfico según su tolerancia al retardo y niveles de tráfico en un modelo para lograr parámetros de calidad de servicio aceptables en la transmisión y entrega.
5. Con técnicas de modulación de espectro extendido, códigos para cada fase del tratamiento de la señal y modulación de datos la tecnología de acceso al medio WCDMA que utiliza el sistema UMTS logra una calidad apreciable en cada una de sus tres capas lógicas.
6. Los servicios de voz tienen un gran potencial en el ámbito multimedia, y en servicios de 3G para telefonía son susceptibles de explotación comercial, para añadir versatilidad a dichos servicios. Actualmente existen muchos grupos que han desarrollado normas y tecnologías para aprovechar este medio de comunicación, tales como *voicexml*, *call control group*, etc.
7. El mundo de la información y la telefonía móvil son dos sectores que en conjunto se están fusionando para cambiar el modelo de negocio de la telefonía, de una variedad de servicios de voz solamente a un grupo de servicios de información y contenidos basados en voz y datos.

8. Uno de los aspectos definitivos en cuanto a las tendencias en telefonía móvil, según los estudios de grupos independientes a nivel mundial, es que los niveles de consumo masivo de servicios de contenidos (en contraparte a los servicios sólo de comunicación) va en aumento. Dicha tendencia se remarca en los países europeos, pero a nivel mundial se sigue fusionando el interés por servicios de comunicación y de información.
  
9. Guatemala, como un país tercermundista, aún no cuenta con una tecnología lo suficientemente desarrollada que soporte la tercera generación de telefonía móvil, y no es muy palpable de momento que las operadoras locales lleguen a interesarse en su implementación, sobre todo porque el mercado local aún no exige los cambios a una nueva generación. Posiblemente en un futuro, que se prevé a dos o tres años, cuando los hábitos de consumo de los usuarios del servicio se modifiquen lo suficiente, para acentuar una necesidad de este tipo, se lleve a cabo el inicio de la implementación de 3G.

## RECOMENDACIONES

1. Dado que en la actualidad los servicios UMTS en países desarrollados ya han empezado a prestarse, sin embargo, en países como el nuestro aún es desconocida la capacidad de una 2G, pues aunque ya existan servicios (independiente de si son 2G o 3G), los usuarios aún no han utilizado todos, por falta de información al respecto o por desinterés de parte del usuario; se recomienda a estos usuarios primero indagar cuál es el estado actual de la tecnología en la empresa que le presta el servicio y luego averiguar qué prestaciones reales de esa tecnología son accesibles para él. Seguramente, muchos usuarios necesitan más de un servicio de lo que creen, pero aún no lo han utilizado.
2. Dado que el comportamiento del mercado nacional marcará el paso para la futura implementación de servicios de datos y contenidos en nuestro país, para poder migrar a tercera generación de telefonía móvil en Guatemala, se recomendaría a las empresas operadoras locales el evaluar el mercado, haciéndose las siguientes preguntas:
  - ¿Qué es lo que el mercado requiere?
  - ¿Cuánto está dispuesto a pagar por lo que requiere?
  - ¿Cuál es la estabilidad de este mercado en un futuro a corto, mediano y largo plazo?
  - ¿Qué tan factible para la empresa es proveer lo que requiere?
3. La SIT (Super Intendencia de Telecomunicaciones), como ente rector de las telecomunicaciones a nivel nacional, debería empezar a modificar los actuales reglamentos, introduciendo lineamientos específicos de introducción, licencias de frecuencias para 3G y específicamente UMTS, así como empezar a gestionar a nivel nacional, el movimiento a favor de

la implementación de tecnologías nuevas y prestación de servicios innovadores en telefonía móvil, siempre siguiendo las necesidades del mercado, según las operadoras de telefonía del país. También sería adecuado, de parte de la SIT, incentivar a las empresas operadoras a introducir la tecnología necesaria de 3G, dando facilidades de implementación, en aspectos legales, comerciales y financieros.

4. Debido a que actualmente en el país algunas empresas ya necesitan de servicios de tercera generación, tales como:

- Empresas de soporte y capacitación para poder emplear un medio a distancia para realizar dichas actividades docentes.
- Empresas de negocios que requieren dar directrices a seguir a sus empleados y lograr una toma de decisiones a distancia en tiempo real.
- Empresas que buscan un control más estricto y en línea de sus flotas y empleados.

Y dado que las operadoras locales no se encuentran en disposición de prestar dichos servicios, se recomienda a estas empresas optar por alternativas semejantes, en el área de navegación en internet, redes privadas virtuales, telefonía con servicios limitados combinadas con servicios de empresas privadas, que aunque resulten en soluciones más onerosas, siguen y seguirán siendo la solución a tomar mientras no exista en el país el recurso de la tercera generación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. 3GPP. **“General UMTS Architecture”**. Especificación 3GPP 23.101, diciembre 2000.
2. 3GPP, **“UTRAN General Overview”**, Especificación 3GPP 25.401, marzo 2002.
3. 3GPP. **“QoS Concept and Architecture”**. Especificación 3GPP 23.107, marzo 2002.
4. <http://www.monografias.com/trabajos14/celularhist/celularhist.shtml>  
**Evolución e historia de la Telefonía Celular**, enero 1997.
5. <http://www.t-mag.com.ve/articulos/a01/n01/tm3g.php> **3G Telefonía Móvil de Tercera Generación**, enero 2002.
6. <http://www.control-systems.net/jdvelez/estudiantes/celular/comienzos.htm>  
**Comienzos y Actualidad de la Telefonía Celular**, enero 2004.
7. [http://www.umtsforum.net/mostrar\\_articulos.asp](http://www.umtsforum.net/mostrar_articulos.asp) **Artículos sobre UMTS/3G, GPRS y tecnologías inalámbricas**, enero 2005.
8. <http://www.pc-news.com/detalle.asp?sid=&id=4&lda=117> **Yo seré el rey del Mundo Grita UMTS**, Noviembre 2000.
9. <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/articulos/vol812/umts/umts.html> **Evolución en los Servicios Móviles: El Sistema UMTS**, diciembre 1997.
10. <http://www.terra.es/tecnologia/articulo/html/tec11333.htm> **Que Ofrece la Tecnología UMTS**, junio 2004.
11. <http://www.consumer.es/web/es/especiales/2004/03/11/96931.php>  
**UMTS, Teléfonos Móviles de Tercera Generación**, marzo 2004.
12. <http://www.ociojoven.com/article/articleview/416980/> **UMTS, el futuro de la telefonía móvil**, octubre 2003.

13. <http://www.webmovilgsm.com/umts.htm> **El UMTS equivale a la 3.<sup>a</sup> Generación de comunicaciones móviles. Una generación que se espera más fiable y flexible que las dos anteriores**, abril 2000.
14. [http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla\\_h\\_d/capitulo1.pdf](http://www.pue.udlap.mx/~tesis/udlap/lem/bonilla_h_d/capitulo1.pdf) **Estructura de la red UMTS**, mayo 2003.
15. <http://www.baquia.com/com/20030728/not00002.html> **UMTS empieza su larga marcha**, julio 2003.
16. <http://www.laempresa.net/termometro/telecomunicaciones/2001/umts/telecomunicaciones-informes-mercado-umts.htm> **Los Informes año 2001**, abril 2001.
17. <http://www2.udec.cl/~johperez/psi/tic/cuerpo.html> **Telefonía Móvil**, agosto 2002.
18. [http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id\\_article=325](http://www.ecologistasenaccion.org/article.php3?id_article=325) **Despliegue de las redes de Telefonía Móvil**, junio 2004.
19. <http://egotic.upf.edu/eGotic/WLAN/i2CAT-ctx-UMTS-UPC-010910.htm> **El proyecto Acceso UMTS**, septiembre 2001.
20. <http://www.consumer.es/web/es/especiales/2004/06/15/104269.php> **UMTS: Las operadoras responden**, julio 2004.
21. [http://www.lainsignia.org/2004/junio/cyt\\_003.htm](http://www.lainsignia.org/2004/junio/cyt_003.htm) **El Cuento del UMTS**, junio 2004.
22. [http://www.expansiondirecto.com/tecnología/informes/telefonía/4g.html](http://www.expansiondirecto.com/tecnologia/informes/telefonía/4g.html) **Generaciones de Móviles, No hay tres sin cuatro**, enero 2001.
23. [http://www.consumer.es/web/es/especiales/2004/03/11/96931\\_2.php](http://www.consumer.es/web/es/especiales/2004/03/11/96931_2.php) **Claves de la Puesta en Marcha**, marzo 2004.
24. [http://www.consumer.es/web/es/especiales/2004/03/11/96931\\_3.php](http://www.consumer.es/web/es/especiales/2004/03/11/96931_3.php) **Nuevos Servicios**, marzo 2004.
25. <http://www.pcdemano.com/modules.php?name=News&file=article&sid=5767> **Amena no lanzará el UMTS antes del 2004**, septiembre 2003.

26. <http://www.techgsm.com/page/gsm-technologies/gsm-technologies-network-tdma-cdma-umts.html> **GSM Technologies**, enero 1996.
27. [http://es.gsmbox.com/news/mobile\\_news/all/74201.gsmbox](http://es.gsmbox.com/news/mobile_news/all/74201.gsmbox) **Los Secretos del UMTS**, enero 2002.
28. <http://www.telefonica.es/accionistaseinversores/esp/html/informaciongrupo/tmoviles.shtml> **Información para accionistas e inversores**, abril 2005.
29. <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/20/1XX.PDF> **El Impacto de los Servicios de las redes UMTS**, marzo 2001.
30. <http://greco.dit.upm.es/~abgarcia/publications/2002CITA.pdf> **Diseño de redes de acceso en sistemas móviles UMTS con soporte de calidad de servicio**, diciembre 2002.
31. <http://www.tid.es/presencia/publicaciones/comsid/esp/21/10.PDF> **Servicios de voz en las redes UMTS**, junio 2001.
32. <http://www.amazon.com>, **Cell Phones & Service > Phones**, marzo 2005.